

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Instituto de Geociências - Departamento de Geografia
Programa de Pós-Graduação em Geografia

Bárbara Abreu Matos

MOBILIDADE PEDONAL E O EFEITO BARREIRA DAS RODOVIAS URBANAS:
as contradições e os conflitos no Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, em Belo
Horizonte (MG)

Belo Horizonte
2022

Bárbara Abreu Matos

**MOBILIDADE PEDONAL E O EFEITO BARREIRA DAS RODOVIAS URBANAS:
as contradições e os conflitos no Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, em Belo
Horizonte (MG)**

Versão final

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Geografia.

Área de concentração: Organização do Espaço.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Lobo.

Belo Horizonte
2022

M433m 2022 Matos, Bárbara Abreu.
Mobilidade pedonal e o efeito barreira das rodovias urbanas [manuscrito] : as contradições e os conflitos no Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, em Belo Horizonte (MG) / Bárbara Abreu Matos. – 2022. 208 f., enc.: il. (principalmente color.)

Orientador: Carlos Fernando Ferreira Lobo.
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Geografia, 2022.

Área de concentração: Organização do Espaço.

Bibliografia: f. 179-191.

Inclui anexo e apêndices.

1. Planejamento urbano – Belo Horizonte (MG) – Teses. 2. Rodovias – Belo Horizonte (MG) – Teses. 3. Áreas de pedestres – Teses. 4. Segregação urbana – Belo Horizonte (MG) – Teses. I. Lobo, Carlos. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Geografia. III. Título.

CDU: 711.4(815.1)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
COLEGIADO DO CURSO DE GRADUAÇÃO / PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

"MOBILIDADE PEDONAL E O EFEITO BARREIRA DAS RODOVIAS URBANAS: AS CONTRADIÇÕES E OS CONFLITOS NO ANEL RODOVIÁRIO CELSO MELLO AZEVEDO, EM BELO HORIZONTE (MG)"

BÁRBARA ABREU MATOS

Tese de Doutorado defendida e aprovada, no dia 04 de abril de 2022, pela Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais constituída pelos seguintes professores:

Alexandre Magno Alves Diniz
PUC/Minas

Marcos Fontoura de Oliveira
BHTRANS

Leandro Cardoso
IGC/UFMG

Rodrigo Affonso de Albuquerque Nóbrega
UFMG

Carlos Fernando Ferreira Lobo - Orientador
IGC/UFMG

Belo Horizonte, 04 de abril de 2022.



Documento assinado eletronicamente por Leandro Cardoso, Professor do Magistério Superior, em 11/04/2022, às 09:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carlos Fernando Ferreira Lobo**, Coordenador(a) de curso de pós-graduação, em 11/04/2022, às 11:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alexandre Magno Alves Diniz**, Usuário Externo, em 11/04/2022, às 15:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rodrigo Affonso de Albuquerque Nobrega**, Professor do Magistério Superior, em 11/04/2022, às 17:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcos Fontoura de Oliveira**, Usuário Externo, em 12/04/2022, às 08:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 1376816 e o código CRC 608DBE5E.

À minha doce Marina.

AGRADECIMENTOS

O processo de pesquisa e elaboração da tese foi, por vezes, muito solitário, inclusive por ter ocorrido concomitantemente com um período de profunda tristeza, dor e incertezas ocasionado pela pandemia da Covid-19. Entretanto, mesmo nos momentos mais difíceis surgem pessoas que nos incentivam e depositam em nós sua confiança. Para essas, é chegado o momento de dedicar os meus sinceros agradecimentos.

Primeiramente à Deus, pelo privilégio da vida.

Ao meu orientador, Professor Carlos Lobo, por, desde o início, ter acreditado no potencial de uma engenheira se arriscando por novos caminhos na geografia. Suas contribuições foram essenciais para a escolha do objeto de pesquisa e para a condução desse estudo.

Ao meu marido, Bruno, por ser o meu suporte nos momentos difíceis e o meu melhor sorriso nos momentos de alegria.

À minha filha Marina, meu grande presente e incentivo para esse fechamento de ciclo.

Aos meus pais, Geraldo e Fátima, e à minha irmã, Gabi, por sempre acreditarem no meu potencial e serem os maiores incentivadores deste e de todos os desafios da minha vida.

Aos professores Leandro Cardoso, Alexandre Diniz, Rodrigo Nobrega e Marcos Fontoura, pelas contribuições no exame de qualificação e na banca de defesa.

Aos professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Geografia, pela companhia, aprendizado e troca de experiências ao longo dos últimos quatro anos.

Aos colegas de trabalho da Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S.A. e da Universidade Federal de Ouro Preto, pelo suporte e apoio durante o curso.

Aos meus familiares e amigos da vida, por trazerem um sopro de leveza no meu cotidiano.

“Ninguém caminha sem aprender a caminhar, sem aprender a fazer o caminho caminhando, sem aprender a refazer, a retocar o sonho por causa do qual a gente se pôs a caminhar” (Paulo Freire, *Pedagogia da Esperança*, 1992).

RESUMO

A histórica priorização das políticas públicas dada aos modos de transporte individuais motorizados gerou (e ainda gera) expressivos impactos na mobilidade e no acesso da população no espaço urbano. Fruto da ação de agentes econômicos e sociais que o (re)produzem, com base nos interesses das classes dominantes, o espaço urbano tem sido remodelado na tentativa de suprir a demanda do fluxo de veículos e não das necessidades pessoas, conduzindo a reorganização do espaço de circulação, abertura de novas vias e criação de infraestrutura de suporte aos automóveis, não raro, potencializando conflitos e contradições. Nesse contexto, as infraestruturas de transporte têm comumente se tornado obstáculo à mobilidade e à acessibilidade, especialmente para as pessoas que se deslocam por modos ativos. Sua localização no ambiente urbano induz à ocorrência do fenômeno conhecido por “efeito barreira”, que causa uma forte segregação socioespacial e, conseqüentemente, reduzir diversas formas de contatos sociais, impactando diretamente no bem-estar e na liberdade de locomoção dos moradores. Esse efeito se materializa de forma mais intensa nas rodovias urbanas, visto que nesses locais a alta velocidade dos veículos, o intenso volume de tráfego e a própria infraestrutura que rompe o tecido urbano, causa a separação física das comunidades que residem nos bairros lindeiros às suas margens, como ocorre no Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, localizado em Belo Horizonte (MG). As rodovias urbanas também realçam as contradições e os conflitos do uso entre veículos e pedestres, incorrendo em privações de deslocamentos a pé, afetando as condições em que a mobilidade pedonal se realiza, potencializando os riscos e sinistros durante as travessias. Diante desse contexto, essa tese tem por objetivo analisar a mobilidade pedonal no entorno do Anel Rodoviário de Belo Horizonte, tendo como base a proposição de indicadores de mobilidade, acessibilidade e risco de travessia, bem como uma breve reflexão sobre os possíveis conflitos e contradições impostos ao fluxo de pedestres nesse espaço. Para tanto, propõe-se, primeiramente, a estimação dos atravessamentos de pedestres entre suas margens (dos cruzamentos nos dois sentidos) e a identificação das características dos pedestres que realizam esses deslocamentos, tendo como base os dados da série histórica recente da Pesquisa Origem e Destino da Região Metropolitana de Belo Horizonte (1992-2002-2012). Posteriormente, de posse dos dados mais recentes da Pesquisa OD da RMBH, realiza-se a aplicação dos indicadores propostos, correlacionando-os com fatores preponderantes para a avaliação do risco potencial de atravessamento, como fluxo de veículos, acidentalidade, características socioeconômicas dos pedestres, motivos de acesso e localização das ocupações irregulares. Os resultados indicam que, ao longo do período de análise, os fluxos de atravessamentos foram reduzidos, mesmo em áreas onde se registou crescimento populacional. O perfil dos pedestres também se modificou, com destaque para alterações na idade, sexo e renda dessas pessoas. Evidenciou-se, ainda, a prevalência dos atravessamentos pelos modos motorizados, as desigualdades no acesso às passarelas e o risco elevado para os pedestres que realizam os atravessamentos, cenário esse que se reflete em expressivas ocorrências de atropelamentos na rodovia.

Palavras-chave: Mobilidade pedonal. Rodovias urbanas. Efeito barreira. Atravessamento de pedestre. Segregação socioespacial.

ABSTRACT

The historical prioritization of public policies given to individual motorized modes of transportation has generated (and still generates) significant impacts on mobility and access of the population in urban space. Result of the action of economic and social agents that (re)produce it, based on the interests of the dominant classes, the urban space has been remodeled in an attempt to meet the demand of the flow of vehicles and not the needs of people, leading to the reorganization of the circulation space, opening of new roads and creation of infrastructure to support automobiles, not infrequently potentiating conflicts and contradictions. In this context, transportation infrastructures have commonly become obstacles to mobility and accessibility, especially for people who move by active modes. Their location in the urban environment induces the occurrence of the phenomenon known as "barrier effect", which causes a strong socio-spatial segregation and, consequently, reduce various forms of social contacts, directly impacting the well-being and freedom of movement of residents. This effect materializes more intensely in urban highways, since in these places the high speed of vehicles, the intense volume of traffic and the very infrastructure that breaks the urban fabric, causes the physical separation of communities living in the neighborhoods bordering its margins, as occurs in the Ring Road Celso Mello Azevedo, located in Belo Horizonte (MG). Urban highways also highlight the contradictions and conflicts of use between vehicles and pedestrians, incurring in deprivations of pedestrian travel, affecting the conditions in which pedestrian mobility takes place, increasing risks and accidents during crossings. Given this context, this thesis aims to analyze pedestrian mobility around the Belo Horizonte Ring Road, based on the proposition of mobility, accessibility and crossing risk indicators, as well as a brief reflection on possible conflicts and contradictions imposed on the pedestrian flow in this space. To this end, we propose, first, the estimation of pedestrian crossings between its margins (from two-way intersections) and the identification of the characteristics of pedestrians who make these trips, based on data from the recent historical series of the Origin and Destination Survey of the Metropolitan Region of Belo Horizonte (1992-2002-2012). Subsequently, in possession of the most recent data from the OD Survey of RMBH, the application of the proposed indicators is carried out, correlating them with preponderant factors for the evaluation of the potential risk of crossing, such as vehicle flow, accident rate, socioeconomic characteristics of pedestrians, reasons for access and location of irregular occupations. The results indicate that, throughout the period of analysis, crossing flows were reduced, even in areas where there was population growth. The profile of pedestrians has also changed, with emphasis on changes in the age, gender and income of these people. It was also evident the prevalence of crossings by motorized modes, the inequalities in access to pedestrian bridges and the high risk for pedestrians crossing, a scenario that is reflected in significant occurrences of pedestrian collisions on the highway.

Keywords: Pedestrian mobility. Urban highways. Barrier effect. Pedestrian crossing. Socio-spatial segregation.

RESUMEN

La histórica priorización de las políticas públicas otorgada a los modos de transporte motorizados individuales ha generado (y aún genera) importantes impactos en la movilidad y el acceso de la población en el espacio urbano. Resultado de la acción de los agentes económicos y sociales que lo (re)producen, en función de los intereses de las clases dominantes, el espacio urbano ha sido remodelado en un intento de satisfacer la demanda del flujo de vehículos y no las necesidades de las personas, lo que ha llevado a la reorganización del espacio de circulación, a la apertura de nuevas vías y a la creación de infraestructuras de apoyo al automóvil, potenciando no pocas veces los conflictos y las contradicciones. En este contexto, las infraestructuras de transporte se han convertido habitualmente en obstáculos para la movilidad y la accesibilidad, especialmente para las personas que se desplazan en modos activos. Su ubicación en el entorno urbano induce la aparición del fenómeno conocido como "efecto barrera", que provoca una fuerte segregación socioespacial y, en consecuencia, reduce las diversas formas de contacto social, repercutiendo directamente en el bienestar y la libertad de movimiento de los residentes. Este efecto se materializa con mayor intensidad en las autopistas urbanas, ya que en estos lugares la alta velocidad de los vehículos, el intenso volumen de tráfico y la propia infraestructura que rompe el tejido urbano, provoca la separación física de las comunidades que viven en los barrios que bordean sus márgenes, como ocurre en la Circunvalación Celso Mello Azevedo, ubicada en Belo Horizonte (MG). Las autopistas urbanas también ponen de manifiesto las contradicciones y conflictos de uso entre vehículos y peatones, incurriendo en privaciones de desplazamientos a pie, afectando a las condiciones en las que se desarrolla la movilidad peatonal, potenciando los riesgos y accidentes en los cruces. Ante este contexto, esta tesis tiene como objetivo analizar la movilidad peatonal en torno a la Circunvalación de Belo Horizonte, a partir de la propuesta de indicadores de movilidad, accesibilidad y riesgo de cruce, así como una breve reflexión sobre los posibles conflictos y contradicciones que se imponen al flujo peatonal en este espacio. Para ello, nos proponemos, en primer lugar, estimar el número de cruces de peatones entre sus márgenes (a partir de intersecciones de doble sentido) e identificar las características de los peatones que realizan estos viajes, a partir de los datos de la serie histórica reciente de la Encuesta de Origen y Destino de la Región Metropolitana de Belo Horizonte (1992-2002-2012). Posteriormente, en posesión de los datos más recientes de la Encuesta de OD de la RMBH, se realiza la aplicación de los indicadores propuestos, correlacionándolos con factores preponderantes para la evaluación del riesgo potencial de cruce, como el flujo vehicular, la accidentalidad, las características socioeconómicas de los peatones, los motivos de acceso y la ubicación de las ocupaciones irregulares. Los resultados indican que, a lo largo del periodo de análisis, los flujos de cruce se redujeron, incluso en las zonas en las que hubo crecimiento de la población. El perfil de los peatones también ha cambiado, destacando los cambios en la edad, el sexo y los ingresos de estas personas. También se observó la prevalencia de los cruces por medios motorizados, las desigualdades en el acceso a los puentes peatonales y el alto riesgo para los peatones que cruzan, que se refleja en importantes incidentes de colisiones de peatones en la carretera.

Palabras claves: Movilidad peatonal. Autopistas urbanas. Efecto barrera. Cruce peatonal. Segregación socioespacial.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Distribuição percentual das viagens da população urbana brasileira por modo de transporte para o ano de 2018, em cidades com população acima de 60 mil habitantes.....	58
Figura 3.1: Matéria jornalística sobre a construção do Anel Rodoviário de Belo Horizonte.	79
Figura 3.2: Matéria jornalística sobre a inauguração do Anel Rodoviário de Belo Horizonte, com a participação do Presidente da República em exercício João Goulart.	80
Figura 3.3: Vista do viaduto do Anel Rodoviário de Belo Horizonte sobre a Avenida Amazonas, com a Cidade Industrial ao fundo.....	80
Figura 3.4: Vista aérea do Anel Rodoviário na altura do Trevo São Francisco.....	81
Figura 3.5: Matéria jornalística sobre a inauguração da fábrica da Fiat Automóveis em Betim (MG), com destaque sobre as vias de acesso à Belo Horizonte.	82
Figura 3.6: Mapa de localização do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH).....	83
Figura 3.7: Mapa de localização do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo no município de Belo Horizonte (MG).	85
Figura 3.8: Ocupações irregulares às margens do Anel Rodoviário na altura do Viaduto São Francisco (Av. Presidente Antônio Carlos).....	86
Figura 3.9: Evolução da mancha urbana do município de Belo Horizonte (1950 – 2018).....	87
Figura 3.10: Trecho do Anel Rodoviário Celso de Mello Azevedo localizado próximo ao Viaduto São José, entre as avenidas Dom Pedro II e Presidente Tancredo Neves.	88
Figura 3.11: Curva da Ashton.	91
Figura 3.12: Localização das passarelas ao longo do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, com detalhamento por imagem de satélite, 2019.	92
Figura 3.13: Órgãos gestores do Anel Rodoviário de Belo Horizonte, 2019.....	93
Figura 4.1: Recortes e unidades espaciais de análise: subtrechos do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, regionais administrativas e Áreas Homogêneas de Belo Horizonte (MG)..	103
Figura 4.2: Zonas de influência consideradas para a análise dos atravessamentos de pedestres no Anel Rodoviário: (a) 400 metros; (b) 600 metros; (c) 1000 metros.	105
Figura 4.3: Zona de influência de 600 metros com destaque para as áreas homogêneas localizadas na margem direita do Anel Rodoviário.....	108

Figura 4.4: Zona de influência de 600 metros com destaque para as áreas homogêneas localizadas na margem esquerda do Anel Rodoviário.....	109
Figura 4.5: Problemas identificados nos limites de borda na compatibilização das Áreas Homogêneas das Pesquisas OD 2012, 2002 e 1992 localizadas nas extremidades da rodovia: (a) 1E; (b) 42D e 43E.	113
Figura 4.6: Destaque para outros pequenos problemas identificados nos limites de borda na compatibilização das Áreas Homogêneas das Pesquisas OD 2012, 2002 e 1992.....	114
Figura 4.7: Áreas Homogêneas compatibilizadas (margem direita) para a zona de influência de 600 metros do Anel Rodoviário.....	115
Figura 4.8: Áreas Homogêneas compatibilizadas (margem esquerda) para a zona de influência de 600 metros do Anel Rodoviário.....	116
Figura 5.1: Estimativa histórica de atravessamento entre as margens do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo: (a) 1992, (b) 2002, (c) 2012.....	132
Figura 5.2: (a) População residente por área homogênea compatibilizada e (b) intensidade relativa dos atravessamentos pela população, 2002.	134
Figura 5.3: (a) População residente por área homogênea compatibilizada e (b) intensidade relativa dos atravessamentos pela população, 2012.	135
Figura 5.4: Comportamento dos atravessamentos de pedestres no Anel Rodoviário, por faixa horária e por sentido do fluxo: margem direita para margem esquerda (D/E); margem esquerda para margem direita (E/D), 1992.....	136
Figura 5.5: Comportamento dos atravessamentos de pedestres no Anel Rodoviário, por faixa horária e por sentido do fluxo: margem direita para margem esquerda (D/E); margem esquerda para margem direita (E/D), 2002.....	137
Figura 5.6: Comportamento dos atravessamentos de pedestres no Anel Rodoviário, por faixa horária e por sentido do fluxo: margem direita para margem esquerda (D/E); margem esquerda para margem direita (E/D), 2012.....	137
Figura 5.7: Sexo declarado das pessoas que realizam atravessamento pelo modo a pé em ambos os sentidos de fluxo no Anel Rodoviário, 1992, 2002 e 2012.	138
Figura 5.8: Motivos de viagem (destino) dos atravessamentos pelo modo a pé em ambos os sentidos de fluxo no Anel Rodoviário, excluindo o motivo ‘residência’, 1992, 2002 e 2012.	139
Figura 5.9: Motivos de viagem (destino) pelo modo a pé em Belo Horizonte, excluindo o motivo ‘residência’, 1992, 2002 e 2012.	140

Figura 5.10: Escolaridade declarada das pessoas que realizam atravessamento pelo modo a pé em ambos os sentidos de fluxo no Anel Rodoviário, 1992, 2002 e 2012.	141
Figura 5.11: Faixas etárias declaradas das pessoas que realizam atravessamento pelo modo a pé em ambos os sentidos de fluxo no Anel Rodoviário, 1992, 2002 e 2012.....	142
Figura 5.12: Renda declarada das pessoas que realizam atravessamento pelo modo a pé em ambos os sentidos de fluxo no Anel Rodoviário, 2002 e 2012.	143
Figura 5.13: Estimativa de densidade de atividades econômicas localizadas nas áreas homogêneas da zona de influência do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, 2020.	147
Figura 5.14: Estimativa de densidade de equipamentos de educação localizadas nas áreas homogêneas da zona de influência do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, 2020.	148
Figura 5.15: Fluxos de atravessamentos de pedestres no sentido margem direita para a margem esquerda do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, 2012.	149
Figura 5.16: Fluxos de atravessamentos de pedestres no sentido margem esquerda para a margem direita do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, 2012.	150
Figura 5.17: Vilas e favelas localizadas nas Áreas Homogêneas da zona de influência do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo.....	151
Figura 5.18: Representação das variáveis: (a) ' <i>Viagens a pé</i> ' Vai e (b) ' <i>Viagens totais</i> ' Vti, utilizadas no cálculo do indicador Razão de Mobilidade Pedonal (RMP).....	152
Figura 5.19: Resultados do indicador Razão de Mobilidade Pedonal (RMP) nas Áreas Homogêneas localizadas na zona de influência do Anel Rodoviário de Belo Horizonte (MG).	153
Figura 5.20: Resultado do indicador Mobilidade Pedonal na Rodovia (MPR) nas Áreas Homogêneas localizadas na zona de influência do Anel Rodoviário de Belo Horizonte (MG).	156
Figura 5.21: Representação das variáveis: (a) ' <i>Atravessamentos a pé</i> ' Vpi e (b) ' <i>Atravessamentos motorizados</i> ' Vmi, utilizadas no cálculo do indicador Razão de Atravessamento Pedonal (RAP).	157
Figura 5.22: Resultado do indicador Razão de Atravessamento Pedonal (RAP) nas Áreas Homogêneas localizadas na zona de influência do Anel Rodoviário de Belo Horizonte (MG).	158
Figura 5.23: Resultado do Indicador de Acesso à Passarela (IAP) nas Áreas Homogêneas localizadas na zona de influência do Anel Rodoviário de Belo Horizonte (MG).	162

Figura 5.24: Análise conjunta dos indicadores de mobilidade (MPR) e acessibilidade (IAP) no Anel Rodoviário de Belo Horizonte, com detalhamento por imagem de satélite das AH's destacadas, 2019.	164
Figura 5.25: Análise conjunta dos indicadores de mobilidade (MPR), acessibilidade (IAP) e risco (RP) no Anel Rodoviário de Belo Horizonte.	167
Figura 5.26: Ocupação Vila da Luz, localizada na margem do Anel Rodoviário de Belo Horizonte.	168
Figura 5.27: Índice de Risco da Travessia (IRT) e classificação por subtrecho do Anel Rodoviário de Belo Horizonte (MG).	170
Figura 5.28: Média de atropelamentos por quilômetro, 2016-2020, com destaque, em cores, para a classificação dada pelo Índice de Risco da Travessia (menor: verde; médio: amarelo; maior: vermelho), por subtrecho do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo.	172
Figura 5.29: Segregação das pistas do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo realizada por dispositivos do tipo New Jersey.	173
Figura 5.30: Gradis de segregação de pistas utilizados nas proximidades das passarelas instalados entre o Subtrechos 1A e 2 do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo.	174

LISTA DE QUADROS

- Quadro 4.1:** Variáveis e atributos selecionados na Pesquisa OD 2012 para estimativa dos atravessamentos entre as Áreas Homogêneas das zonas de influência preestabelecidas. 107
- Quadro 4.2:** Variáveis e atributos selecionados nas Pesquisas OD 1992, 2002 e 2012 para estimativa dos atravessamentos entre as Áreas Homogêneas compatibilizadas da zona de influência de 600 metros do Anel Rodoviário de Belo Horizonte. 117
- Quadro 4.3:** Padronização do parâmetro ‘motivo de viagem’ para as Pesquisas OD 1992, 2002 e 2012. 119
- Quadro 4.4:** Padronização do parâmetro ‘idade’ em faixas etárias para análise das informações socioeconômicas das Pesquisas OD 1992, 2002 e 2012. 119
- Quadro 4.5:** Padronização do parâmetro ‘escolaridade’ para as Pesquisas OD 1992, 2002 e 2012. 120
- Quadro 4.6:** Padronização do parâmetro ‘renda’ em faixas de múltiplos salários mínimos (SM) para análise das informações socioeconômicas das Pesquisas OD 2002 e 2012. 121
- Quadro 4.7:** Variáveis e atributos selecionados na Pesquisa OD 2012 para o indicador *Razão de Mobilidade Pedonal* (RMP). 124
- Quadro 4.8:** Variáveis e atributos selecionados na Pesquisa OD 2012 para o indicador *Mobilidade Pedonal na Rodovia* (MPR). 125
- Quadro 4.9:** Variáveis e atributos selecionados na Pesquisa OD 2012 para o indicador *Razão de Atravessamento Pedonal* (RAP). 126

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: População residente nas regionais administrativas de Belo Horizonte (MG) e estimada para o entorno do Anel Rodoviário, 2010.	86
Tabela 3.2: Ocorrências de sinistros de trânsito discriminadas por tipo, em Belo Horizonte (MG) e no Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, 2018.	90
Tabela 4.1: Quantitativo de bairros e Áreas Homogêneas por regional administrativa em Belo Horizonte, 2020.	100
Tabela 4.2: Caracterização dos trechos oficiais que compõem o Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, 2019.	101
Tabela 4.3: Determinação dos subtrechos do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo.	102
Tabela 4.4: Quantitativo de áreas homogêneas em Belo Horizonte (MG) e por zona de influência preestabelecida para o Anel Rodoviário.	106
Tabela 5.1: Motivos declarados de atravessamento entre as margens do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, excluindo o motivo ‘residência’, 2012.	145
Tabela 5.2: Estimativa de volume médio diário anual (VMDa) de veículos por trecho no Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, 2019.	165
Tabela 5.3: Estimativas do volume total de veículos, atravessamentos e dos riscos da Via (RV) e da Travessia (RT), por subtrecho, no Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo.	168
Tabela 5.4: Histórico de atropelamentos com e sem vítimas fatais por subtrecho do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, 2016-2020.	171

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AH	Áreas Homogêneas
ANTP	Associação Nacional de Transportes Públicos
BHTRANS	Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S.A.
BRT	Bus Rapid Transit
CCNC	Comissão de Construção da Nova Capital
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
ITDP	Institute for Transportation & Development Policy
PIB	Produto Interno Bruto
PlanMob	Plano de Mobilidade Urbana
PNMU	Política Nacional de Mobilidade Urbana
RMBH	Região Metropolitana de Belo Horizonte
SAMU	Serviço de Atendimento Móvel de Urgência
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
VF	Vilas e Favelas

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	19
1 RODOVIAS URBANAS E O EFEITO BARREIRA	28
1.1 A (RE)PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO E OS TRANSPORTES	29
1.2 RODOVIAS URBANAS E RODOVIARISMO BRASILEIRO	39
1.3 O EFEITO BARREIRA: IMPACTOS DAS RODOVIAS URBANAS	45
2 O PEDESTRE E O ESPAÇO URBANO: CONFLITOS E CONTRADIÇÕES	51
2.1 AS RELAÇÕES ENTRE O PEDESTRE E A CIDADE	53
2.2 A CAMINHABILIDADE URBANA: MOBILIDADE E ACESSIBILIDADE DO PEDESTRE NO ESPAÇO URBANO	64
2.3 MOBILIDADE PEDONAL E O EFEITO BARREIRA DAS RODOVIAS URBANAS	69
3 ORIGENS E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO ANEL RODOVIÁRIO DE BELO HORIZONTE	75
3.1 HISTÓRICO DE CONSTRUÇÃO DO ANEL RODOVIÁRIO DE BELO HORIZONTE	76
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: LOCALIZAÇÃO, INFRAESTRUTURA E GESTÃO	84
4 METODOLOGIA DE PESQUISA	96
4.1 BASE DE DADOS	96
4.2 RECORTES, ÁREA DE ESTUDO E UNIDADES ESPACIAIS DE ANÁLISE	99
4.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: COMPATIBILIZAÇÃO DAS BASES E UNIDADES CARTOGRÁFICAS E PROPOSIÇÃO DOS INDICADORES	110
4.3.1 COMPATIBILIZAÇÃO DAS BASES E UNIDADES CARTOGRÁFICAS PARA ANÁLISE DA EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS ATRAVESSAMENTOS	110
4.3.2 DEFINIÇÃO DOS INDICADORES: FUNÇÕES E VARIÁVEIS	121
5 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	131
5.1 CARACTERIZAÇÃO E EVOLUÇÃO RECENTE DOS ATRAVESSAMENTOS DE PEDESTRES: AS VIAGENS A PÉ EM 1992, 2002 E 2012	131

5.2 DESLOCAMENTOS PEDONAIIS NO ANEL RODOVIÁRIO: ALGUMAS EVIDÊNCIAS ATUAIS	144
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	175
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	179
APÊNDICES.....	192
APÊNDICE A – RESULTADOS DO INDICADOR <i>RAZÃO DE MOBILIDADE PEDONAL (RMP)</i> POR ÁREA HOMOGÊNEA LOCALIZADA NA MARGEM DIREITA DO ANEL RODOVIÁRIO 192	
APÊNDICE B – RESULTADOS DO INDICADOR <i>RAZÃO DE MOBILIDADE PEDONAL (RMP)</i> POR ÁREA HOMOGÊNEA LOCALIZADA NA MARGEM ESQUERDA DO ANEL RODOVIÁRIO	194
APÊNDICE C – RESULTADOS DO INDICADOR <i>MOBILIDADE PEDONAL NA RODOVIA (MPR)</i> POR ÁREA HOMOGÊNEA LOCALIZADA NA MARGEM DIREITA DO ANEL RODOVIÁRIO 196	
APÊNDICE D – RESULTADOS DO INDICADOR <i>MOBILIDADE PEDONAL NA RODOVIA (MPR)</i> POR ÁREA HOMOGÊNEA LOCALIZADA NA MARGEM ESQUERDA DO ANEL RODOVIÁRIO	198
APÊNDICE E – RESULTADOS DO INDICADOR <i>RAZÃO DE ATRAVESSAMENTO PEDONAL (RAP)</i> POR ÁREA HOMOGÊNEA LOCALIZADA NA MARGEM DIREITA DO ANEL RODOVIÁRIO	200
APÊNDICE F – RESULTADOS DO INDICADOR <i>RAZÃO DE ATRAVESSAMENTO PEDONAL (RAP)</i> POR ÁREA HOMOGÊNEA LOCALIZADA NA MARGEM ESQUERDA DO ANEL RODOVIÁRIO	202
APÊNDICE G – RESULTADOS DO <i>INDICADOR DE ACESSO À PASSARELA (IAP)</i> POR ÁREA HOMOGÊNEA LOCALIZADA NA MARGEM DIREITA DO ANEL RODOVIÁRIO	204
APÊNDICE H – RESULTADOS DO <i>INDICADOR DE ACESSO À PASSARELA (IAP)</i> POR ÁREA HOMOGÊNEA LOCALIZADA NA MARGEM ESQUERDA DO ANEL RODOVIÁRIO.....	206
ANEXOS	208
ANEXO A – FATORES QUE INFLUENCIAM AS ROTAS DOS PEDESTRES POR CATEGORIA E TIPO DE INTERAÇÃO	208

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização no Brasil, cujas características foram típicas dos países capitalistas periféricos, ocorreu de forma bastante acelerada e desigual. Especialmente partir da segunda metade do século XX, impulsionada pelo processo de industrialização via substituição das importações, a expansão das áreas urbanas no país avançou para além das cidades litorâneas, tornando-se praticamente generalizada a partir da década de 1960 (SANTOS, 1993). Esse processo desencadeou profundas mudanças na dinâmica social e na organização territorial, cujos impactos podem ser observados até hoje. Durante séculos, desde o período colonial, o país foi considerado como agrário ou rural. Ao final do século passado o Brasil passa a se constituir como sociedade predominantemente urbana, carregando junto a esse *status* os reflexos das notórias falhas no âmbito da gestão e planejamento urbano, evidenciadas pela face perversa do capitalismo por “ensejar um determinado papel do Estado na direção do crescimento, ao mesmo tempo em que propiciava intensa desigualdade, pobreza e segregação” (VÉRAS, 2001, p. 174).

Na década de 1930, o movimento migratório campo-cidade foi intensificado, dentre outras medidas, com a regulamentação do trabalho urbano, incentivo à industrialização e construção da infraestrutura industrial (MARICATO, 2003). Com isso, a urbanização brasileira torna-se fortemente vinculada às necessidades econômicas, que se impõem às dinâmicas urbanas na totalidade do território (SANTOS, 1993). Nesse período, as cidades passaram por importantes mudanças em sua configuração territorial, na estrutura da produção material e nas formas de produção não-material, fatores preponderantes para o entendimento da reorganização do espaço. Conforme explicitado por Milton Santos:

Há um desenvolvimento muito grande da configuração territorial. A configuração territorial é formada pelo conjunto de sistemas de engenharia que o homem vai superpondo à natureza, verdadeiras próteses, de maneira a permitir que as condições de trabalho dos períodos que se sucedem estejam aí presentes. Esse desenvolvimento da configuração territorial vem com um desenvolvimento exponencial do sistema de transportes e do sistema de comunicações, nas mais diversas formas. Outro aspecto importante a levar em conta é o enorme desenvolvimento da produção material. A produção material brasileira muda de estrutura; a estrutura da indústria muda, a estrutura da circulação e da distribuição mudam, a do consumo muda exponencialmente;

todos esses dados da vida material conhecem uma mudança extraordinária, ao mesmo tempo em que há uma disseminação no território dessas novas formas produtivas. [...] Outro dado importante a considerar é o desenvolvimento das formas de produção não-material [...]: da saúde, da educação, do lazer, da informação e até mesmo das esperanças. São formas de consumo não-material que se disseminam sobre o território (SANTOS, 1989, p. 6-7).

O surgimento e a intensificação das novas funções econômicas e de novos padrões de organização espacial promoveram, como consequência, uma constante expansão do tecido urbano, bem como uma reconfiguração da rede urbana brasileira (MATOS, 2005). A população urbana brasileira, que nos anos 1900 era próxima a 10%, em 1940 passou para 26,3% (SANTOS, 1993). Atualmente, representa mais de 85% da população total (IBGE, 2020). Contudo, parte da população que migrava do campo para as cidades não encontrava acesso adequado à habitação ou aos serviços e equipamentos urbanos, fazendo com que áreas cada vez mais distantes dos centros fossem sendo ocupadas, inclusive, em situações irregulares e com a formação de assentamentos precários (MARICATO, 2003). Com isso, surgem novas e urgentes demandas das camadas populares, nas mais diversas áreas e distintas infraestruturas, como habitação, saneamento básico, transportes, entre outras. Como destacado por Ermínia Maricato:

Trata-se de um gigantesco movimento de construção urbana necessário para o assentamento residencial dessa população, bem como para a satisfação de suas necessidades de trabalho, abastecimento, transporte, saúde, energia, água, etc. Ainda que o rumo tomado pelo crescimento urbano não tenha respondido satisfatoriamente a todas essas necessidades, o território foi ocupado e foram geradas condições para viver nesse espaço (MARICATO, 2000, p. 21).

Pautada na acumulação do capital, a produção do espaço urbano é a condição, meio e produto da reprodução social (CARLOS, 2015). No entanto, a sua organização não ocorre de forma harmoniosa, dada a existência de conflitos inerentes aos distintos interesses e necessidades das classes sociais e dos agentes de produção. Com o avanço da urbanização, o Estado vê-se diante da incapacidade (e/ou falta de interesse) de provisão das demandas dos estratos mais populares. Com isso, amplia-se uma série de problemas relacionados ao crescimento urbano acelerado e à gestão ineficiente e desarticulada do espaço urbano no país,

dentre eles aqueles relacionados a acessibilidade e mobilidade nos sistemas de transporte. As diferenças de acessibilidade, no sentido amplo de acesso, se traduzem no incremento da segregação socioespacial e refletem em vantagens ou desvantagens locacionais, de acordo com a provisão de serviços, equipamentos, infraestruturas e condições adequadas de habitação (MARICATO, 2003). O modelo de urbanização adotado nas cidades brasileiras apresenta-se como um processo segmentado e repleto de contradições, onde há, simultaneamente, a modernização das atividades industriais e a expansão da pobreza (SANTOS, 2017).

Ao passo que a população se expandia no país, o PIB (Produto Interno Bruto) também crescia de maneira acelerada entre as décadas de 1940 a 1980, apresentando índices superiores a 7% ao ano (MARICATO, 2000). O novo padrão de desenvolvimento econômico adotado no período em que ocorreu o “milagre econômico” brasileiro foi potencializado pela inflação baixa e crescente industrialização, incluindo a atração da indústria automobilística internacional por meio do Programa de Metas implementado pelo Governo de Juscelino Kubitschek (1956-1960). Conforme apontado por Cardoso (2007, p. 4), “o curto, porém intenso período de dinamismo econômico nacional promoveu a emergência de novas classes médias, e, por conseguinte, um crescimento sem precedentes da produção e do consumo do transporte motorizado individual”.

O espaço urbano, definido por Roberto Côrrea (2012) com um espaço simultaneamente fragmentado e articulado, se materializa nos diferentes usos da terra justapostos, que determinam a organização espacial da cidade. Por sua vez, cada uma das partes da cidade mantém relações espaciais com as demais, determinando, assim, a sua articulação, manifestada, por exemplo, através do fluxos de veículos e pessoas, cuja articulação do espaço urbano se potencializa com massificação do consumo de veículos motorizados, principalmente do automóvel, trazendo significativas mudanças culturais, sociais e do conjunto do ambiente construído. Com o constante incentivo ao rodoviarismo por parte das políticas públicas brasileiras e com a construção de infraestruturas que priorizassem os modos individuais, como avenidas, vias expressas, túneis e viadutos, os veículos motorizados passaram a se inserir de forma gradativa (e agressiva) no cotidiano urbano, tanto nas operações de carga e descarga de mercadorias quanto nos deslocamentos de pessoas para os seus mais diversos fins (CARDOSO, 2007). O espaço urbano tornou-se cada vez mais espraiado e as cidades sofreram (e sofrem) com o aumento das distâncias necessárias aos deslocamentos cotidianos associado a uma série de condições inadequadas que, afetam diretamente a qualidade de vida da população, dados os

recorrentes congestionamentos, transporte coletivo deficitário, alto grau de dependência dos modos motorizados, aumento dos índices de acidentalidade e mortes no trânsito.

O espaço urbano brasileiro caracteriza-se por sua forma marcadamente desigual e cercada de contradições e conflitos inerentes aos desejos e necessidades dos agentes de produção do espaço, gerando alto nível de exclusão social e periferização da população mais pobre, cujos reflexos são extensivos ao sistema de transporte. Da mesma forma, a instituição de políticas de priorização do transporte motorizado também afeta de forma distinta as classes/grupos sociais. O impacto dessas políticas privilegiou uma minoria da população brasileiras inseridas nos estratos de renda média e alta, potencializando a segregação social, econômica e espacial nas cidades, como apontado por Eduardo Vasconcellos:

Sob o ponto de vista dos grupos sociais, o impacto das políticas privilegiou claramente os estratos de renda média e alta, que corresponderam a uma minoria entre os brasileiros. A construção do espaço do automóvel foi, na realidade, a construção do espaço das classes médias, que utilizaram o carro de forma crescente para garantir sua reprodução social e econômica. Tal uso foi permanentemente incentivado pelos formuladores e operadores de políticas públicas – eles próprios, em sua maioria, pertencentes a camadas de renda mais alta (VASCONCELLOS, 2017, p. 49).

Para atender à crescente demanda pelo uso do automóvel e demais modos motorizados, o planejamento governamental buscou equipar as áreas urbanas com uma série de infraestruturas viárias (ruas, avenidas, obras de arte especiais, e, inclusive, rodovias) que trouxessem maior fluidez para os veículos. No entanto, a presença dessas infraestruturas destruíram a fisionomia de bairros, ofuscaram a verdadeira função das ruas, criaram o efeito de barreiras, separaram vizinhos e afetaram diretamente as relações sociais (VASCONCELLOS, 2006; CARLOS, 2015). Com o passar dos anos, os veículos foram se apoderando do espaço urbano e os pedestres acabaram por perder espaço e prioridade. As ruas foram se tornando cada vez mais impessoais e, conseqüentemente, territórios ocupados por pessoas anônimas, visto que a nova dinâmica fez por reduzir os contatos entre as pessoas que utilizam as calçadas na vida cotidiana (JACOBS, 2011).

Ao longo do processo de estruturação das cidades, desde o período colonial, que ocorreu sem um planejamento efetivo que orientasse o traçado e a expansão desse sistema, pouco se fez

para garantir segurança e conforto ao ato de caminhar. O pedestre já costumava ser a parte menos favorecida e a inexistência de calçadas adequadas obrigava as pessoas a circularem em vias tortuosas e compartilhadas com veículos de tração animal, como carroças e carruagens (MALATESTA, 2017). A atual condição de circulação dos pedestres nas principais cidades do país não é muito diferente, com a ampliação do espaço de circulação dos veículos, agora motorizados, precariedade ou inexistência de calçadas e falta de acessibilidade, o que inibe uma maior utilização dessa forma de mobilidade. Os veículos motorizados, por sua vez, potencializam os riscos, sendo possível notar uma série de conflitos decorrentes do crescimento do fluxo de veículos com a mobilidade e acessibilidade da população no espaço urbano. As contradições tornam-se mais evidentes quando observadas as disputas entre veículos e pedestres em vias que operam com velocidades elevadas, como no caso das rodovias urbanas.

As rodovias que interceptam áreas urbanas são um dos grandes desafios na gestão e planejamento da acessibilidade e mobilidade urbana. Apesar de serem úteis para locomoção inter e intrarregional, tanto de cargas como de pessoas, as rodovias urbanas tornaram-se verdadeiras barreiras ao deslocamento a pé das populações do entorno. Mindell e Karlsen (2012) destacam que essa segregação socioespacial, ocasionada pela velocidade e pelo volume do tráfego de veículos, reduz potencialmente a atividade física, os contatos sociais, as brincadeiras infantis e o acesso a bens e serviços. Anciaes *et al.* (2016), ao reafirmarem que o tráfego rodoviário motorizado contribui para a separação física e psicológica dos bairros, acreditam que geram possíveis efeitos sobre a saúde e o bem-estar dos moradores locais. Para além da barreira física decorrente do tráfego de veículos e da própria via, a presença de rodovias em áreas urbanas também se destaca negativamente ao expor o pedestre a enormes riscos ao caminhar, sobretudo durante a travessia entre as margens. Não são raros os registros de atropelamentos, em muitos casos com fatalidade ou consequências graves à saúde dos pedestres nestes locais.

Do ponto de vista do pedestre, os desejos de deslocamentos de uma margem à outra, dada a expansão e transformação do tecido urbano e da oferta de bens e serviços, são supostamente supridos com a construção de travessias subterrâneas ou passarelas, sendo o último dispositivo amplamente utilizado nas principais rodovias brasileiras. Entretanto, passarelas mal concebidas e mantidas com precariedade induzem que muitos usuários potenciais acabem por evitar sua utilização e se arrisquem na travessia em nível entre os

veículos. As condições de caminhabilidade¹ nesses casos fazem com que os pedestres se tornem mais vulneráveis aos riscos durante a travessia e, conseqüentemente, aos atropelamentos e sinistros² de trânsito. Por estarem inseridas no espaço urbano, essas rodovias têm, ainda, seu uso original modificado pela intensa utilização, caracterizando-se, em muitos casos, como vias de trânsito urbano. O Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, popularmente conhecido como Anel Rodoviário de Belo Horizonte, tornou-se, ao longo dos últimos anos, um típico exemplo de conflitos e contradições no espaço urbano, tanto de mobilidade como de acessibilidade.

Inicialmente construído para reduzir o fluxo de veículos de passagem pela Área Central da Capital mineira, oriundos das rodovias BR-040, BR-262 e BR-381, o Anel Rodoviário teve seu uso modificado desde sua inauguração, na década de 1960, se tornando um dos corredores de trânsito urbano mais movimentados da cidade. Essa inversão de uso (de rodovia para via urbana) se deu, principalmente, pelo expressivo crescimento populacional regional, especialmente de Belo Horizonte e dos municípios metropolitanos, potencializado pela sua localização estratégica, que contempla seis das nove regionais administrativas do município e cruza com algumas das principais vias da cidade ao longo 26,2 quilômetros de extensão. Com consequência do crescimento da frota de veículos de carga e passeio e expansão do tecido urbano, a via tornou-se responsável por uma parcela significativa dos sinistros de trânsito no município, principalmente em relação aos atropelamentos com vítimas fatais. Vários eventos criaram a fama (não sem justa causa), exposta na mídia e presente no domínio do senso comum, de uma zona trágica de circulação na capital.

Diante do contexto apresentado, surgem algumas questões: Até que ponto as rodovias urbanas são manifestações de contradições e conflitos no espaço urbano, especialmente no que se refere ao uso pessoal e/ou a circulação de veículos (espaço de vivência ou de fluxo)? Essas rodovias são barreiras cujos efeitos relacionam-se com a estrutura de transporte, com reflexos na potencialidade de mobilidade e acessibilidade da população? O efeito barreira é de fato

¹ O conceito de caminhabilidade aqui apresentado está relacionado às condições que um determinado ambiente construído possui para suportar e encorajar o caminhar, e pode ser definido como a qualidade do ambiente de caminhada (PARK, 2008).

² De acordo com a NBR 10697:2020, a terminologia mais atualizada para se referir aos ‘acidentes de trânsito’ é ‘sinistros de trânsito’, cuja definição está relacionada a “todo evento que resulte em dano ao veículo ou à sua carga e/ou em lesões a pessoas e/ou animais, e que possa trazer dano material ou prejuízos ao trânsito, à via ou ao meio ambiente, em que pelo menos uma das partes está em movimento nas vias terrestres ou em áreas abertas ao público” (ABNT, 2020, p. 1). Dessa forma, considera-se esse o termo mais adequado para ser utilizado para ao longo da presente tese.

observável no Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo na atualidade? Em que medida os fluxos de pedestres são impactados quanto a mobilidade, acessibilidade e risco de atravessamento?

Frente a essas questões, esta tese tem por objetivo analisar, com base na proposição de indicadores de mobilidade, acessibilidade e risco, a mobilidade pedonal no entorno do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo em Belo Horizonte (MG), reflexo dos possíveis conflitos e contradições impostos ao fluxo de pedestres no local. Em um primeiro momento, propõe-se a estimação dos atravessamentos de pedestres entre as margens da rodovia (dos cruzamentos nos dois sentidos), bem como a identificação das características dos pedestres que realizam esses movimentos, tendo como base a utilização de dados da série histórica recente da Pesquisa Origem e Destino da Região Metropolitana de Belo Horizonte (1992-2002-2012). Analisou-se, ainda os fatores preponderantes para a avaliação do risco potencial de atravessamento, como fluxo de veículos, acidentalidade, características socioeconômicas dos pedestres, desejos de acesso e densidade de ocupações irregulares.

Além de necessários ao atendimento da demanda decorrente dos serviços e funções urbanas, das necessidades decorrentes do ir e vir cotidiano, os sistemas de transportes também possuem o poder indutor do crescimento urbano ao estimular a atividade econômica e a expansão populacional em locais onde a infraestrutura é alocada. Com isso, podem-se estabelecer relações de interdependência entre a produção do espaço urbano e provisão de acessibilidade e mobilidade. Nesse sentido, a hipótese central da tese é de que o Anel Rodoviário de Belo Horizonte, além de se constituir em uma das manifestações concretas de contradições e conflitos sociais mais amplos, decorrentes especialmente de fatores estruturais inerentes a cada sociedade, é também indutor de outras contradições e conflitos, notadamente aquelas existentes entre o espaço de uso dos pedestres e a circulação de veículos, que não raro inibem o próprio potencial de acessibilidade e mobilidade local por meio da caminhada.

A importância acadêmica dessa pesquisa de tese, que permeia algumas áreas tradicionais da Geografia, como a geografia urbana, geografia da população e geografia dos transportes, se destaca ao oferecer uma visão mais integrada e multidisciplinar de dimensões, aspectos e conceitos indissociáveis a uma análise espacial, conforme a própria temática exige. Ainda, chama atenção sua relevância social, visto que a tese aborda uma área de estudo que afeta diretamente o cotidiano da população belo-horizontina, o Anel Rodoviário. Trata-se de uma rodovia incrustada na área urbana do município que apresenta uma série de problemas que atinge a população do entorno, incluindo aqueles que usam o espaço para se deslocar, e tem

ganhado impacto na mídia por ser palco recorrente de sinistros de trânsito, com destaque para os atropelamentos. No atual cenário em que a dimensão humana tem sido priorizada nos projetos de mobilidade urbana nas cidades brasileiras, mesmo que teoricamente por meio da promulgação da Política Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012), com os resultados aqui obtidos pretende-se, inclusive, fornecer subsídios para compreensão da problemática local pelos gestores públicos e pela sociedade em geral, considerando visões de sustentabilidade, qualidade do espaço urbano, mobilidade e direito à cidade.

Esta tese é composta por cinco capítulos, além da introdução e das considerações finais. No primeiro e no segundo capítulos serão apresentados os embasamentos teórico-conceituais e terceiro capítulo se refere ao contexto histórico de criação do Anel Rodoviários, necessários a toda a argumentação subsequente e interpretação dos resultados trazidos pela pesquisa.

O Capítulo 1, intitulado *RODOVIAS URBANA E EFEITO BARREIRA*, busca discutir e estabelecer um diálogo entre os conceitos de espaço urbano, mobilidade e acessibilidade, relacionando-os com os impactos e contradições notados a partir da inserção de rodovias no ambiente urbano e da ocorrência do fenômeno conhecido como “efeito barreira”.

O Capítulo 2, *O PEDESTRE E O ESPAÇO URBANO: CONFLITOS E CONTRADIÇÕES*, traz reflexões sobre a histórica relação entre o pedestre e a cidade, introduz o conceito de caminhabilidade ao discutir os conflitos e contradições na mobilidade e acessibilidade dos pedestres no espaço urbano, bem como as características e consequências da ocorrência do efeito barreira para os pedestres que circulam nas áreas lindeiras às rodovias urbanas.

O Capítulo 3, *ORIGENS E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO ANEL RODOVIÁRIO DE BELO HORIZONTE*, trata especialmente da situação da mobilidade urbana em Belo Horizonte e da área de estudo, apresentando uma contextualização histórica, delimitando e caracterizando o Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo.

O Capítulo 4 detalha a *METODOLOGIA DE PESQUISA*, tendo como norte o objetivo central da tese. São apresentadas as bases, os recortes e unidades espaciais, os métodos e procedimentos metodológicos utilizados.

Ademais, no Capítulo 5 são apresentados os resultados da pesquisa, a começar pela análise histórica dos atravessamentos de pedestres no Anel Rodoviário de Belo Horizonte, bem como das características socioeconômicas dos pedestres que realizam esse tipo de deslocamento

cotidianamente. E, como essência dos resultados, são analisados os indicadores de mobilidade, acessibilidade e risco de travessia propostos nesse trabalho.

1 RODOVIAS URBANAS E O EFEITO BARREIRA

[...] Há um conflito nas cidades do mundo em desenvolvimento por dinheiro, por investimentos do governo. Se mais dinheiro é investido em rodovias, claro que haverá menos dinheiro para moradia, para escolas, para hospitais, e também há um conflito por espaço. Há um conflito por espaço entre aqueles que têm carros e aqueles que não têm. [...] Realmente, uma questão ideológica e política muito importante em qualquer lugar é como distribuir esse recurso mais valioso de uma cidade, que é o espaço rodoviário. Uma cidade poderia encontrar petróleo ou diamantes sob o solo e isto não seria tão valioso quanto o espaço rodoviário. Como distribuí-lo entre pedestres, bicicletas, transporte público e carros?

[...] E eu acredito que nossas cidades hoje têm falhas graves, e que cidades diferentes e melhores poderiam ser construídas. O que há de errado com nossas cidades hoje? Bem, por exemplo, se dizemos a qualquer criança de três anos de idade, que mal sabe falar, em qualquer cidade do mundo hoje: "Cuidado, um carro!", a criança vai pular assustada, e com uma boa razão, porque são mais de 10 mil crianças que são mortas por carros a cada ano no mundo. Nós temos cidades há 8.000 anos, e crianças podiam sair de casa e brincar. De fato, só bem recentemente, antes de 1900, não havia carros. Os carros estão por aí realmente há menos de 100 anos. Eles mudaram as cidades completamente. Em 1900, por exemplo, ninguém era morto por carros nos Estados Unidos. Apenas 20 anos depois, entre 1920 e 1930, quase 200 mil pessoas foram mortas por carros nos Estados Unidos. Só em 1925, quase 7.000 crianças foram mortas por carros nos Estados Unidos. Então, nós poderíamos construir cidades diferentes, cidades que dariam mais prioridade aos seres humanos do que aos carros, que dariam mais espaço público aos seres humanos do que aos carros, cidades que demonstrariam grande respeito por aqueles cidadãos mais vulneráveis, como crianças e idosos (Henrique Peñalosa, 2013).

A cidade, na perspectiva de materialização do urbano, se configurara ao longo da história como um espaço de concentração do habitat e (re)produção humana, caracterizado por reunir edificações, vias de circulação e equipamentos utilizados cotidianamente pelos seus habitantes para realização das mais diversificadas atividades sociais. Dessa forma, a cidade surge como “locus de uma produção material e imaterial que cresce continuamente e é por meio dela que, na atualidade, o cotidiano se realiza englobando o modo de vida urbano e toda sua complexidade” (OLIVEIRA, 2020, p. 252).

No âmbito da mobilidade urbana, nota-se, atualmente, no cotidiano das cidades brasileiras, mas não exclusivo a elas, consequências da histórica priorização dada aos modos de transporte motorizados, principalmente aos automóveis. Ressalta-se que os veículos são peças fundamentais no funcionamento das cidades modernas e “costumam ser convenientemente rotulados de vilões e responsabilizados pelos males das cidades e pelos insucessos e pela inutilidade do planejamento urbano” (JACOBS, 2011, p. 5). Seria muito simplório resumir a culpa aos veículos motorizados. O fato é que, diante da complexidade que permeia o ambiente urbano, observa-se uma maior facilidade em compreender as necessidades dos automóveis do que as demais necessidades das cidades, refletindo em um planejamento urbano displicente e, conforme enfatizado por Jane Jacobs (2011, p. 6), pouco preocupado em compreender “como funciona a cidades e de que mais ela necessita nas ruas”.

Nesse sentido, o presente capítulo busca construir a primeira etapa teórica da tese, com o intuito de compreender o significado das infraestruturas de transportes no processo de produção e reprodução do espaço urbano, tendo como foco os efeitos das rodovias urbanas. Ainda, é colocado em discussão o papel do rodoviarismo e a implementação de rodovias urbanas na estruturação e conformação do espaço urbano brasileiro, bem como os efeitos decorrentes do fenômeno intitulado “efeito barreira”.

1.1 A (RE)PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO E OS TRANSPORTES

O espaço urbano sempre se mostrou como um objeto ou campo de indagações sobre os padrões de uso, ocupação e distribuição dos grupos sociais, desde às abordagens clássicas até as reflexões mais contemporâneas. Tradicionalmente, o urbano era concebido por aquilo que

ele variava do campo (quantidades de fluxos, informações, desordem etc.), não apenas como uma unidade geográfica e ecológica, mas, também, uma unidade econômica baseada na divisão do trabalho, conforme contribuições da Escola de Chicago³ e de seu mais proeminente teórico Robert Park (1916). Com a migração da população dos campos para as cidades e a expansão das áreas urbanas ocasionada pela Revolução Industrial, os problemas sociais se mostraram evidentes, como a criminalização e falta de habitação, o que incentivou a investigação de fatores que influenciavam o ordenamento da população. Os transportes, assim como as comunicações e as construções, eram considerados elementos que tendiam a ocasionar maior mobilidade⁴ e maior concentração das populações urbanas. No entanto, as “ideologias urbanas” levadas a cabo por essa geração de teóricos não permitiam captar o que era próprio ao urbano (CASTELLS, 2000) ao naturalizar os processos de ocupação do espaço e exclusão de determinados grupos sociais, interpretando-os como um fenômeno “natural” e essencialmente transitório, já que figurava apenas como o estágio inicial de adaptação ao meio urbano dentro de um processo de mobilidade residencial mais complexo” (TREUKE, 2019, p. 126).

Posteriormente, no período conhecido como neomarxista, a análise urbana foi desenvolvida com base na teoria da economia política urbana, para qual a produção do ambiente construído passa a ser elucidada pela lógica da acumulação. A fundamentação marxista do capital e das lutas de classe se tornaram peças essenciais no desenvolvimento teórico sobre o processo de produção do espaço. Para David Harvey, um dos autores seminais dessa corrente teórica, a base econômica das cidades se tornou o eixo norteador para o conhecimento do processo urbano. No processo urbano capitalista, o ambiente construído é produzido com o intuito de permitir a movimentação dos fluxos de produção, circulação, troca e consumo, implicando na criação de infraestruturas físicas materiais com a finalidade de atender às necessidades da burguesia de acordo com os seus aspectos de consumo. O Estado atua como um agente facilitador dos fluxos de capitais para a produção do ambiente urbano e o caráter de

³ A Escola de Chicago diz respeito a um grupo de pesquisadores oriundos da Universidade de Chicago que, a partir da década de 1920, se aprofundaram em teorias sobre a temática sociológica e psicológica concernente ao urbano. O descomunal crescimento das cidades norte-americanas, fortemente marcado pela precariedade e pela diversidade dos espaços e formas, motivaram os estudos com enfoque nas problemáticas urbanas, realizados, sobretudo, por Robert Park e Louis Wirth.

⁴ Conforme pontuado por Cardoso (2007), o conceito de mobilidade, isoladamente, pode inúmeras interpretações, podendo estar relacionado à mobilidade social, residencial, espacial, entre outras. Todavia, para o desenvolvimento do presente trabalho será considerada a mobilidade associada à condição em que realizam os deslocamentos e à disponibilidade de modos de transporte.

classe da sociedade capitalista se traduz no domínio do trabalho pelo capital⁵, sendo a acumulação o meio pelo qual a classe capitalista se reproduz (HARVEY, 1981). Todavia, mesmo apresentando grandes avanços quanto a compreensão do espaço urbano no capitalismo, as considerações teóricas da economia política marxista apresentam fragilidades no tocante a não incorporação das dimensões política e social na interpretação dos processos urbanos, conforme pontuado por Costa (2003). Com isso, o ambiente construído representava, nesse contexto, uma extensão do capital fixo da produção para o espaço urbano, não se constituindo como um espaço social. Logo, as teorias negavam a validade das percepções subjetivas que orientam o comportamento humano (COSTA, 2003).

No contexto dos debates recentes sobre a escala e a teoria socioespacial, Henri Lefebvre traz importantes contribuições para o entendimento do espaço urbano como um conjunto de relações sociais e de reprodução da cotidianidade, para além da lógica do capital marxista. Diante desse prisma, a cidade deixou de ser visualizada apenas como uma unidade espacial dissociada de processos macrossociais e macroeconômicos, passando a ser compreendida como um “espaço socialmente (re)produzido que refletia a luta de classes sociais e a hegemonia do mercado imobiliário capitalista consolidada pela atuação do Estado através das políticas urbanas” (TREUKE, 2019, p. 126).

A partir do conceito de economia política do espaço, Lefebvre (2013) trata a relação entre o espaço e a sociedade e propõe que as análises sobre a urbanização focassem no processo, incorporando a dimensão política do espaço na teoria e na prática. Nesse contexto, o capitalismo é dado como o processo e o espaço urbano é o produto desse processo, conforme elucidado por Lefebvre:

Enquanto produto, por interação ou retroação, o espaço intervém na própria produção: organização do trabalho produtivo, transportes, fluxos de matérias-primas e de energias, redes de repartição de produtos. À sua maneira produtivo

⁵ Sob a ótica da teoria marxista, uma classe de capitalistas (a classe burguesa) detêm os meios de produção (agrário, industrial, comercial e financeiro) de forma centralizada e monopolizada e cresce às custas da exploração das classes trabalhadoras, organizando esse processo com o objetivo de produzir lucro. O trabalhador tem controle apenas sobre sua força de trabalho que é transformada em mercadoria, cujo preço de troca (salário mínimo) é utilizado para assegurar a sua subsistência e da sua família. A diferença entre o valor da força de trabalho e o valor do produto realizado no mercado constitui a mais-valia. A dominação da classe trabalhadora surge justamente nesse cenário em que o trabalhador deve render ao capitalista um lucro (mais-valia) em troca de um salário mínimo. Por sua vez, o lucro gerado nesse processo de dominação é mantido e repartido entre as diversas fracções da classe burguesa: a renda para o proprietário fundiário, o juro para o banqueiro e o lucro para o empresário agrário, industrial, comercial ou de serviços (HARVEY, 1981; SILVA, 2009).

e produtor, o espaço (mal ou bem organizado) entra nas relações de produção e nas forças produtivas. Seu conceito não pode, portanto, ser isolado e permanecer estático. Ele se dialetiza: produto-produtor, suporte de relações econômicas e sociais (LEFEBVRE, 2013, p. 125).

Costa (2003) afirma que a teoria lefebvriana de produção do espaço contribuiu para o avanço do conhecimento em relação aos processos socioespaciais, permitindo a construção de hipóteses norteadoras para a análise urbana. Diante das inspirações trazidas por Lefebvre e buscando sobrepor as limitações teóricas convencionais, Mark Gottdiener (2016) compreende o espaço urbano como uma forma qualitativamente nova de espaço, sendo produto de transformações da organização social. O autor incorpora a dimensão das transformações sociais e culturais em sua relação dialética com o espaço e valoriza a natureza multifacetada como aspecto mais importante na compreensão do espaço urbano. Assim,

O espaço não pode ser reduzido apenas a uma localização ou às relações sociais da posse da propriedade — ele representa uma multiplicidade de preocupações sociomateriais. O espaço é uma localização física, uma peça de bem imóvel, e ao mesmo tempo uma liberdade existencial e uma expressão mental. O espaço é ao mesmo tempo o local geográfico da ação e a possibilidade de engajar-se na ação. Isto é, num plano individual, por exemplo, ele não só representa o local onde ocorrem os eventos (a função do receptáculo), mas também significa a permissão social de engajar-se nesses eventos (GOTTDIENER, 2016, p. 127).

Ana Fani Carlos (2015), uma importante autora brasileira na área de Geografia Urbana, considera o espaço urbano como uma dimensão espacial da ação humana. Seja qual for, efetivamente se realiza por meio de processos econômicos, sociais, culturais e ambientais. Ao se considerar que a produção do espaço é condição, meio e produto da reprodução social, “constrói-se a hipótese de que a acumulação do capital se realiza através da reprodução do espaço urbano” (CARLOS, 2015, p. 1). Por esse motivo, o espaço, bem como os demais produtos do trabalho humano, torna-se, sob o capitalismo, uma mercadoria, revelando-se, assim, a primeira de inúmeras contradição observadas ao longo desse processo.

Para Corrêa (1993, p. 13), o espaço urbano é “simultaneamente fragmentado, articulado, reflexo social, condição social, campo simbólico e campo de lutas”, evidenciando a “a riqueza

de abordagens que o espaço urbano pode ser considerado”. Posto isto, a organização socioespacial das cidades está associada à produção, manutenção e reprodução dos padrões de usos da terra. Ainda segundo esse mesmo autor, o espaço urbano (como espaço fragmentado) se materializa em um conjunto de diferentes usos da terra justapostos entre si, e tais usos definem áreas como: centrais, comerciais, residenciais, industriais, e outras:

O espaço urbano aparece, no primeiro momento de sua apreensão, como um espaço fragmentado, caracterizado pela justa posição de diferentes paisagens e usos da terra. Na grande cidade capitalista estas paisagens e usos originam um rico mosaico urbano constituído pelo núcleo central, a zona periférica do centro, áreas industriais, sub-centros terciários, áreas residenciais distintas em termos de forma e conteúdo, como as favelas e os condomínios exclusivos, áreas de lazer e, entre outras, aquelas submetidas à especulação visando a futura expansão. O arranjo espacial da fragmentação pode variar mas ela é inevitável (CORRÊA, 1993, p. 13).

Os diferentes usos da terra se traduzem na organização espacial da cidade, gerada como consequência da ação de agentes sociais que possuem interesses, estratégias e práticas espaciais próprias, em um processo historicamente contraditório e conflituoso entre eles mesmos e com outros segmentos da sociedade (CARLOS, 2015). Para além da estrutura, o espaço urbano possui: forma, definida como o aspecto visível que pode se estabelecer em um padrão espacial; e função, determinada pelas atividades a serem desempenhadas (MARTINE; MCGRANAHAN, 2010). A fragmentação ora posta não se realiza em uma única etapa, apesar da forte inércia das estruturas fixadas pelo homem. Pelo contrário, a forma e a função das áreas urbanas são constantemente refeitas pelas dinâmicas socioeconômicas e pela ação dos agentes modeladores do espaço, “inseridos na temporalidade e na espacialidade de cada formação socioespacial capitalista” (CORRÊA, 2012, p. 44).

Corrêa (2004) traz uma importante análise para a compreensão das mudanças do conteúdo e das formas das áreas urbanas, contudo as brasileiras, ocasionadas pelas ações dos agentes sociais, sendo estes: os proprietários dos meios de produção, os proprietários fundiários, os promotores imobiliários, o Estado e os grupos sociais excluídos. O autor reflete que cada agente atua a partir de estratégias que variam no tempo e no espaço, no entanto, suas ações ocorrem dentro de um marco jurídico regulatório que reflete os interesses do agente dominante,

escancarando os conflitos na reprodução do espaço e implicando na continuidade do processo de acumulação.

Em primeiro lugar, a ação destes agentes se faz dentro de um marco jurídico que regula a atuação deles. Este marco não é neutro, refletindo o interesse dominante de um dos agente, e constituindo-se, em muitos casos, em uma retórica ambígua, que permite que haja transgressões de acordo com os interesses do agente dominante. [...] Em segundo lugar, convém apontar que, ainda que possa haver diferenciações nas estratégias dos três primeiros agentes, bem como conflitos entre eles, há entretanto dominadores comuns que os unem: um deles é a apropriação de uma *renda da terra*. Por outro lado, a ação desses agentes serve ao propósito dominante da sociedade capitalista, que é o da reprodução das relações de produção, implicando a continuidade do processo de acumulação e a tentativa de minimizar os conflitos de classe, este aspecto cabendo particularmente ao Estado (CORRÊA, 2004, p. 12).

A materialização dos processos sociais na forma de um ambiente construído sofre distintas interferências dos agentes com base nas necessidades particulares e nas estratégias e ações concretas desempenhadas. Com isso, o papel da terra urbana também varia para cada agente que a detêm, conforme elucidado nos parágrafos seguintes.

Os proprietários dos meios de produção são, usualmente, os grandes proprietários industriais e as grandes empresas comerciais que, devido ao seu porte e atuação, necessitam de áreas amplas, baratas, acessíveis aos agentes consumidores e servidas por uma boa rede transportes. Sua ação reproduz uma nova lógica relacionada à utilização da terra, dos recursos naturais, do trabalho, dentre outros tipos de apropriação, e está intimamente vinculada à especulação fundiária. Corrêa (2004, p. 14) ressalta que se por um lado a ação desses agentes “onera os custos de expansão na medida em que esta pressupõe terrenos amplos e baratos”, por outro, o “aumento do preço dos imóveis, resultante do aumento do preço da terra, atinge os salários da força de trabalho” devido à pressão, do próprios trabalhadores, por salários mais elevados. Dessa forma, a atuação dos proprietários dos meios de produção valoriza a terra urbana, interfere decisivamente na localização de outros usos e repercute diretamente na sociedade.

A especulação fundiária é, em sua essência, de interesse dos proprietários fundiários, que atuam no sentido de obterem a maior renda fundiária de suas propriedades, visto que a retenção de terras cria uma escassez de oferta e o aumento do preço, o que possibilita ampliar

o valor de (troca da) terra⁶ (CORRÊA, 2004). As vantagens locacionais, como condições ecológicas diferenciadas e existência de eixos de circulação, tornam-se diferenciais condicionantes da expansão urbana e da valorização da terra. Por sua vez, a demanda de terras (e de habitações) passa a depender do aparecimento de novas camadas sociais que possuam renda suficiente para se inserir nesse mercado (CORRÊA, 2004), aprofundando a hierarquização e acelerando as desigualdades espaciais. A atuação destes agentes evidencia o modo de reprodução capitalista voltado para a contínua valorização do capital, conforme elucidado por Carlos (2009):

O modo de produção capitalista produz um espaço como todo o modo de produção. Mas aqui a produção só ocorrerá se permitir a valorização do capital. Na produção do espaço há algo mais, um lado estratégico e político de grande importância, pois não é uma produção qualquer. Acrescenta algo decisivo a essa produção, posto que é também reprodução das relações de produção (CARLOS, 2009, p. 76).

Os promotores imobiliários são os agentes que realizam, parcialmente ou totalmente, as operações de incorporação, financiamento, estudo técnico, construção e comercialização do imóvel, sendo que um agente pode realizar, simultaneamente, uma ou mais operações dentre as relacionadas (CORRÊA, 2004). Silveira e Cocco (2013) ressaltam que, no cenário brasileiro, a estratégias do capital imobiliário se converge com as dos proprietários fundiários urbanos, em diferentes escalas, provocando o espraiamento do tecido urbano. Ainda, a ação desses agentes impacta o provimento de uma infraestrutura de mobilidade urbana adequada, bem como de outros serviços básicos, e ampliam a exclusão das camadas populares.

No Brasil, nos vemos às voltas de um poderoso capital imobiliário - que não raro é sabotador dos planos diretores - que provoca urbanização dispersa e proprietários fundiários especuladores que emperram a provisão de

⁶ Em uma economia mercantil, uma mercadoria pode ser definida como uma riqueza que possui, ao mesmo tempo, *valor de uso* e *valor de troca*, sendo que o valor de uso está relacionado a capacidade de satisfazer as necessidades humanas e o valor de troca com o poder que a mercadoria tem de ser trocada por mercadorias outras (CARCANHOLO, 1998). A terra é comercializada como uma das mais importantes mercadorias no espaço urbano, porém, conforme evidenciado por Corrêa (2004), os proprietários fundiários se interessam, sobretudo, com o seu *valor de troca*, seguindo a lógica capitalista do lucro.

infraestruturas, ou seja, o transporte público não consegue se antecipar ou ser implementado de modo concomitante à urbanização (SILVEIRA; COCCO; 2013, p.49).

O Estado capitalista possui papéis diversos em relação à produção do espaço. Por se inserir no contexto econômico, social e político em diferentes momentos da dinâmica socioespacial de determinada região, o Estado atua como um mediador de diferentes interesses e conflitos. Santos (2008) pondera a iniciativa do Estado em promover o crescimento da economia urbana, destacando que:

Os Estados que fazem uma planificação mais ou menos atrevida (falaremos, aqui, sobretudo dos Estados capitalistas) têm um grande papel na criação de novas estruturas urbanas ou na modernização de antigas estruturas; o ritmo e as modalidades do crescimento econômico das cidades subdesenvolvidas são cada vez mais determinadas pela ação do Estado (SANTOS, 2008, p. 99).

As cidades, por intermédio do Estado, precisam de políticas públicas de desenvolvimento urbano para que se tornem local de produção e habitação. Dessa forma, o Estado torna-se responsável, dentre outras funções, pelo estabelecimento de marcos jurídicos, taxaço e controle do mercado fundiário, regulamentação do uso do solo, organização de mecanismos de créditos à habitação (CORRÊA, 2004). Gottdiener (2016) reforça que o Estado também possui um importante papel na construção e na manutenção do crescimento da cidade a partir do provimento de infraestruturas de produção para outros agente sociais, como as vias de tráfego.

As infraestruturas de transporte, por exemplo, possuem grande relevância ao possibilitar os deslocamentos de pessoas e cargas, fazendo com que aquele espaço urbano fragmentado ganhe unidade produtiva e torne-se articulado. Para Corrêa (1993), o espaço urbano articulado manifesta-se empiricamente através dos fluxos de pessoas e mercadorias, nos mais diversos motivos de deslocamentos:

Estão associados às operações de carga e descarga de mercadorias diversas, aos deslocamentos cotidianos em áreas residenciais e os diversos locais de

trabalho, aos deslocamentos para compra no centro da cidade ou nas lojas de bairro, às visitas aos parentes e amigos, às idas ao cinema, culto religioso, praia, parque, entre outros (CORRÊA, 1993, p. 15).

Para além da materialidade, a ação dos agentes sociais faz com que o espaço (re)produzido se sustente sob significados diversos, associados a estética, *status*, etnicidade e sacralidade (CORRÊA, 2012). Carlos (2015) menciona que, com o passar dos anos, o espaço se valoriza como expressão da realização da propriedade privada da riqueza, aprofundando as contradições na sua reprodução por redefinir os acessos aos lugares (e aos serviços), modificar as funções dos bairros em uma nova relação espaço-tempo e ampliar as diferenças entre as classes sociais.

No cenário brasileiro, assim como em grande parte das cidades capitalistas latino-americanas, a expansão urbana ocorreu de maneira acelerada ao longo do século XX devido ao rápido processo de industrialização, que intensificou a migração campo-cidade. A partir da década de 1960, o Brasil já era considerado um país urbano e a população passou a conviver com uma série de problemas relacionados à segregação urbana e à falta de infraestrutura para atendimento às demandas básicas. Isso porque o fenômeno do desenvolvimento das cidades ocorreu de forma amorfa, ou seja, o crescimento socioespacial das áreas urbanas foi desconcentrado, extrapolando as áreas centrais e se firmando nas periferias (GOTTDIENER, 2016), tanto pela valorização da terra quanto pela impossibilidade de expansão devido à escassez de terrenos, manifestando-se como uma nova contradição na produção do espaço urbano (CARLOS, 2015).

Ao longo desse processo, e ainda nos dias atuais, parcela significativa da população não possui renda para pagar o aluguel de uma habitação digna e muito menos para comprar um imóvel, delineando-se a situação social dos grupos excluídos que, além das submoradias, estão sujeitos a outros fatores com desempregos, doenças e subnutrição (CORRÊA, 2004). Quando da indisponibilidade de morar em áreas mais centrais, mesmo que em condições inadequadas – como cortiços e velhas residências, estas pessoas são direcionadas para loteamentos periféricos, áreas de ocupação irregular e favelas. Corrêa (2004, p.30) ressalta que “é na produção da favela, em terrenos públicos ou privados invadidos, que os grupos sociais excluídos tornam-se efetivamente, agentes modeladores, produzindo seu próprios espaço, na maioria dos casos independentemente e a despeito dos outros agentes”, sendo esse processo, ao mesmo tempo,

uma forma de resistência e uma estratégia de sobrevivência, liderado por pessoas que lutam pelo direito à cidade.

Como consequência, o espraiamento do tecido urbano, juntamente com a falta de políticas públicas eficazes, potencializaram as diferenças de acessibilidade entre as áreas ocupadas no espaço urbano, sendo a acessibilidade “o valor de uso mais importante para a terra urbana, embora toda e qualquer terra o tenha em maior ou menor grau”, enfatiza Flávio Villaça (1998, p. 74). Esta reflexão está em consonância com as discussões sobre a evolução das técnicas e dos objetos técnicos⁷ no espaço geográfico, estabelecidas por Santos (2017).

Em uma teoria em que o espaço é formado de objetos técnicos, Santos (2017) enuncia que, mesmo sendo universais, estes chegam de modo e intensidade diferentes e variam de acordo com as suas características e com o local no qual se instalam, concretizando-se, assim, as diferenças de acessibilidade, no sentido amplo de acesso. Dessa forma, traduz no incremento da segregação socioespacial e refletem em vantagens ou desvantagens locais, de acordo com a provisão de condições adequadas de habitação, equipamentos, serviços e infraestruturas, como de transportes (MARICATO, 2003).

As infraestruturas de transportes desempenham um papel fundamental na organização espacial da estrutura urbana (VILLAÇA, 1998). Pereira e Lessa (2011, p. 27) afirmam que “os sistemas de transportes são como uma forma de propagação do progresso técnico e da liberdade das pessoas” ao mesmo tempo que direcionam a expansão do capital pelo território. Dessa forma, as vias de circulação e os sistemas de transporte são fatores determinantes do preço da terra e condicionam o acesso ao solo urbano (CARLOS, 2015). Por exemplo, os grandes comércios “seriam incapazes de existir se não fossem servidos por vias rápidas, estacionamentos adequados e acessíveis, sistemas de transportes públicos com horários regulares” (SANTOS, 2017, p. 145). Sendo assim, investimentos em infraestrutura são de extrema importância por permitirem um crescimento sustentado da economia (BERTUSSI; ELLERY JUNIOR, 2012) e o progresso das áreas de ocupação humana (OLIVEIRA; TUROLLA, 2013).

Ao longo do processo de ordenamento territorial no país, a expansão das infraestruturas de transportes “levou à ocupação das áreas litorâneas e interioranas, estruturando as cidades

⁷ Para Santos (2017, p.16), as técnicas se traduzem como “um conjunto de meios instrumentais e sociais, com os quais o homem realiza sua vida, produz e, ao mesmo tempo, cria espaço” e os objetos técnicos funcionam como meio ou resultados de uma atividade técnica.

existentes, criando novas cidades, atraindo investimentos em novas atividades produtivas industriais, agrícolas e agroindustriais, e também dinamizando as atividades comerciais” (PEREIRA; LESSA, 2011, p. 26). No âmbito das áreas urbanas, as redes de transportes tornam-se essenciais para suprir as necessidades de deslocamentos e acesso às atividades cotidianas. Porém, as políticas de expansão dos transportes com foco nos modos terrestres, mais especificamente nos modos individuais motorizados, impactaram, de forma significativa, o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida da população urbana.

1.2 RODOVIAS URBANAS E RODOVIARISMO BRASILEIRO

As cidades são estruturas espaciais apoiadas por sistemas de transportes complexos que envolvem diferentes modos, bem como uma multiplicidade de origens e destinos (COSTA *et al.*, 2017). Ao longo do processo de ocupação e reprodução do espaço urbano, os transportes se destacam como protagonistas, inclusive como indutores de transformação do espaço. No início, mesmo que de maneira espontânea, foram peças fundamentais na ocupação do espaço existente, agregando-se (e mantendo-se) à dinâmica urbana. Conforme elucidado por Lefebvre:

Houve, primeiramente, a utilização do espaço existente, por exemplo, das vias hídricas (canais, rios, mares); depois, das estradas; em seguida, a construção das ferrovias, para continuar pelas autoestradas e aeródromos. Nenhum meio de transporte no espaço desapareceu inteiramente, nem a caminhada a pé, nem o cavalo, nem a bicicleta etc. (LEFEBVRE, 2013, p. 128).

Com o surgimento do novo modo de produção e da nova sociedade capitalista, os transportes ali permaneceram pela sua essencialidade, impulsionando a expansão do tecido urbano constantemente ocupado e modificado. Carlos (2015) afirma que mesmo sendo produzido de forma socializada, o espaço urbano, como produto do trabalho social, é apropriado de forma distinta pelo cidadão e o acesso ao solo urbano é orientado pelo mercado a partir da sua precificação apoiada em fatores vinculados à inserção de certa área no espaço urbano global como: a localização do terreno, a privacidade, o relevo e suas possibilidades construtivas, a

acessibilidade em relação aos lugares ditos privilegiados e o acesso à infraestrutura existente – sendo as vias de circulação, o asfalto e o modos de transporte determinantes nesse sentido.

Usualmente, as áreas urbanas centrais concentram grande parte desses requisitos e de parcela significativa das atividades econômicas urbanas, aumentando, assim, o preço da terra. Com a evolução dos preços nas áreas centrais, pressionada pelo mercado imobiliário, os cidadãos passaram a buscar residências cada vez mais distantes dos centros econômicos, frequentemente afastadas dos locais de trabalho, de estudos e dos centros de compras. No entanto, nas áreas periféricas o atendimento à população por serviços e infraestruturas torna-se, em geral, deficitário. As redes de transporte coletivo não atendem à demanda e, conseqüentemente, o rodoviarismo em sua forma mais agressiva ao ambiente urbano, por meio da elevada concentração no transporte individual motorizado, induz o próprio espraiamento urbano. Esse cenário reflete a realidade de grande parte das cidades latino-americanas, incluindo as principais metrópoles brasileiras. Santos (1993) afirma, ainda, que o modelo rodoviário urbano adotado no país é um dos mais relevantes fatores que impulsionaram o crescimento disperso e espraiado das cidades:

As cidades, e sobretudo as grandes, ocupam, de modo geral, vastas superfícies, entremeadas de vazios. Nessas cidades espraiadas [...] há interdependência do que podemos chamar de categorias espaciais relevantes desta época: tamanho urbano, modelo rodoviário, carência de infra-estruturas, especulação fundiária e imobiliária, problemas de transporte, extroversão e periferação da população, gerando, graças às dimensões da pobreza e seu componente geográfico, um modelo específico de centro-periferia (SANTOS, 1993, p. 95).

No Brasil, a urbanização ganhou maturidade a partir da década de 1960, momento em que o país passou a ter uma maior parcela da sua população residindo em áreas urbanas. Contudo, antes mesmo deste marco, o rodoviarismo já se mostrava presente nas políticas de Estado para o desenvolvimento e integração nacional. Durante a gestão de Nilo Peçanha (1909-1910), mais especificamente em 25 de outubro de 1910, o Governo Federal promulgou o Decreto Nº 8.324 que aprovava os serviços rodoviários estaduais e interestaduais para o transporte de passageiros e mercadorias por meio de automóveis (BRASIL, 1910). No mesmo ano, os automóveis começam a ser vendidos no país e, posteriormente, as subsidiárias das

montadoras Ford (1919) e General Motors (1925) se instalam em território nacional (ITDP, 2021).

No governo de Washington Luís⁸ (1926-1930) foi criado o “Fundo especial para a construção e conservação de estradas de rodagem federais” por meio do Decreto Nº 5.141/1927, quando ficou estabelecido que os projetos rodoviários seriam custeados por recursos internos oriundos da taxa de importação para consumo, sendo aplicados exclusivamente na construção e conservação de estradas de rodagem federais em todo o território nacional (BRASIL, 1927). Segundo Pereira e Lessa (2011), essa legislação constituiu-se como uma das primeiras bases institucionais para implantação da política rodoviária brasileira. Nota-se, a partir de então, um aumento da motorização e dos sinistros de trânsito no país (ITDP, 2021). O automóvel se transforma em um objeto de desejo e um bem de consumo. Como afirma Santos (2017): “com o veículo individual, o homem se imagina mais plenamente realizado, assim respondendo às demandas de *status* e do narcisismo, característicos da era pós-moderna” (SANTOS, 2017, p. 42). Ainda segundo o mesmo autor, “o automóvel fortalece no seu possuidor a ideia de liberdade do movimento, dando-lhe o sentimento de ganhar tempo, de não perder um minuto, neste século da velocidade e da pressa” (SANTOS, 2017, p. 42).

O período da Segunda Guerra Mundial (1939-1945) foi para a indústria automobilística no Brasil um período de substituição das importações e estímulo à produção local, muito associado às medidas protecionistas estabelecidas pelo governo ditatorial de Getúlio Vargas (1930-1945) (ITDP, 2021). Entretanto, o marco definitivo do rodoviário no país se concretizou no governo de Juscelino Kubitschek (1956-1960). Embalado por um discurso ambicioso e modernista, o governo inaugurou o “Plano de Metas”, que previa a aplicação de investimentos em setores estratégicos da economia, como energia, transporte, indústria de base, educação, alimentação e na construção da futura capital federal, Brasília. Para o setor de transporte rodoviário, foram estabelecidas metas de pavimentação, construção de novas rodovias e produção de veículos. O Plano previa, ainda, expansão da infraestrutura rodoviária por meio da construção de Brasília, “local de onde irradiariam e/ou passariam os grandes eixos rodoviários que promoveriam a integração interna da economia brasileira” (PEREIRA; LESSA, 2011, p. 31). O período foi marcado pela atração da indústria automobilística internacional e inauguração de um curto, porém, intenso período de dinamismo econômico nacional que

⁸ Ainda durante a sua candidatura e mandato à presidência de São Paulo (1920-1924), Washington Luís possui como lema a frase “Governar é abrir estradas”, que se materializou em mais de mil quilômetros de rodovias construídas no Estado de São Paulo (ITDP, 2021).

“promoveu a emergência de novas classes médias, e, por conseguinte, um crescimento sem precedentes da produção e do consumo do transporte motorizado individual” (CARDOSO, 2007, p. 4).

O automóvel se tornou sinônimo de modernidade, conforto, flexibilidade e *status* social, além de estabelecer uma nova divisão entre o poder público e a iniciativa privada no setor de transportes. Enquanto que no modo ferroviário, até então tido com o modo de transporte mais moderno no país, o empreendedor público ou privado torna-se encarregado pela infraestrutura viária e pela operação veicular, no sistema rodoviário apenas a via de tráfego é de responsabilidade do poder público e a operação, que possui menor custo fixo e maior lucratividade, fica a cargo do operador privado (ARAGÃO *et al.*, 2001). Dessa forma, o automóvel produz a decadência das ferrovias e a hegemonia do transporte ferroviário vai sendo substituída pelo modo rodoviário.

No âmbito urbano, os impactos também puderam ser observados na mobilidade da população que, na época, estava relacionada predominantemente como a prestação de serviços de transporte, sendo o principal desafio adequar a demanda à infraestrutura disponível. Todavia, o planejamento de transportes até a década de 1980 foi marcado pela prioridade ao modo privado sobre o público, comumente dissociado do próprio planejamento urbano (SILVA *et al.*, 2008). O Estado brasileiro se empenhou na consolidação da política de transporte rodoviário não apenas com a criação e execução de projetos diversos para construção, manutenção e duplicação das estradas de rodagem ao longo das décadas⁹, mas, também, atuando em outras faces ao firmar acordos com a indústria automobilística e praticar a redução de impostos para o setor como medida mitigadora aos impactos de crises econômicas.

Durante a gestão de Luiz Inácio Lula da Silva (2003-2010), o Governo Federal aplicou uma significativa redução das alíquotas do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para os automóveis¹⁰ como forma de estímulo às vendas, à produção e ao emprego em resposta à

⁹ Para saber mais, ver Pereira e Lessa (2001).

¹⁰ A desoneração do IPI foi estabelecida pelo Governo Federal como resposta à crise financeira internacional de 2008, iniciada no mercado de capitais norte-americano como consequência da grande desvalorização dos títulos de dívida privada, conhecidos como *subprimes*, impactando as taxas de crescimento econômico mundial. Em um primeiro momento, na gestão do presidente Lula, a medida atingiu a indústria automobilística e de produtos da linha branca (eletrodomésticos de maior porte que atendem às necessidades básicas de uma residência, como geladeira, fogão, micro-ondas e freezer), estabelecida por meio da Medida Provisória Nº 451 e regulamentada no Decreto Nº 6.687/08. A redução do imposto para os automóveis novos de até duas mil cilindradas teve início em dezembro de 2008 e tinha previsão ser finalizada em março de 2009. No entanto, após duas prorrogações, o governo decidiu reestabelecer as alíquotas gradualmente até janeiro de 2010. Em maio de 2012, a redução do IPI automotivo foi reimplantada durante o governo Dilma Rousseff, por meio do Decreto Nº 7.725/12, com previsão

crise financeira de 2008. Na gestão de Dilma Rousseff (2011-2016), uma política similar de redução do IPI automotivo foi implementada novamente com o argumento de mitigar os efeitos negativos da crise internacional que ainda perduravam na economia doméstica (LUCINDA; PEREIRA, 2017). Perante enorme afincamento em preservar (e priorizar) o modelo rodoviarista, juntamente com o impulsionamento do poder aquisitivo e da facilidade de financiamento de bens por parte da população, os modos motorizados individuais se popularizam, acarretando uma explosão da frota de veículos no país, principalmente nas cidades grandes e médias.

A mobilidade urbana¹¹ se modificou de forma drástica diante do cenário de espraiamento do tecido urbano e da massiva priorização do rodoviarismo nas políticas de transporte no país, que, segundo Cardoso (2007), fez emergir disputas entre os modos de transporte individual e coletivo pelo consumo do espaço viário urbano. O espaço urbano passou a ser remodelado de forma a absorver o constante acréscimo de veículos que circula(va) nas ruas, com a construção de novas vias de tráfego, viadutos, trincheiras, áreas de estacionamentos, rodovias e outras intervenções diversas, mas com um objetivo em comum: adaptar o espaço para os veículos motorizados. A compreensão dessa nova e complexa dinâmica urbana rodoviarista, repleta de conflitos e contradições, vai muito além das análises das próprias infraestruturas criadas pelo homem. Como afirma Santos (2004, p. 58), “o espaço não pode ser estudado como se os objetos materiais que formam a paisagem trouxessem neles mesmos sua própria explicação. Isto seria adotar uma metodologia puramente formal, espacialista, ignorando os processos que ocasionaram as formas”. Faz-se necessário, portanto, compreender as relações entre a estruturação do espaço (regional e) urbano e a sociedade nela inserida.

Nesse sentido, as rodovias podem ser compreendidas como produto das demandas de transporte de mercadorias e de pessoas, condição necessária ao sistema de produção e consumo. Ao adentrar no ambiente urbano, as rodovias permeiam em um complexo mecanismo de circulação e se tornam indutoras do próprio crescimento urbano, seja por terem atraído uma nova dinâmica populacional com a formação de ocupações lindeiras às suas margens ou por terem sido construídas em áreas urbanas já consolidadas. À vista disso, as rodovias urbanas

de término de vigência prevista para agosto de 2012, porém, prorrogada até dezembro de 2013 (LUCINDA; PEREIRA, 2017).

¹¹ Para Sathisan e Srinivasan (1998), a mobilidade urbana é um atributo associado às cidades e está relacionada ao deslocamento de pessoas e mercadorias no espaço urbano ao utilizar os veículos não motorizados e motorizados, as vias e demais infraestruturas, os serviços de transportes e o sistema de trânsito, possibilitando-os usufruir da cidade em relação às suas funções urbanas como moradia, trabalho, lazer, comércio, circulação, entre outras.

tornam-se manifestações concretas da produção social do espaço, sendo estas infraestruturas de transporte criadas por iniciativa do Estado, que atua como principal agente produtor.

As infraestruturas de transporte, em seus mais diversos tipos – incluindo as rodovias urbanas, são fornecidas com o intuito de conectar pessoas às suas necessidades de produção/consumo e de existência humana, segundo uma dinâmica da economia local e regional. Com isso, Rajé (2004) afirma que uma boa oferta de transporte traz impactos positivos para a saúde das pessoas e facilita o apoio social, por exemplo, ao permitir um melhor acesso a amigos e familiares. Grisolia *et al.* (2014) enfatizam que se por um lado as externalidades positivas das infraestruturas de transporte causa a valorização da terra devido às melhorias na acessibilidade em espaços urbanos privilegiados, por outro gera gentrificação, devido ao fato de que a oferta da infraestrutura de transporte nas cidades não ocorre com equidade e de forma harmoniosa: os cenários totalmente diferentes às classes antagônicas geram, sobretudo, exclusão social.

A exclusão social se baseia na teoria marxista da exclusão como uma condição necessária do capitalismo, desenvolvida a partir das contribuições de cientistas sociais como Lefebvre (2006), Gottdiener (2016) e Castells (2000). Logo, o capital se reproduz no espaço artificial, gerando industrialização, urbanização, metropolização, segregação e exclusão socioespacial. Sobrevive nesse ambiente as pessoas que podem pagar pelas amenidades oferecidas pelo capital e, assim, desfrutá-las. Rajé (2004, p. 268) pontua que “a exclusão social é um processo que faz com que indivíduos ou grupos não participem das atividades normais da sociedade em que residem”. Para além dos indicadores de pobreza baseados na renda, o conceito de exclusão social tem sido amplamente utilizado como medida de desigualdade e segregação socioespacial no que tange o acesso aos cuidados de saúde, educação, mercado de trabalho, mercados financeiros, políticas, habitação, provisão de bem-estar e transporte. No cenário das cidades brasileiras, Villaça (2003) enfatiza que a nova face da urbanização no Brasil é repleta de injustiça social e de exclusão, refletidas na marginalidade, violência, baixa escolaridade, precário atendimento à saúde, meio ambiente degradado e más condições de habitação e transporte. Especificamente no âmbito dos transportes, Lucas (2004) destaca que as principais formas pelas quais o transporte pode contribuir para a exclusão social estão relacionadas ao impacto negativo do tráfego rodoviário, oferta inadequada de transporte público e acessibilidade reduzida ou precária às instalações básicas.

1.3 O EFEITO BARREIRA: IMPACTOS DAS RODOVIAS URBANAS

Vasconcellos (2006) salienta que existe uma influência mútua (e complexa) entre o ambiente construído e os diferentes modos de transportes. O autor considera que “se por um lado esta influência mútua é leve quando os modos de transporte não motorizados prevalecem, ela é muito mais forte quando os modos motorizados tornam-se dominantes” (VASCONCELLOS, 2006, p. 31). O aumento dos índices de motorização da população urbana reflete, ainda, no acréscimo dos sinistros de trânsito, do desperdício de recursos energéticos e dos impactos ambientais que se convertem em reflexos diretos e indiretos para a qualidade de vida da população (CARDOSO, 2007).

Com o processo de intensificação de ocupação do espaço viário urbano, o tráfego de veículos tem causado importantes impactos, principalmente quando analisadas à luz da inserção das rodovias no espaço urbano. Quando as rodovias passam por áreas urbanas povoadas, são criados impedimentos físicos (infraestrutura e fluxo) que prejudicam a acessibilidade da população local, surgindo, então, barreiras que, não raro, produzem o efeito de separação de comunidades. Rajé (2004) também enfatiza que esse fenômeno produz uma série de impactos negativos no ambiente urbano, como redução da interação social, do uso dos espaços públicos e das instalações, e acesso restrito para pessoas com deficiência. Trata-se de apenas um dos conflitos gerados pelas rodovias urbanas: o chamado “efeito barreira”.

Conceitualmente o efeito barreira se traduz como separação ou rompimento socioespacial, isto é, uma descontinuidade na estrutura urbana provocada pelas redes de transportes (ANCIAES *et al.*, 2018). Grisolia *et al.* (2014) esclarecem que na literatura é possível identificar uma variedade de termos que abordam esta questão. Porém, o seu uso nem sempre é claro ou consistente. Os termos mais comumente utilizados são o *community severance* e *barrier effect*. Os impactos desse fenômeno nas áreas urbanas têm sido objeto de estudo e de preocupação para os planejadores e gestores de transporte urbanos desde 1960, conforme apontado por Paulo Rui Anciaes (2015)¹², sendo que as pesquisas acadêmicas sobre essa temática são encontradas, com maior destaque, em países da Europa, América do Norte e

¹² Vale enfatizar as importantes contribuições acadêmicas do Dr. Paulo Rui Anciaes, pesquisador sênior da University College London, para pesquisas relacionadas ao tema. Além dos conceitos destacados no presente trabalho, frutos de uma minuciosa revisão da literatura, demais definições de *community severance*, *barrier effect* e afins podem ser encontradas em Anciaes (2015).

Oceania. Entretanto, o autor alerta que há pouco consenso sobre conceitos e linguagens, gerando como consequência uma baixa divulgação dos resultados de pesquisas, pouca colaboração internacional e deficiente aplicação no planejamento de transporte (ANCIAES, 2015; 2017).

Apesar de serem encontrados na literatura amplos conceitos relacionados ao efeito barreira¹³, alguns se destacam. Para Stanley e Rattray (1978, p. 141, tradução nossa) esse efeito é visto como “a ruptura ou o comprometimento das relações entre pessoas, relações entre pessoas e instituições ou relações entre pessoas e lugares”¹⁴. Para Hodgson *et al.* (2004, p. 25, tradução nossa) trata-se de um “efeito segregador que a infraestrutura e o tráfego podem ter sobre as comunidades e sobre os indivíduos que se deslocam dentro da área urbana”¹⁵. Thomson *et al.* (2008, p. 2, tradução nossa) o descrevem como “redução de acesso às amenidades locais e interrupção de redes sociais causada por uma rodovia que atravessa uma comunidade”¹⁶.

Anciaes (2015), contudo, propõe uma definição mais ampla, ao considerar os impactos nas percepções, no comportamento e no bem-estar da população, incorrendo em viagens reprimidas, risco aos pedestres e efeitos ambientais na saúde individual e nas redes sociais.

O efeito barreira relacionado ao transporte é o impacto negativo variável e cumulativo da presença de infraestrutura de transporte ou tráfego motorizado sobre as percepções, comportamento e bem-estar das pessoas que usam as áreas circundantes ou precisam fazer viagens ao longo ou através dessa infraestrutura¹⁷ (ANCIAES, 2015, p. 4, tradução nossa).

Anciaes (2015) ainda esclarece que os impactos "variáveis" e "cumulativos" diferem em indivíduos com necessidades diferentes (dependendo da idade, sexo, *status* socioeconômico e outras características) e variam de acordo com a quantidade de destinos e de rotas alternativas.

¹³ Apesar de serem encontradas diversas nomenclaturas (similares) que são utilizadas para descrever o fenômeno, optou-se por padronizar o termo “efeito barreira” ao longo das discussões no presente trabalho.

¹⁴ “*Social severance is seen as the rupture or impairment of relationships between people, relationships between people and institutions or relationships between people and places.*”

¹⁵ “*The divisive effects that infrastructure and traffic can have upon communities and upon the scope of individuals to move around within the urban area.*”

¹⁶ “*Community severance: defined as reduced access to local amenities and disruption of social networks caused by a road running through a community.*”

¹⁷ “*Transport-related community severance is the variable and cumulative negative impact of the presence of transport infrastructure or motorised traffic on the perceptions, behaviour, and wellbeing of people who use the surrounding areas or need to make trips along or across that infrastructure or traffic.*”

Também considera-se o tempo decorrido desde a criação da barreira, visto que as pessoas vão adaptando o seu comportamento com o passar do tempo. Nesse sentido, entende-se que o efeito barreira pode ocorrer de três maneiras: pela própria instalação da infraestrutura de transporte, conhecido como barreira física; pelo fluxo de tráfego que utiliza a via, ocasionando uma barreira de fluxo de tráfego; pelos aborrecimentos e desconfortos por elas causados à população, gerando, dessa forma, uma barreira psicológica (GRISOLÍA *et al.*, 2014).

Mindell e Karlsen (2012) reforçam que a separação das comunidades ocasionada pela velocidade e/ou pelo volume do tráfego de veículos reduzem a atividade física, os contatos sociais, as brincadeiras infantis e o acesso a bens e serviços. Anciaes *et al.* (2016), ao reafirmarem que o tráfego rodoviário motorizado contribui para a separação física e psicológica dos bairros, acreditam que também gera possíveis efeitos sobre a saúde e o bem-estar dos moradores locais. Wolff e Gillham (1991) enfatizam que o aumento do volume de tráfego nas rodovias urbanas acarreta, ainda, em consequências como aumento do ruído, poluição, intrusão visual e perda de acessibilidade/mobilidade.

Cabe ressaltar que o conceito de efeito barreira proposto por Anciaes (2015), e por outros pesquisadores, como alguns dos mencionados, inclui, em geral, todos os elementos do sistema de transporte, não apenas rodovias urbanas movimentadas. Assim, é importante frisar que efeito barreira ocasionado pelas rodovias urbanas pode ocorrer por ação de outras formas de infraestruturas de transporte, como em ruas, avenidas, viadutos, trincheiras, linhas férreas e, mais atualmente – devido à expansão da tecnologia, em corredores de transporte coletivo como do sistema BRT¹⁸. Ademais, as consequências do fenômeno não ocorrem apenas sobre os residentes e pedestres, mas sobre todos os usuários da área como trabalhadores, compradores, ciclistas e usuários de transporte motorizado individual e coletivo. Grisolia *et al.* (2014) alertam que o fenômeno é uma externalidade negativa que afeta, inclusive, a equidade espacial dos projetos de transporte. Contudo, o foco desta tese está na análise do efeito barreira provocado pelas rodovias urbanas, considerando que essas infraestruturas acumulam, ao mesmo tempo, características físicas, de tráfego e psicológicas, promovendo impactos nos deslocamentos dos pedestres, considerados como os usuários mais vulneráveis.

¹⁸ O BRT (Bus Rapid Transit) é um sistema de transporte por ônibus de média/alta capacidade que busca proporcionar um deslocamento rápido e eficiente dos passageiros com operação rápida e frequente a partir da provisão de uma infraestrutura segregada e prioritária, por meio dos corredores de transporte. Para isso, são utilizadas barreiras não permeáveis (como gradis e estruturas de concreto) para separar o corredor de ônibus do tráfego misto (ITDP, 2008).

O efeito barreira está associado a uma percepção negativa do meio ambiente pelos indivíduos, que, em geral, não compreendem a falta de equidade na divisão do espaço de circulação entre veículos e pessoas. Para Vasconcellos (2006),

Este fenômeno se traduz pela percepção de que tudo está “normal”, sem a identificação clara de como o ambiente de circulação foi criado e quem está sendo prejudicado ou beneficiado. A circulação por um determinado ambiente não permite identificar como ele foi construído e é comum ver as pessoas dizerem, ao andarem sobre uma via sem pedestres, que as condições são “normais”. Esta percepção ignora que os pedestres não estão lá porque foram expulsos pelo tráfego perigoso, para se defenderem. Este é um dos impactos mais perversos do efeito barreira, pois dificulta a conscientização das pessoas sobre o grau de equidade na divisão do espaço de circulação entre os vários papéis (VASCONCELLOS, 2006, p. 34).

As rodovias urbanas tornam o efeito barreira extremamente evidente por materializar em um mesmo local condições que as transfigurem, ao mesmo tempo, em barreiras físicas, de fluxo de tráfego e psicológicas. E quanto mais movimentadas são as rodovias urbanas, mais esse fenômeno se agrava (RAJÉ, 2004). Independentemente se as barreiras criadas são mais ou menos permeáveis, de acordo com o projeto implementado, as rodovias urbanas produzem atrasos, desconforto, riscos de sinistros de trânsito e falta de acesso aos serviços, especialmente para usuários não motorizados, como pedestres e ciclistas (GRISOLÍA *et al.*, 2014).

Mouette e Waisman (2004) destacam que o efeito barreira restringe a locomoção dos indivíduos, causando uma consequente diminuição na quantidade de deslocamentos e na acessibilidade a pontos e estabelecimentos presentes “do outro lado” do local a ser transposto.

Definiu-se o termo efeito barreira para denotar as restrições ou inibições ocasionadas pelo tráfego e pela via de circulação, gerando uma impedância ao livre movimento dos pedestres entre os dois lados da via. Além das barreiras físicas decorrentes do tráfego de veículos e da via, o risco ao qual o pedestre está exposto ao caminhar, sobretudo no momento de efetuar a travessia da via, constitui outro elemento significativo à queda de mobilidade dos pedestres (MOUETTE; WAISMAN, 2004, p. 34).

Observa-se que a inserção de rodovias em áreas urbanas rompe com o tecido social, podendo trazer consequências negativas para as comunidades envolvidas. Anciaes (2015) destaca, ainda, que as definições relacionadas ao efeito barreira estão intrinsicamente associadas aos impactos das rodovias e do tráfego viário nos deslocamentos dos pedestres, principalmente quanto aos riscos de atravessamento em áreas urbanas. Soguel (1995) enfatiza que a dificuldade de atravessar a via é influenciada por fatores como largura, volume, velocidade, composição do tráfego e presença de dispositivos de segurança para auxiliar no momento da travessia. No caso das rodovias urbanas, a necessidade de deslocamento das pessoas de uma margem à outra, dada a expansão do tecido urbano, é supostamente suprida com a construção de travessias subterrâneas ou passarelas, sendo o último dispositivo amplamente utilizado no cenário brasileiro. Entretanto, passarelas mal concebidas e mantidas com precariedade fazem com que usuários potenciais acabem por evitar sua utilização e se arrisquem entre os veículos para atingir o destino desejado. As pessoas passam a desenvolver estratégias para minimizar as impedências de circulação, que envolvem a redução das distâncias e tempos de travessia, inclusive se arriscando entre os veículos para transpor as margens da via, incorrendo em maiores riscos e sinistros de trânsito. Em locais em que há grande movimentação de pedestres e de veículos, a situação pode se tornar crítica (SOUSA; BRAGA, 2011).

A combinação entre a dinâmica expansionista da população urbana e da utilização de modos de transporte motorizados, amparada por fortes políticas governamentais rodoviaristas, fez emergir uma das manifestações mais duras notadas no cenário urbano: a desumanização das vias. Jane Jacobs (2011), ao analisar os impactos dos automóveis na cidade de Nova York na década de 1960, reflete sobre as transformações que o rodoviarismo provoca no espaço urbano, em um processo de desumanização das ruas a partir da implantação de medidas intensas, cumulativas e repetitivas de priorização do espaço para os automóveis, evidenciando mais uma contradição na reprodução do espaço urbano. Nas palavras dessa autora,

A erosão das cidades pelos automóveis provoca uma série de consequências tão conhecidas que nem é necessário descrevê-las. A erosão ocorre como se fossem garfadas – primeiro em pequenas porções, depois uma grande garfada. Por causa do congestionamento de veículos, alarga-se uma rua aqui, outra é retificada ali, uma avenida larga é transformada em via de mão única, instalam-se sistemas de sincronização de semáforos para o trânsito fluir rápido, duplicam-se pontes quando sua capacidade se esgota, abre-se uma via expressa acolá e por fim uma malha de vias expressas. Cada vez mais solo

vira estacionamento, para acomodar a um número sempre crescente de automóveis quando eles não estão sendo usados. Nenhuma etapa desse processo é, em si, crucial. Mas o efeito cumulativo é enorme. E cada etapa, que de forma isolada não é crucial, é crucial no sentido de que não só acrescenta seu quinhão à mudança total, mas também acelera o processo. A erosão das cidades pelos automóveis é um exemplo do que é conhecido como ‘retroalimentação positiva’. Na retroalimentação positiva, uma ação produz uma reação que por sua vez intensifica a situação que originou a primeira ação. Isso intensifica a necessidade de repetição da primeira ação, que por sua vez intensifica a reação e assim por diante, ‘ad infinitum’. É mais ou menos como adquirir um vício pelo hábito (JACOBS, 2011, p. 389).

Desse modo, um novo ambiente é criado – desumano e baseado na lógica de circulação dos veículos, aumentando-se, assim, a vulnerabilidade do grupo mais frágil desse complexo sistema urbano: os pedestres. Cabe, portanto, uma reflexão mais aprofundada sobre o sentido das vias urbanas como um espaço restrito. Um território cujo poder de uso se distancia cada vez mais daqueles que não são providos de veículos automotores.

2 O PEDESTRE E O ESPAÇO URBANO: CONFLITOS E CONTRADIÇÕES

Existe vida pedestre nas cidades. Essa afirmação não resulta tão óbvia assim. Em Barcelona, há alguns pares de anos, podia-se ler o seguinte texto estampado em stencil no asfalto de La Rambla: “Um em cada três mortos em acidentes de trânsito andavam a pé. Atenção! Todos somos pedestres!”. Atenção, nem sempre somos esses seres híbridos que se locomovem sobre quatro rodas em alta velocidade. E a cidade nem sempre é esse filme ao qual assistimos através de vidros indefectíveis, protagonizado por personagens distantes e mediado pelo botão acionador da janela do carro. Fecho rápido e pronto, o passeio agora pode ser devidamente sintonizado na trilha sonora preferida e ajustado à temperatura perfeita, tudo muito agradável. Percorro a cidade como se fosse um passeio remoto. Estou lá sem estar. Vejo sem ver, conheço sem conhecer. Apenas suspeito que a cidade real parece ter resolução mais detalhada do que a imagem de GPS que tenho no painel à minha frente, mas, afinal, isso pouco importa.

Contudo, de repente alguém é atropelado. Foi em Barcelona, mas poderia ter sido em qualquer esquina do Brasil. “Se tudo pode acontecer/se pode acontecer qualquer coisa/ um deserto florescer/ uma nuvem cheia não chover/ pode alguém aparecer/ e acontecer de ser você/ um cometa vir ao chão/ um relâmpago na escuridão”, canta Arnaldo Antunes. Espero que me perdoem por omitir a parte feliz da canção, ok? Pode acontecer de ser você. A pessoa sai de casa para passear, passa antes no mercado municipal, compra cerejas perfeitas. Entra na livraria, confere as novidades da seção de revistas de fotografia. E resolve, sem mais nem menos, ir ao Teatro Grec assistir ao show de Laurie Anderson. Espera pelo ônibus no ponto da esquina. Sai de casa de blusa nova, comprada no dia anterior na Calle Tallers, que fica ótima combinada com a saia antiga preferida. E tudo escurece. Não tinha a menor ideia de que demoraria dois meses para voltar para casa. E, ao que parece, teve sorte (Renata Marquez, 2015, p. 52).

O caminhar é uma atividade intrínseca e essencial ao ser humano e sempre esteve presente ao longo da sua história. Diariamente, bilhões de pessoas caminham por motivos diversos, seja para ir à escola, ao mercado, ao trabalho. Rebecca Solnit (2001) descreve o caminhar como um ato universal, sobre o qual investimos significados particulares de acordo com necessidades pessoais. Antes do advento dos transportes, o andar a pé era o meio natural de se deslocar nas aldeias, vilas e cidades. Porém, com o avanço da urbanização e da utilização de veículos motorizados, a caminhada foi se tornando cada vez mais difícil e perigosa, sobretudo em regiões que cresceram rapidamente (TSAY, 2017).

Desde meados do século XX, boa parte do espaço urbano passou a ser organizado de forma a priorizar a circulação dos automóveis. Jeff Speck (2016, p. 73) afirma que “o automóvel é um servo que se tornou senhor” que “há sessenta anos, tem sido fator dominante na formação das nossas cidades”. O avanço do rodoviarismo resultou na perda de atratividade e vitalidade das ruas, que deixaram de ser um local de permanência e convívio social e tornaram-se um local de passagem – dos fluxos. Ruas transformaram-se em vias. Para atender à crescente demanda de produção e consumo, as cidades se apoiaram na construção de infraestruturas para viabilizar o tráfego rodoviário, inclusive em rodovias urbanas. As rodovias localizadas em áreas urbanas passaram a romper com o tecido social e causaram profundas transformações no espaço urbano, tornando-se palco de uma série de contradições e conflitos, como entre pessoas e veículos, entre uso e fluxo, entre a vivência e a circulação. Nesses locais, recorrentemente percebe-se que o efeito barreira, um fenômeno que separa e/ou segrega a população do entorno, reduz as relações sociais e causa impactos irreversíveis às condições em que ocorrem os deslocamentos a pé da população.

Nesse sentido, busca-se por meio desse capítulo investir no embasamento teórico/conceitual da tese, partindo do suposto da necessidade essencial de se conhecer o significado das ruas, dos pedestres, da caminhabilidade, bem como dos conceitos de acessibilidade e mobilidade para subsidiar as análises propostas para o objeto de estudo. E, conforme ressalta Jan Gehl (2015), após anos de negligência da dimensão humana nos projetos e políticas de mobilidade urbana, torna-se urgente (re)pensar e (re)criar cidades para pessoas.

2.1 AS RELAÇÕES ENTRE O PEDESTRE E A CIDADE

O espaço urbano é resultante de ações acumuladas através do tempo, que, sob a ótica do capital, se reproduz e se modifica pela atuação dos agentes sociais (CARLOS, 2015). Ao mesmo tempo fragmentado e articulado, o espaço urbano se materializa em bairros, centros urbanos, áreas comerciais e fabris, bem como nas mais diversas infraestruturas básicas, incluindo as de transportes, como ruas e estradas, que possuem importante papel ao permitir que pessoas e mercadorias se articulem de acordo com os seus desejos de deslocamentos (CORRÊA, 2012). Independentemente da escala, Santos (2017) define o espaço como uma reunião dialética de elementos fixos, cada vez mais artificiais, e de fluxos, cada vez mais heterogêneos. Como descreve esse autor,

Os elementos fixos, fixados em cada lugar, permitem ações que modificam o próprio lugar, fluxos novos ou renovados que recriam as condições ambientais e as condições sociais, e redefinem cada lugar. Os fluxos são um resultado direto ou indireto das ações e atravessam ou se instalam nos fixos, modificando a sua significação e o seu valor, ao mesmo tempo em que, também, se modificam. [...] Foi assim em todos os tempos, só que hoje os fixos são cada vez mais artificiais e mais fixados ao solo; os fluxos são cada vez mais diversos, mais amplos, mais numerosos, mais rápidos (SANTOS, 2017, p. 38).

Os elementos fixos podem ser residências, fábricas, lojas, estações, e emitem fluxos, materiais e não materiais, que se constituem em movimentos entre os fixos. Por sua vez, os fluxos necessitam dos fixos para se realizarem e, como já demonstrado por Santos (2017), são estabelecidos por meio de relações sociais. Os fluxos, ainda, ocorrem de maneiras diferentes (e em velocidades diferentes) dependendo do que está se deslocando e por qual meio. Em associação, os fixos são alterados pelos fluxos, que também se modificam pelos fixos, em um “eixo das coexistências”.

Os fluxos não têm a mesma rapidez. A velocidade de uma carta não é a de um telegrama, um telex, um fax. Os homens não percorrem as mesmas distâncias no mesmo tempo, dependendo dos meios com que contam. Mas, no espaço geográfico, se as temporalidades não são as mesmas, para os diversos agentes sociais, elas todavia se dão de modo simultâneo. Constatamos, de um lado,

uma assincronia na sequência temporal dos diversos vetores e, de outro lado, a sincronia de sua existência comum, num dado momento. O entendimento dos lugares, em sua situação atual e em sua evolução, depende da consideração do eixo das sucessões e do eixo das coexistências (SANTOS, 2017, p. 104).

Fluxos e fixos. Articulado e fragmentado. O espaço urbano não existe sem o movimento – sem a mobilidade. Este trata-se, no entanto, de um termo polissêmico que adquire formas e presta-se a usos e explicações diversas, conforme enfatizado por Balbim (2016). O mesmo autor menciona que “a noção de mobilidade surgiu para jogar luz sobre novas transformações sociais, que se tornaram mais relevantes com o aprofundamento da divisão social do trabalho nos últimos séculos” (BALBIM, 2016, p. 23), podendo abarcar diversas formas de mobilidades sociais e/ou espaciais, como as migrações ou a pendularidade, dentre outras. Entretanto, Raia Jr. (2000) afirma que na geografia urbana o deslocamento nas cidades pode ser analisado e interpretado a partir dos movimentos das massas populacionais, considerando a infraestrutura que canaliza os deslocamentos no espaço e no tempo, bem como os condicionantes que orientam esse processo.

No âmbito da geografia dos transportes, dois conceitos são centrais à análise e interpretação da dinâmica dos fluxos de população no espaço urbano: mobilidade e acessibilidade. O conceito de mobilidade urbana, como apresentado por Vasconcellos *et al.* (2011), é dado pela capacidade de deslocamento, não apenas de pessoas, mas também de bens e mercadorias no espaço urbano, impulsionada pelas necessidades sociais e econômicas. Sathisan e Srinivasan (1998) afirmam que a mobilidade urbana é um atributo associado às cidades e está relacionada à utilização de veículos não motorizados e motorizados, vias e demais infraestruturas, serviços de transportes e o sistema de trânsito para o deslocamento de pessoas e mercadorias, possibilitando-os usufruir da cidade em relação às suas mais diversas funções urbanas como moradia, trabalho, lazer e comércio.

Em um mundo contemporâneo, quando os deslocamentos diários da força de trabalho, capitais e bens se tornam-se uma esfera tão importante quanto à da produção, conforme afirma Santos (2017), as questões relacionadas à mobilidade ganham cada vez mais relevância, inclusive por serem parte determinante entre os aspectos que influenciam a qualidade de vida da população. Barbosa (2016) salienta que o domínio e a gestão das escalas espaciais dos fluxos tornam-se, ainda, condição para o modo urbano de reprodução do capital, no qual “linhas férreas, ruas, avenidas e estradas passam a constituir uma morfologia urbana de suporte às

máquinas circulantes e, simultaneamente, um campo de disputa mais ou menos explícito, que envolve o Estado, o mercado e, evidentemente, os habitantes de cidades e metrópoles” (BARBOSA, 2016 p. 45). Para além da relação com as condições de deslocamento, Lessa *et al.* (2019) sugerem que a mobilidade urbana também está inserida nos processos de mudança e transformação regional.

Embora a produção do espaço ocorra de forma ativa e constante, devido à existência de conflitos inerentes aos diferentes interesses e necessidades dos agentes envolvidos, esse processo não acontece de maneira harmoniosa, refletindo na inequidade de provisão de serviços, equipamentos e infraestruturas (MARTINE; MCGRANAHAM, 2010). Santos (2017) ressalta que o espaço urbano se distingue pelas diferenças de densidades técnicas e informacionais. Em cidades de países capitalistas da América Latina, o espraiamento do tecido urbano resultou em um aprofundamento da reprodução da desigualdade socioespacial, onde as periferias urbanas compõem o exemplo mais contundente (BARBOSA, 2016). Assim, o ambiente construído passa a influenciar diretamente o movimento dos bens e, principalmente, das pessoas no espaço urbano. Nesse aspecto, Loboda e Miyazaki (2012, p. 258) esclarecem que pensar a mobilidade urbana “não se trata de, apenas, pensar os meios de transporte, o trânsito e os fluxos, em si, mas sim, pensar uma realidade em movimento, considerando os sujeitos como parte determinante no processo de produção e reprodução da cidade enquanto reprodução da vida”. Para tanto, deve-se considerar a organização dos usos e das ocupações na cidade, enquanto totalidade, “com intuito de garantir o acesso das pessoas aos bens e aos serviços que ela oferece (locais de trabalho, escolas, hospitais, igrejas e santuários, praças, parques e outros espaços públicos)” (LOBODA; MIYAZAKI, 2012, p. 258), tendo a consciência de que os diferentes pontos do espaço urbano possuem diferentes formas de circulação e acesso a todo o conjunto da cidade (VILLAÇA, 1998).

Já o conceito de acessibilidade pode ser considerado pela capacidade ou facilidade de alcance às atividades, indivíduos ou oportunidades relevantes e está relacionado ao ambiente construído, visto que características físicas como densidade, diversidade, distância, características da rota, segurança e qualidades estéticas, influenciam a acessibilidade direta ou indiretamente (VALE *et al.*, 2016). Dessa forma, a acessibilidade é um atributo dos lugares que, conforme afirma Rodrigues (2017, p. 119), “no caso do ambiente urbano, é uma propriedade relacionada às facilidades que possibilitam autonomia, relativa rapidez e, principalmente, segurança nos deslocamentos desejados”. Uma infraestrutura de transportes adequada

potencializa as condições e as oportunidades de acesso das pessoas nos seus diversos deslocamentos no dia a dia. Complementarmente, a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência define acessibilidade como:

Possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privados de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida” (BRASIL, 2015, Art. 3º).

Lobo *et al.* (2020) ressaltam que a acessibilidade espacial tem sido recorrentemente caracterizada pela reprodução de precariedades e difusão de iniquidades. Assim, a acessibilidade também pode ser considerada uma das facetas da desigualdade social, conforme pontua Cardoso (2007). Para esse autor,

A acessibilidade urbana é condicionada pela interação entre o uso do solo e o transporte e se constitui como um importante indicador de exclusão social, ao lado, entre outros, da mobilidade, da habitação, da educação e da renda. Nesse sentido, a acessibilidade, ao ser parte integrante e fundamental da dinâmica e do funcionamento das cidades, passa a ser um elemento que contribui para a qualidade de vida urbana, na medida em que facilita o acesso da população aos serviços e equipamentos urbanos, além de viabilizar sua aproximação com as atividades econômicas (CARDOSO, 2007, p. 31).

Bianchi (2011) ressalta que do conceito de acessibilidade derivam-se a macroacessibilidade e a microacessibilidade: a macroacessibilidade se relaciona com a abrangência espacial do sistema viário e dos sistemas de transporte em maior escala, que normalmente são alcançados com a utilização de veículos motorizados; a microacessibilidade é atribuída aos deslocamentos em pequena escala que são realizados, principalmente, pelos modos não motorizados. Gomes (2018) aponta que a microacessibilidade, um conceito amplamente utilizado na engenharia de transportes, é “proveniente da combinação entre o funcionamento dos sistemas de transporte e uso do solo, e indica o quanto uma cidade ou um bairro são acessíveis ao seus usuários” (GOMES, 2018, p. 15). Carmona *et al.* (2010) também

apresentam a acessibilidade à microescala como um atributo da morfologia urbana e derivado da permeabilidade sobre o ambiente físico, sendo este um fator que define a capacidade do ambiente construído de permitir a escolha de diferentes rotas pelos usuários.

O rápido e intenso crescimento urbano que ocorreu nas cidades brasileiras a partir da década de 1950 foi acompanhado de mudanças profundas na mobilidade e na acessibilidade das pessoas. A histórica adoção de políticas de priorização da macroacessibilidade aliada a um planejamento urbano (ou a sua falta/ineficiência) que não acompanhasse o crescimento do tecido e da população urbana trazem reflexos para os dias atuais. Em geral, os investimentos e as ações públicas foram canalizados para viabilizar, de forma quase exclusiva, os deslocamentos feitos por veículos motorizados, principalmente por automóveis particulares. Assim, “os estratos mais vulneráveis (pedestres, ciclistas e usuários de transporte público coletivo) têm sido preteridos nos seus anseios relacionados à circulação intraurbana” (LOBO *et al.*, 2020, p.192). Como consequência, a frota de veículos e o número de viagens realizadas por esses veículos têm aumentado paulatinamente. Segundo dados do Sistema de Informações de Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP, 2020), no período entre os anos de 2014 e 2018 registrou-se um crescimento de 15% na participação do transporte individual motorizado no total de viagens diárias. Por sua vez, a participação dos transportes coletivos e não motorizados na divisão modal reduziu, no mesmo período, em 2% e 4%, respectivamente (ANTP, 2020)¹⁹. Esta tendência tem sido observada ao longo dos últimos anos e não apresenta qualquer sinal de retração dos indicadores, que caminham por um cenário de imobilidade e insustentabilidade, visto que aumenta-se os consumos do espaço viário pelos veículos motorizados, os tempos de viagem, a energia na mobilidade e a emissão de poluentes (VASCONCELLOS, 2016). Por sua vez, os modos considerados ativos, que contemplam os deslocamentos realizados por meios não motorizados, como a pé e bicicleta, não tiveram a mesma priorização. Em média, nas cidades brasileiras, 39% das viagens diárias da população são realizadas utilizando o transporte a pé como modo principal de deslocamento (Figura 2.1). Nos municípios maiores registra-se uma maior quantidade de viagens por modos motorizados, ao passo que os municípios menores possuem maior quantidade de viagens a pé (ANTP, 2020). O andar representa o maior percentual das viagens na matriz modal das cidades brasileiras,

¹⁹ O Relatório Geral do Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público (ANTP, 2020), foi desenvolvido a partir do banco de dados Simob/ANTP que contempla 533 municípios brasileiros com população acima de 60 mil habitantes, sendo que o universo considerado compreende 65% do total da população brasileira.

sendo essencial, inclusive, para acessar todos os outros modos de transportes. Contudo, os pedestres são penalizados pelos constantes conflitos e disputas de espaço com os veículos.

Ao longo do processo de desumanização das ruas, narrado por Jacobs (2011), a microacessibilidade dos pedestres foi severamente prejudicada, incorrendo em falta de qualidade e de segurança nas suas viagens. Para além do problemas atuais notados em decorrência do recente processo brasileiro de urbanização, a inserção e o papel do pedestre na cidade vem se modificando ao longo dos séculos em uma constata e histórica desvalorização do ato de andar a pé, ao mesmo tempo que as estruturas foram se ajustando a necessidade do fluxo de veículos.

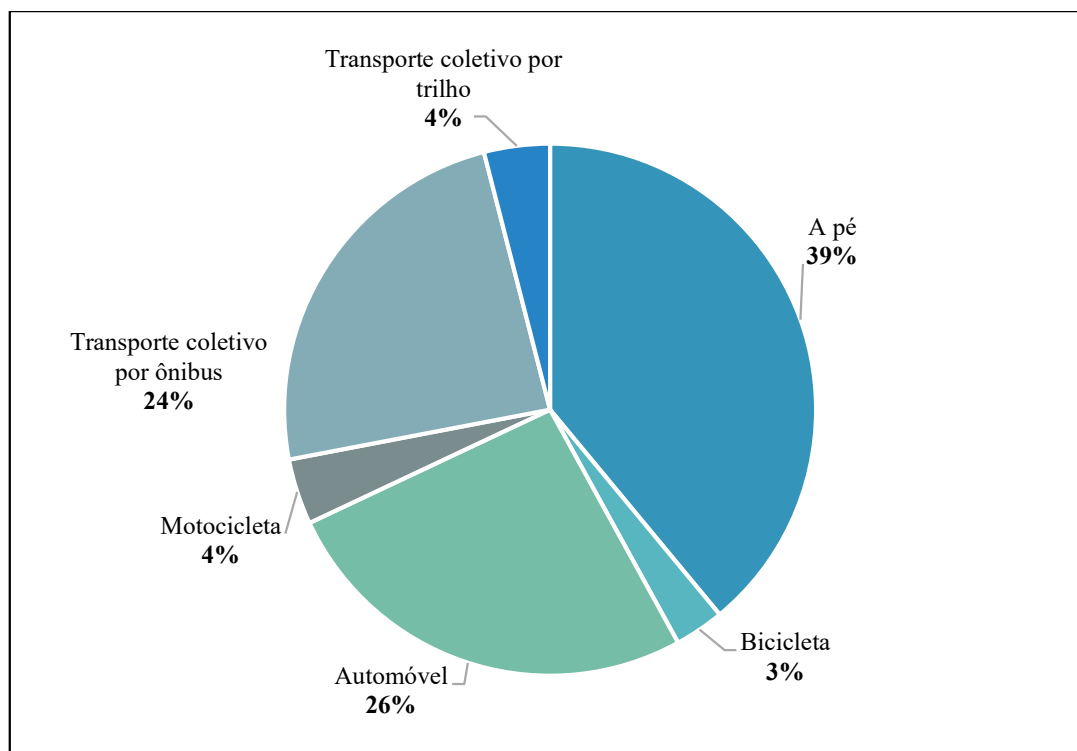


Figura 2.1: Distribuição percentual das viagens da população urbana brasileira por modo de transporte para o ano de 2018, em cidades com população acima de 60 mil habitantes.

Fonte: ANTP (2020).

O urbanista Jan Gehl (2015) destaca, ao analisar a história das cidades, que é possível ver com clareza que o planejamento e as estruturas urbanas influenciam diretamente o comportamento humano e as formas de funcionamento das cidades. O mesmo aconteceu com

a configuração das ruas que, com o passar do tempo, foi assumindo formas muito diferentes. Mesmo assim, a “rua era o lugar da vida cotidiana, servindo aos pequenos deslocamentos de seus habitantes, mas também às próprias atividades profissionais ou familiares” (CALLIARI, 2019, p. 24). Antes do advento do automóvel, estar e andar na rua poderiam ser consideradas duas manifestações da mesma apropriação do espaço urbano, afirma Calliari (2019). Há, dessa, importantes nuances quando consideradas as diferentes características do ato de estar e caminhar na rua ao longo do tempo.

Como descrito por Calliari (2019), no registro das primeiras cidades na região do Crescente Fértil, não existiam estruturas de ruas e de passagens para pessoas, sendo que a circulação ocorria entre as habitações. A conformação das cidades ocorria de forma espontânea, a partir do crescimento populacional de um determinado povoado. Posteriormente, com o surgimento das cidades planejadas, passou-se a utilizar o desenho viário em malha ortogonal no planejamento físico espacial da cidade, muitas vezes criado com função militar (CALLIARI, 2019). No entanto, Menezes (2008) afirma que a concepção de vias regulares e simétricas limitou-se às cidades planejadas, como as gregas do século V a.C. As demais cidades continuaram não obedecendo nenhuma regra formal, o que refletia em ruas longas, desconexas e com espaços reduzidos para a circulação de pessoas.

A principal lógica racional das cidades espontâneas era a disposição de ruas no alinhamento das curvas de nível do terreno. Em função disso, essas cidades possuíam plantas irregulares com ruas muito longas e curvas ou serpeantes, com quarteirões triangulares e serpeantes e com passagens de pedestres conformadas por escadarias. [...] Os espaços destinados à circulação acabavam conformados pelo emparedear da arquitetura (MENEZES, 2008, p. 22-23).

Durante o Império Romano, a organização espacial das cidades era bem definida. Seguindo o modelo ortogonal e como forma de reforçar o seu papel militar, as cidades coloniais eram criadas em planos fixos e regimentais com ruas principais, fóruns, edifícios públicos e quarteis (GEHL, 2015). Destaca-se, nesse período, a preocupação com a pavimentação das vias, impulsionada pela necessidade de deslocamento rápido das tropas de soldados. Nas colônias, era possível encontrar ruas pavimentadas, com calçadas e travessia de pedestres, no entanto, o mesmo não era observado na capital, Roma, onde as ruas eram estreitas, cheias e barulhentas e,

em sua maioria, de terra (CALLIARI, 2019). O trânsito era misto em grande parte de sua extensão, porém, a maior parte da população se deslocava a pé (ou utilizava veículos de tração humana) e, por esse motivo, não havia a necessidade de delimitar os usos das ruas pelas modalidades de transporte (MENEZES, 2008). Contudo, de acordo com o historiador Peter Hall, “Roma foi um “laboratório” de como lidar com os problemas que viriam a assolar todas as grandes cidades que vieram depois: a escala, a multidão, a logística, a densidade, a infraestrutura, o jogo simbólico, o lazer de massas e, claro, a mobilidade e o andar” (*apud* CALLIARI, 2019, p. 24).

Na Idade Média, a relação entre os pedestres e a cidade ganha destaque. Lefebvre (2006, p. 45) lembra que a “prática espacial compreendia as redes de caminhos na vizinhança de comunidades camponesas, de monastérios e castelos, e as estradas religando as cidades, as grandes vias de peregrinações e cruzadas”. Nas cidades medievais, as muralhas barravam o espraiamento da população e potencializavam o adensamento. A disposição das vias encurtavam as distâncias a pé em uma estrutura compacta onde praças e mercados davam suporte à função de centros de comércio e artesanato, conforme exemplificado por Gehl (2015) sobre a cidade de Veneza:

Embora com muitas ruas, passagens e praças de todos os tamanhos, a estrutura básica é aparentemente simples, concentrada em torno de um número limitado de ruas principais ligando pontos-chave da cidade e uma rígida hierarquia de praças maiores e menores. Toda a cidade é construída em torno de uma malha viária simples que oferece as rotas mais curtas e alguns poucos, mas admiráveis, espaços (GEHL, 2015, p. 65-67).

Calliari (2019) enfatiza o significado da rua pelo ponto de vista da proximidade entre o comércio e as pessoas e entre o trabalho e a moradia:

Um traço interessante da forma de uso das cidades – e importante para entender o andar a pé – era a maneira como o comércio estabelecia uma relação muito próxima com a rua. Muitas vezes o comerciante morava no andar de cima e fazia seus negócios no andar de baixo, recebendo clientes ou hospedando trabalhadores, como tecelões, no que seria hoje chamado de uso misto. [...] Tal proximidade entre o trabalho e a moradia permitia que grande parte das pessoas realizasse seus afazeres a pé (CALLIARI, 2019, p. 29).

A rua torna-se o espaço vazio resultante do agrupamento das construções, uma lógica bem diferente de apenas ser um lugar de locomoção e, dessa forma, passa a ter o papel de local de interação entre as pessoas (CALLIARI, 2019). Os espaços públicos possibilitavam os encontros cotidianos e ampliavam as relações sociais. As ruas, cheias, tortuosas e estreitas pela própria conformação das cidades, se tornaram lugares de passagem, de permanência e de interação entre pessoas de distintas classes sociais (GEHL, 2015). Cardoso (2007, p. 36) relata que se locomover utilizando cavalos e/ou carruagens, na Idade Média, não significava “vantagens em relação ao caminhar e tampouco traziam prejuízos importantes à mobilidade dos pedestres”.

Durante a Era dos Descobrimentos, no período renascentista, as cidades passaram a ter maior importância devido a ampliação da sua função social e da consolidação de diferentes forças e poderes políticos e econômicos, que acarretaram na transformação do espaço urbano como um centro de decisões e de estratégias (BALBIM, 2016). Segundo Menezes (2008), devido à praticidade, o padrão de malha viária ortogonal foi amplamente utilizado nas cidades coloniais, principalmente na América espanhola, onde os planos urbanísticos foram executados em grande escala. Diferentemente do que ocorreu nas cidades portuguesas do Brasil colônia, onde o processo de estruturação ocorreu, em geral, sem planejamento que orientasse o traçado e a expansão. As curvas de nível eram usadas como base para a construção das ruas e pouco se fez para garantir segurança e conforto ao caminhar (CALLIARI, 2019).

Meli Malatesta (2017) discorre sobre as cidades coloniais brasileiras, enfatizando que os deslocamentos cotidianos eram realizados predominantemente a pé. Mesmo assim, as calçadas eram praticamente inexistentes ou inadequadas, o que obrigava as pessoas a circularem em vias tortuosas, sem pavimentação e compartilhadas com veículos de tração animal, como carroças e carruagens, conforme relatado por Eduardo Abdo Yázigi. Esse autor considera que

As ruas não tinham qualquer tipo de pavimentação e todo seu espaço era destinado à circulação de pessoas, cavalos ou veículos tracionados por animais, sem separação. Nesta época, chamava-se calçada ou calçadinha uma faixa horizontal empedrada, de pequena largura, colada à parede externa da construção, destinada a proteger as fundações da infiltração de águas pluviais... E, a medida que os beirais avançavam sobre a mesma, servia de passagem protegida para o pedestre, nos trechos em que existia (*apud* MALATESTA, 2017, p. 31).

Andar a pé sempre foi uma atividade inerente à vida na cidade e a rua era o lugar onde a vida cotidiana acontecia. As pessoas andavam para fazer compras, encontrar com outras pessoas, ir ao trabalho e para realizar suas diversas atividades do dia a dia. Entretanto, Menezes (2008) afirma que a relação orgânica dos pedestres com a cidade, baseada em um lugar de permanência, se modifica com a execução de projetos urbanísticos de modernização que trouxeram um novo elemento estrutural para as cidades: a avenida.

Gehl (2015), ao exemplificar a renovação urbanística de Paris, liderada pelo Barão Haussmann durante a década de 1850, cita como benefícios oriundos da “cultura especial do bulevar” a disseminação de passeios públicos e cafés ao longo das ruas largas das cidades. Por outro lado, Lara (2016) traz luz à problemática por trás do discurso higienista que orientou a criação dessas amplas avenidas na cidade. Segundo o autor, para a execução das obras, foram demolidas diversas habitações, em sua maioria de pessoas pobres, abrindo espaços para empreendimentos imobiliários que, ao longo do século seguinte, transformariam profundamente o cenário local, inclusive incorporando o automóvel, que ainda não existia nesse momento, como “ máquina preferencial nessa equação” (LARA, 2016, p. 132). Em linhas gerais, Calliari (2019) aponta que as avenidas trouxeram importantes rupturas para as cidades: a primeira é urbanística, que ocorreu a partir da mudança da hierarquia das vias e consequente alteração na ocupação dos grandes eixos; a segunda ruptura está relacionada a mudança de percepção/sentimento em relação ao caminhar – andar a pé passou a ser visto como atividade realizada por pessoas pobres enquanto os ricos se deslocavam em veículos.

Com o avanço da industrialização, especialmente a partir da segunda metade do século XIX, novas modalidades de transportes, como bondes, ônibus e metrô, foram implementadas para reduzir as distâncias a serem percorridas pelas pessoas que aumentavam a medida que as cidades industriais cresciam (CALLIARI, 2019). O trabalho passou a ficar distante da moradia e os deslocamentos cada vez mais demorados fizeram com que o andar a pé deixasse de ser viável para parcela significativa da população. A partir desse ponto, a escala das cidades se modifica, passando de uma escala humana, até então, para a escala dos veículos.

No século XX, a morfologia urbana foi alterada significativamente com o surgimento e a popularização dos automóveis. As cidades, que antes eram pensadas para as pessoas, começaram a ser remodelada de forma a priorizar o transporte individual motorizado. Gehl (2015, p. 3) afirma que “o rumo dos acontecimentos não só reduziu as oportunidades para o pedestrianismo como forma de locomoção, mas também deixou sitiadas as funções cultural e

social do espaço da cidade”. As ruas e avenidas tornaram-se barreiras para as relações sociais e, já inseridas em um novo contexto urbano, aprofundaram a impessoalidade cotidiana das cidades. Conforme elucida Jacobs (2011),

Ruas impessoais geram pessoas anônimas, e não se trata de qualidade estética nem de um efeito emocional místico no campo da arquitetura. Trata-se do tipo de empreendimento palpável que as calçadas possuem e, portanto, de como as pessoas utilizam a calçada na vida diária, cotidiana (JACOBS, 2011, p. 61).

Gehl (2015) afirma que quase todo espaço disponível da cidade passou a ser preenchido por veículos em movimento ou estacionados. Novas vias e novas áreas de estacionamento foram criadas com o objetivo ilusório de aliviar a pressão do tráfego. Porém, a medida em que se aumentava a capacidade disponível, maior se tornava a quantidade de veículos nas cidades,

O volume de tráfego em quase todo lugar é mais ou menos arbitrário, dependendo da infraestrutura de transporte disponível, porque sempre encontraremos novas formas de aumentar o uso do carro; construir vias é um convite direto à aquisição e ao uso de mais automóveis (GEHL, 2015, p. 9).

As cidades, em geral, passaram a reunir problemas de acessibilidade e mobilidade que se acentuaram para os pedestres. Em cidades dos países desenvolvidos, por exemplo Nova York, São Francisco, Copenhague e Melbourne, os problemas começaram a ser estudados e tratados, criando-se soluções para priorização da circulação dos pedestres a partir da implantação de dispositivos de *traffic calming*²⁰, pedágios urbanos e proibição de circulação de veículos em determinadas vias, conforme exemplifica Speck (2016). No entanto, em países emergentes, como no Brasil, os problemas foram se acumulando.

²⁰ Lockwood (1997, p. 23, tradução nossa) define *traffic calming* como “a combinação de medidas principalmente físicas que reduzem os efeitos negativos do uso de veículos motorizados, alteram o comportamento do motorista e melhoram as condições para os usuários não motorizados das ruas”. São alguns exemplos de intervenções e dispositivos de *traffic calming*: lombadas, redutores de velocidade, travessias elevadas para pedestres, estreitamento de pista, alargamento de calçadas, rotatórias, pavimentação com texturas e cores diferenciadas, paisagismo e mobiliário urbano.

Para Vieira *et al.* (2014), a calçada é um elemento primordial na infraestrutura viária que possibilita o acesso universal ao espaço urbano. Entretanto, Malatesta (2017) pontua que desde o surgimento das primeiras cidades brasileiras, as calçadas não tiveram intervenção planejada e foram, em sua maioria, produzidas por meio de práticas espontâneas das próprias pessoas em busca de segurança e integridade física. A autora cita que o conceito de calçada evoluiu e a infraestrutura passou a ser exigida em todos os novos assentamentos viários. Apesar disso, Vasconcellos (2016) ressalta que o andar pelas ruas foi totalmente ignorado como forma de transporte durante grande parte da história política da mobilidade no país. Destaca-se a negação da importância do caminhar pela forma como a legislação brasileira versa sobre a delegação de responsabilidade pelo espaço público destinado à mobilidade a pé e a veicular: enquanto a pista de tráfego dos veículos é de total competência do poder público, construindo-a e mantendo-a a partir dos impostos arrecadados da população, as calçadas são de responsabilidade do proprietário do lote contíguo, de acordo com padrões predefinidos pela legislação municipal, cabendo ao poder público apenas a fiscalização do cumprimento da lei, que usualmente é bastante ineficiente (VASCONCELLOS, 2016; MALATESTA, 2017).

2.2 A CAMINHABILIDADE URBANA: MOBILIDADE E ACESSIBILIDADE DO PEDESTRE NO ESPAÇO URBANO

A experiência de caminhar significa que o indivíduo está em interação com o meio ambiente e com outros usuários. Para além da calçada, há uma série de fatores que influenciam os deslocamentos a pé nas cidades, que envolve uma ampla discussão em pesquisas acadêmicas e avaliações técnicas. O primeiro ponto é reconhecer que os pedestres não são e não devem ser tratados como um grupo homogêneo. Hodgson *et al.* (2004) citam que os critérios utilizados para categorizar os diferentes tipos de pedestres são amplos, mas, no geral, consideram-se a capacidade física, idade, papéis sociais, gênero e questões econômicas. O ponto focal, contudo, deve também considerar que existem diferentes usuários do espaço urbano que possuem necessidades e interesses distintos. Dessa forma, uma acessibilidade pedonal satisfatória é aquela que proporciona um deslocamento confortável e seguro para todos e todas.

De acordo com o Plano de Acessibilidade Pedonal de Lisboa (LISBOA, 2013), a percepção de segurança é um dos fatores que mais condicionam a decisão de andar a pé e a escolha dos percursos pelos pedestres. Vasconcellos (2006; 2016) corrobora e complementa a afirmação ao distinguir a necessidade de se garantir tanto a segurança pública quanto viária. Por sua vez, Sutti e Paiva (2017) consideram como fatores relevantes para a qualidade do caminhar a sinalização viária e semafórica, arborização, projetos de *traffic calming*, topografia, ruído, poluição, mobiliário urbano, iluminação, entre outros. Para Cardoso *et al.* (2019) é fundamental, por exemplo, atentar-se à largura efetiva do passeio²¹, às condições de conservação do pavimento e à presença de sinalização tátil. Em uma ampla revisão sobre o tema, Hodgson *et al.* (2004) identificaram que os fatores que interferem a escolha da rota pelo pedestre podem ser categorizados pela interação com o meio ambiente e interação com outros usuários do sistema de tráfego, selecionando, ao todo, 61 atributos distintos. Os autores discorrem sobre a interação negativa entre o tráfego viário e os pedestres, e apontam que, além do volume, velocidade e composição do fluxo, fatores comumente considerados na avaliação entre os conflitos viários, também causam desconforto aos pedestres as luzes dos faróis dos veículos, a aceleração imposta para vencer os semáforos, o desconforto ao utilizar as faixas de pedestres em locais desprovidos de sinalização semafórica e o estacionamento de veículos que, em determinadas situações, impendem ou restringem o movimento dos pedestres. A lista completa dos fatores levantados por Hodgson *et al.* (2004) encontra-se no Anexo A.

Nos últimos anos, diversas metodologias têm sido desenvolvidas para avaliação destes fatores, que, comumente, estão associadas ao conceito de “caminhabilidade”. Proveniente do termo *walkability*²², a caminhabilidade está relacionada à qualidade de um ambiente de caminhada ou do ambiente do pedestre (PARK, 2008). Trata-se de um conceito relativamente novo e sem consenso amplo na literatura sobre sua definição. Porém, em geral, reflete de qual forma o ambiente urbano é capaz de responder às necessidades dos pedestres. Speck (2016, p. 14) resume-a como sendo, ao mesmo tempo, “um meio e um fim, e também uma medida”. Para Southworth (2005, p. 248, tradução nossa) “caminhabilidade é a medida em que o ambiente construído oferece suporte e incentiva a caminhada, proporcionando conforto e segurança para os pedestres, conectando pessoas com destinos variados dentro de uma quantidade razoável de

²¹ Segundo o Guia Global de Desenho das Ruas (NACTO, 2018), a largura efetiva do passeio refere-se à faixa da calçada livre de obstruções e dedicada à circulação de pedestres.

²² O termo em inglês *walkability* (*walk + ability = ability to walk*) pode ser traduzido livremente como habilidade de caminhar.

tempo e esforço, e oferecendo interesse visual em viagens em toda a rede”²³. Em suma, para Abley e Turner (2011), trata-se da medida do quão um ambiente construído é “amigável ao pedestre”. Chris Bradshaw (1993), um dos pesquisadores pioneiros sobre o tema, explica que a caminhabilidade é uma forma de motivar as pessoas a restabelecerem suas ligações com as ruas dos bairros, reconstruindo, assim, um espaço físico e social comum.

No âmbito do planejamento urbano, Lisboa (2013) considera a análise e a avaliação das condições que o espaço urbano proporciona para andar a pé como um processo valioso de apoio à decisão e identificação de necessidades de intervenção, ponto de vista corroborado por Sutti e Paiva (2017, p. 188), que afirmam que “os estudos sobre caminhabilidade permitem que gestores entendam as questões mais sutis sobre como e onde as pessoas gostariam de caminhar, suas fraquezas e as suas potencialidades”. Para além dos fatores que interferem a escolha da rota pelos pedestres, Methorst *et al.* (2010) ressaltam a importância de se conhecer as necessidades, desejos e habilidades dos usuários das ruas, para que, assim, seja possível elaborar boas políticas, projetar, construir e manter instalações adequadas de circulação e convidativas ao uso e permanência pelos pedestres.

Para Gehl e Svarre (2017), o que se busca, atualmente, é ter cidades vivazes e “o desejo de se ter uma cidade viva é reforçado quando as pessoas são convidadas a andar, [...] e a “estar” em seu espaço” (GEHL; SVARRE, 2017, p. 14). Esse desejo é atendido a partir do ponto em que as cidades conseguem garantir uma boa mobilidade e acessibilidade para os seus pedestres, potencializando a utilização do caminhar como meio de transporte sustentável para os deslocamentos diários da população (PITILIN; SANCHES, 2020). Porém, Gehl (2015) ressalta que é preciso projetar espaços que possibilitam o contato direto com a sociedade em seu entorno, preocupação (e cuidado) que vai além das questões puras de infraestrutura de circulação. Assim sendo, em cidades onde existem características favoráveis aos pedestres, espera-se encontrar um maior número de pessoas caminhando, tornando-as, além de mais vivas, também mais seguras, saudáveis e sustentáveis (GEHL, 2015). Dessa forma, a utilização

²³ “Walkability is the extent to which the built environment supports and encourages walking by providing for pedestrian comfort and safety, connecting people with varied destinations within a reasonable amount of time and effort, and offering visual interest in journeys throughout the network”.

do deslocamento pedonal também pode ser considerada uma ação que ativa e apropria o espaço urbano, além ser considerada uma maneira experimentar a cidade:

Andar permite à pessoa entrar em contato com aspectos prazerosos – e essenciais – da vida urbana, como encontrar outras pessoas, exercitar-se, pensar (ou não pensar em nada) e até, como sugere Michel de Certeau em *A arte do cotidiano* (1988), criar novos espaços urbanos através dos nossos passos (CALLIARI, 2019, p. 13).

Assim, o ato de caminhar é classificado como um modo de transporte ativo, que oferece importantes benefícios à população ao passo que reduz os custos com transporte e os impactos ambientais, diminui os congestionamentos, promove a igualdade no acesso às atividades urbanas, combate o sedentarismo e melhora a qualidade de vida (NASCIMENTO, 2016). Para incentivar os deslocamentos a pé e criar condições favoráveis para o uso das cidades pelos pedestres, é imprescindível a criação de políticas públicas com essa visão. Nesse aspecto, o Governo Federal, no início da década passada, apresentou um enorme avanço com a promulgação da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), estabelecida pela Lei Nº 12.578 de 03 de janeiro de 2012 (BRASIL, 2012). A legislação estabelece princípios e diretrizes que objetivam a melhoria da acessibilidade e mobilidade das pessoas e cargas na busca pelo desenvolvimento sustentável das cidades brasileiras, garantindo uma ampla participação social na gestão local da mobilidade urbana. A partir desse ponto, são fixados como prioridade, pelo menos do ponto de vista legal, os modos de transportes não motorizados (como o pedonal) e os serviços de transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado (BRASIL, 2012, Art. 6º, II). Também é previsto por lei: equidade no uso do espaço público de circulação, acessibilidade universal, segurança nos deslocamentos das pessoas, justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do uso dos diferentes modos e serviços, dentre outros princípios. Apesar da legislação ter entrado em vigor no ano de 2012, ainda nos dias atuais não se vê grandes avanços na prática, como constatado pelos indicadores produzidos e publicados pela ANTP (2020). O cumprimento à lei revelou-se um enorme desafio para os municípios

brasileiros, e, como consequência, o prazo limite para a elaboração do Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob), instrumento de efetivação da PNMU, tem sido constantemente adiado²⁴.

A infraestrutura pedonal de base deve, além de existir, estar em condições que encorajam e asseguram o pedestre a caminhar. Em um ambiente tão hostil e dominado pelos automóveis, as práticas que buscam melhorar o ambiente do pedestre representam uma tentativa de devolver as cidades às pessoas, ressalta Cardoso (2007). A caminhabilidade pode ser interpretada, nesse sentido, como uma forma de se garantir o direito de se mover e ter acesso à cidade. Harvey (2013) afirma que o direito à cidade vai além da liberdade individual de ter acesso aos recursos urbanos: “é um direito de mudar a nós mesmos, mudando a cidade”. Trata-se, ainda, segundo o mesmo autor, de um direito coletivo e não individual, visto que apenas com o exercício de um poder coletivo é possível remodelar os processos de urbanização. O direito à cidade, em suas diversas manifestações, também pode ser considerado como o direito da população de determinado local em comandar, orientar e pressionar todo o processo urbano ao seu redor em busca de melhoria na qualidade de vida urbana. Segundo Feltran (2016), o PlanMob, já desenvolvido por algumas cidades brasileiras, é uma maneira de se efetivar a mobilidade urbana como instrumento de aplicação do direito à cidade, visto que a elaboração e a implementação das políticas públicas de transportes estabelecidas nesse instrumento favorecem o uso menos desigual do espaço urbano.

Não existe vida nas cidade sem pessoas. Não existe dinâmica de mobilidade urbana sem os pedestres. Nesse sentido, a caminhabilidade, entendida pela capacidade de acesso e mobilidade do pedestre, pode ser considerada uma forma de reapropriação do espaço urbano. De posse desse conceito e das condicionantes relacionadas ao caminhar, é possível conhecer as potencialidades e os constrangimentos que cada ambiente apresenta, como barreiras e, com isso, buscar melhorias para que os pedestres retornem seu espaço de origem nas cidades: as ruas.

E é por esse caminho que a presente tese permeia: apesar de compreender a sua relevância e a amplitude, não se pretende analisar todos os parâmetros que compõem o conceito de caminhabilidade, mas sim analisá-los de forma parcial, considerando, inclusive, as restrições

²⁴ O Plano de Mobilidade Urbana é o instrumento de efetivação da Política Nacional de Mobilidade Urbana a ser elaborado e aprovado por municípios com população superior a 20.000 habitantes, integrantes de regiões metropolitanas, regiões integradas de desenvolvimento econômico e aglomerações urbanas com população total superior a 1.000.000 de habitantes e/ou integrantes de áreas de interesse turístico. No texto inicial da lei, o prazo limite para elaboração do PlanMob era abril de 2015. No entanto, após ser alterado por diversas outras leis e medidas provisórias, a última em maio de 2020, o prazo foi adiado para: abril de 2022, para municípios com mais de 250.000 habitantes; abril de 2023, para municípios com até 250.000 habitantes (BRASIL, 2012).

metodológicas impostas pela própria pesquisa, bem como os limites impostos pelas bases de dados disponíveis. Com isso, a caminhabilidade será analisada por meio dos padrões de deslocamentos dos pedestres com base na identificação das suas necessidades de atravessamento ao longo da área de estudo (Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo), das características socioeconômicas daqueles que realizam a travessia e do entorno, bem como dos riscos associados à movimentação entre as margens pela presença (ou ausência) de infraestrutura para os pedestres e características do tráfego local.

2.3 MOBILIDADE PEDONAL E O EFEITO BARREIRA DAS RODOVIAS URBANAS

Os pedestres são constantemente penalizados pelos conflitos e disputas de espaço com os veículos, bem como pela falta de condições adequadas para uma caminhada segura, conveniente e convidativa. Esse cenário impacta diretamente a (micro)acessibilidade da população, visto que a organização do uso da via, historicamente priorizada para os veículos motorizados, reflete, entre outros constrangimentos, na redução da interação social e do uso dos espaços públicos, potencializando a ocorrência do que se chama de “efeito barreira”. Em determinados locais o efeito barreira ocorre de forma tão intensa que a dinâmica da mobilidade dos pedestres passa a ser imposta pela infraestrutura de transporte existente, como ocorre em geral no caso das rodovias inseridas em áreas urbanas. Jacobs (2011) afirma que as rodovias urbanas e as vias expressas “evisceram as cidades” e geram consequências à vida urbana como a degradação ambiental, os impactos no uso do solo e a separação de comunidades. O acesso limitado que as rodovias impõem sobre o traçado urbano criam barreiras que reduzem uma das características essenciais das cidades: a sua vitalidade (IDTP; EMBARQ, 2013).

As rodovias urbanas, vistas como materialização do rodoviarismo, reduzem a vitalidade urbana por promoverem espaços dispersos e orientados para o automóvel, gerando impactos diretos às funções urbanas de estruturação da cidade. Estas funções, que na visão do arquiteto franco-suíço Le Corbusier (1887-1965), eram divididas em habitação, trabalho, circulação e lazer, traziam a circulação como uma “esteira rolante que levaria o homem-produto a percorrer os diversos setores de produção, basicamente representados pela habitação, o trabalho e o lazer”

(DUARTE, 2006, p. 61). No entanto, com o advento dos veículos motorizados, a função urbana de circulação acaba por sobrepor as demais e, até mesmo, delinear a própria ocupação do espaço, revelando, desde então, em desvantagens para os pedestres. Como destacado por Duarte (2006),

Impulsionada pelo advento dos meios de locomoção motorizados, a circulação assume, então, um papel decisivo entre as demais funções urbanas nas propostas de estruturação da cidade. A facilidade de movimentação e a aceleração do movimento mecânico impõem-se como marcos distintivos da cidade moderna, condicionando e submetendo o espaço público. Os automóveis tomam de assalto as cidades, reduzindo ou, até mesmo, excluindo as demais possibilidades de uso das ruas. A disputa pelo espaço público fez prevalecer os direitos dos motoristas, confrontando a fragilidade do corpo humano com a prepotência da máquina, como extensão protética do corpo dos motoristas (DUARTE, 2006, p. 61).

Baptista Neto (2012, p. 47) define a vitalidade urbana como “condições que fazem com que certos lugares públicos, como ruas e praças, tenham mais vida, atraiam mais pessoas”, destacando que essa vitalidade “é produzida pela atividade dos pedestres, que consiste tanto nas pessoas estarem nas ruas quanto passarem por elas”, sendo a presença de pessoas é importante não apenas pelo fluxo, mas, primordialmente, pela permanência. Jacobs (2011) ressalta que algumas áreas das cidades apresentam maiores desafios em promover a movimentação e permanência das pessoas, tornando-se emblemática a necessidade de se buscar uma revitalização urbana. Ainda, segundo essa autora, “quanto maior for o êxito das cidades na geração de diversidade e vitalidade em qualquer uma de suas zonas, obviamente maiores serão as probabilidades de elas obterem êxito também em outras zonas – inclusive, provavelmente, as mais desencorajadoras” (JACOBS, 2011, p. 195), como é o caso das rodovias urbanas.

Não são poucos os estudos encontrados na literatura específica sobre o efeito barreira e as transformações causadas pelas rodovias inseridas no ambiente urbano. Em geral, o conceito refere-se à redução das interações sociais geradas às comunidades do entorno da rodovia, intrinsicamente relacionada à privação de movimento e acesso por pessoas e pedestres, principalmente no que tange o atravessamento entre as margens da via (ANCIAES, 2015). Lucas (2004) destaca que as velocidades de tráfego e os congestionamentos em rodovias que passam por áreas urbanas podem causar a separação das comunidades do entorno e limitar

severamente a atividade dos pedestres. Rajé (2014) aponta que, além de reduzir os acessos da população a serviços, bens e pessoas, as rodovias urbanas geram enorme insegurança (de sinistros de trânsito e de crimes ao longo do trajeto da via) e consequente isolamento da população, agravado pela falta de vias seguras para os deslocamentos dos pedestres. Como consequência, o efeito barreira interfere na utilização das ruas como espaços sociais e, para além da falta de segurança, a segregação entre as margens das rodovias urbanas impacta diretamente em diversos quesitos relacionados à mobilidade pedonal.

Grisolía *et al.* (2014) acrescentam que o volume e a velocidade do tráfego aumentam a duração das viagens a pé ao longo das rodovias urbanas à medida que as pessoas precisam desviar dos caminhos mais curtos para atravessar em locais supostamente mais seguros. Para isso, constroem-se passarelas e passagens subterrâneas. Contudo, essas infraestruturas de acesso geram, além do aumento na distância e no tempo de travessia, degradação do ambiente dos pedestres, redução da mobilidade e impactos visuais negativos para os usuários. Raramente essas instalações removem a separação entre as margens por completo e não são percebidas pela população como uma melhoria do ambiente urbano para os pedestres (GRISOLÍA *et al.*, 2014). Mindell e Anciaes (2020) pontuam que a massiva utilização de veículos motorizados resultam em um ambiente desagradável para o caminhar devido ao ruído e a poluição do ar. Ainda segundo os autores, a falta de segurança e o ambiente viário hostil refletem na inequidade de uso da rua como espaço social, principalmente pelas pessoas com deficiência, crianças, idosos e mulheres. Apesar do efeito barreira poder ocorrer em diferentes infraestruturas de transportes, são nas vias lineares e com altas velocidades operacionais em que seus impactos são mais perceptíveis. Nas rodovias urbanas, como destacam Mindell e Anciaes (2020), o efeito barreira tende a reduzir a permeabilidade urbana para pedestres, sendo particularmente impactante entre os bairros localizados aos longo da rodovia.

As metodologias e as abordagens encontradas na literatura para avaliação do efeito barreira nos deslocamentos dos pedestres são diversas, como os estudos que buscam estabelecer uma ligação entre o transporte e a saúde pública (WOLFF; GILLHAM, 1991, THOMSON *et al.*, 2008; MINDELL; KARLSEN, 2012; SCHOLES *et al.*, 2016; MINDELL; ANCIAES, 2020). Essa relação normalmente ocorre pela quantificação dos sinistros de trânsito. Wolff e Gillham (1991) ponderam que fatores como a criação de uma política de uso do solo coordenada, de tal forma a reduzir a necessidade de viagens por modos motorizados e o desenvolvimento de meios de transportes públicos universalmente acessíveis que encorajem o

caminhar e o uso da bicicleta, devem ser considerados na tentativa de mitigar os efeitos da segregação causada pelas infraestruturas de transporte. As análises que relacionam o efeito barreira e os impactos na saúde usualmente abordam revisões sistemáticas (THOMSON *et al.*, 2008) e pesquisas de opinião/questionários (MINDELL; KARLSEN, 2012; SCHOLEN *et al.*, 2016).

Algumas rodovias urbanas passam por intervenções de engenharia de tráfego no intuito de mitigar os impactos do efeito de barreira. Contudo, as soluções de engenharia podem contribuir para as dificuldades de acesso dos residentes locais, conforme constatado por Rajé (2004), ao analisar o projeto viário estabelecido para Barton, em Oxford (Inglaterra). No local, os moradores utilizam passagens subterrâneas para realizar o atravessamento da via de mão dupla e a proposta de intervenção, baseada em sinalização semafórica, não incluía quaisquer medidas de melhoria para os pedestres. A autora traz um apelo por mais consciência social no planejamento da mobilidade urbana e destaca a invisibilidade dos grupos socialmente excluídos para engenheiros e planejadores de transporte (RAJÉ, 2004).

O efeito barreira também pode ser analisado ao se considerar os custos monetários e sociais ocasionados pelo fenômeno, conforme estudos desenvolvidos por Soguel (1995) e Grisolia *et al.* (2014). Soguel (1995) propôs um modelo para avaliação dos custos monetários do efeito barreira em Neuchâtel (Suíça) e Grisolia *et al.* (2014) realizou um estudo similar em Las Palmas (Espanha). Dentre os resultados encontrados em ambos estudos, os autores destacam que o ato de criar estradas subterrâneas remove completamente os impactos do efeito barreira em áreas urbanas, devolvendo a equidade espacial e o bem-estar da população. Entretanto, os custos devem ser mensurados ao passo que dependem diretamente do tamanho da população afetada e da sua distribuição espacial. Além disso, Grisolia *et al.* (2014) destacam que o paisagismo e a presença de pessoas nas vias foram considerados fatores que melhoram o ambiente para os pedestres, inclusive a percepção de segurança.

A aplicação de modelos comportamentais também são úteis para compreensão do fenômeno. Nesse sentido, Mouette e Waisman (2004) desenvolveram um modelo com o objetivo de detectar a ocorrência (ou não) dos impactos relacionados ao efeito barreira comumente descritos na literatura. Para isso, foram considerados fatores relacionados às características do tráfego viário, aos impactos na acessibilidade e na mobilidade, nos padrões de viagens, no comportamento da população e nas relações sociais. A aplicação ocorreu na cidade Leeds (Inglaterra), contemplando crianças (de 8 a 11 anos de idade) e adultos (acima de

18 anos). Os resultados apontaram que efeito barreira realmente desencadeia uma série de consequências negativas para a população que reside no entorno das vias caracterizadas como barreiras, ocasionando impedências ao livre movimento dos pedestres e as consequências atingem, principalmente, as crianças e os idosos (acima de 64 anos).

Apesar do efeito barreira ser amplamente abordado em pesquisas no exterior, ainda há sensível escassez de estudos sobre a temática no cenário brasileiro. Dentre as bibliografias examinadas, destacam-se os estudos realizados por Silva Júnior e Ferreira (2008), Sousa e Braga (2011) e Maciorowski (2018). Silva Júnior e Ferreira (2008) abordam os impactos das rodovias urbanas pela percepção dos pedestres a partir da aplicação de uma pesquisa de opinião em Uberlândia (Minas Gerais). Com base nesse estudo, pode-se identificar restrições aos deslocamentos a pé realizados pelos moradores da área de estudo. Sousa e Braga (2011) realizaram uma análise teórica do efeito barreira em bairros periféricos da cidade de Rio Claro (São Paulo), no qual constatou-se que os problemas de acessibilidade da população estão relacionados com o planejamento e a gestão deficitários do controle urbanístico do desenho urbano. Por sua vez, Maciorowski (2018) aplicou questionários junto à população de Florianópolis (Santa Catarina) e, com auxílio da técnica de preferência declarada, identificou pelo ponto de vista dos pedestres que os fatores que mais influenciam a segregação causada pelo efeito barreira são a dificuldade de atravessar a pista e a sensação de insegurança ocasionadas pela falta de opções de travessia e/ou inadequação das calçadas.

Destaca-se, ainda, a pesquisa realizada por Anciaes (2013) que mensurou o efeito barreira em rodovias urbanas com base na redução da interação da população considerando as restrições ocasionadas à mobilidade dos pedestres. O estudo propõe a criação de índices que foram aplicados em Lisboa (Portugal) e traz importantes avanços para a literatura ao focar na mobilidade dos pedestres, utilizando-se de SIGs (Sistemas de Informação Geográfica) para medir os efeitos das rotas de deslocamentos pedonais. Outras ferramentas também podem ser utilizadas para identificar os impactos do efeito barreira nos pedestres como o mapeamento participativo, a aplicação de questionários com residentes locais, a análise de dados de pesquisas e o desenvolvimento de modelos e índices de caminhabilidade, conforme descrito por Vaughan *et al.* (2020). A publicação relaciona as metodologias e ferramentas utilizadas no projeto *Street Mobility and Network Accessibility* (2014-2017) em Londres (Inglaterra). Um dos principais resultados mostrou que as pessoas que moram perto de rodovias urbanas movimentadas preferem utilizar travessias semaforizadas à passagens subterrâneas e passarelas

para pedestres. Em suma, as abordagens acadêmicas dos impactos do efeito barreira em rodovias urbanas possuem como foco principal os pedestres e a comunidade do entorno, sendo o presente trabalho uma contribuição para os avanços dos estudos sobre esta temática, porém com foco no cenário brasileiro – mais especificamente do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, em Belo Horizonte (Minas Gerais).

3 ORIGENS E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO ANEL RODOVIÁRIO DE BELO HORIZONTE

*Amou daquela vez como se fosse a última
Beijou sua mulher como se fosse a última
E cada filho seu como se fosse o único
E atravessou a rua com seu passo tímido*

*Subiu a construção como se fosse máquina
Ergueu no patamar quatro paredes sólidas
Tijolo com tijolo num desenho mágico
Seus olhos embotados de cimento e lágrima*

*Sentou pra descansar como se fosse sábado
Comeu feijão com arroz como se fosse um príncipe
Bebeu e soluçou como se fosse um náufrago
Dançou e gargalhou como se ouvisse música*

*E tropeçou no céu como se fosse um bêbado
E flutuou no ar como se fosse um pássaro
E se acabou no chão feito um pacote flácido
Agonizou no meio do passeio público
Morreu na contramão atrapalhando o tráfego*

(Chico Buarque, Construção, 1971)

Com o avanço do rodoviarismo ao longo do século XX, muitas cidades optaram pela construção de vias largas e com velocidades operacionais mais elevadas, como rodovias urbanas e vias expressas. Havia o intuito de suprir a crescente demanda imposta pelos automóveis e proporcionar maior fluidez ao tráfego de veículos. Inicialmente, esse tipo de infraestrutura viária foi amplamente difundido em cidades norte-americanas, especialmente a partir da década de 1950. Nesse momento, a dinâmica urbana nos Estados Unidos passava por uma profunda transformação, ao passo que as pessoas começaram a abandonar as áreas centrais das cidades para residir em bairros residenciais distantes, conhecidos como subúrbios²⁵. Dessa forma, as rodovias urbanas ganharam espaço (e prioridade) no planejamento urbano. Com incentivo da Legislação Nacional de Desenvolvimento Rodoviário de 1956, o governo federal

²⁵ Diferentemente do conceito de subúrbio comumente utilizado no Brasil para se referir ao bairros de periferia, distantes do centro da cidade e, em geral, mais pobres, o subúrbio nos Estados Unidos (derivado do termo *suburb*), é caracterizado por bairros residenciais planejados de classe média alta criados como alternativa de moradia às áreas centrais (SPECK, 2016).

dos Estados Unidos estabeleceu a meta de construção de 64 mil quilômetros de rodovias interestaduais até 1970. Porém, cerca de 20% dos fundos foram aplicados em projetos dentro da área urbana (IDTP; EMBARQ, 2013). Segundo Speck (2016), as vias expressas e rodovias urbanas foram criadas para reduzir os congestionamentos e afastar o tráfego das áreas centrais, além de aumentar a atratividade local, já que os automóveis eram (e ainda são) considerados elementos vitais nas cidades norte-americanas.

De uma forma geral, as cidades brasileiras importaram esse modelo de ampliação das rodovias urbanas, focando na necessidade de construir infraestruturas viárias para priorização dos automóveis. ITDP e Embarq (2013) citam como exemplo a construção do Túnel Rebouças e do Elevado Paulo de Frontin, no Rio de Janeiro (RJ), concebidos no intuito de se criar uma rota direta entre o centro da cidade e importantes bairros da Zona Sul, como Copacabana, Ipanema e Leblon. Em Belo Horizonte (MG), Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, que compõe o recorte espacial e objeto dessa pesquisa, é um exemplo típico (e complexo) de rodovia inserida no espaço urbano. Voltar no tempo e buscar entender as origens dessa rodovia pode auxiliar na contextualização atual e dos possíveis efeitos sobre a mobilidade e acessibilidade a pé em seu entorno.

3.1 HISTÓRICO DE CONSTRUÇÃO DO ANEL RODOVIÁRIO DE BELO HORIZONTE

Belo Horizonte, Capital do Estado de Minas Gerais, foi a primeira cidade planejada do Brasil República. Inaugurada há 124 anos, sua construção teve como propósito a substituição da capital, que, até então, se localizava no município de Ouro Preto, com propósito de modernizar e desenvolver o Estado (PAIVA, 2019). Elaborado pelo engenheiro Aarão Reis, o desenho do município contemplava a criação de três zonas: uma zona urbana, circunscrita pela Avenida do Contorno, uma suburbana e uma rural. O planejamento da zona urbana, que atualmente corresponde à Área Central, foi inspirado no projeto urbanístico de Haussmann (Paris), trazendo símbolos positivistas e de modernidade, com uma arquitetura marcada por ruas e avenidas largas e retas (JAYME; TREVISAN, 2012). Logo, a cidade se tornou-se a representação de modernidade do início da República (PIMENTEL, 1997).

Desde a sua inauguração, a cidade experimentou um vertiginoso crescimento populacional, já extrapolando, nas primeiras décadas, as previsões iniciais estabelecidas pela Comissão de Construção da Nova Capital (CCNC). Pimentel (1997) ressalta que, ainda na década de 1940, cinquenta anos após sua inauguração, Belo Horizonte possuía 211.377 habitantes, sendo a grande maioria vindos de outras localidades do estado – como da antiga capital. A partir de então, a cidade passou por grandes transformações devido aos processos de desenvolvimento econômico e intensificação da urbanização que elevaram-na à terceira maior cidade do Brasil (JAYME; TREVISAN, 2012). Batista, Matos e Lobo (2021) relembram que o crescimento populacional registrado nesse período fomentou uma profunda transformação dos bairros, onde se localizavam os equipamentos industriais e a população operária (Barro Preto, Santo Agostinho e Lourdes), bem como “as moradias precárias deram lugar à elegantes casarões de estilo neoclássico e colonial, que foram ocupados pela crescente elite financeira industrial da nova metrópole que ia se formando” (BATISTA; MATOS; LOBO, 2021, p. 3). O processo imobiliário local juntamente com a implementação do Sistema de Distritos Industriais pelo governo à época foram fatores determinantes na desindustrialização da Área Central de Belo Horizonte e, conseqüentemente, de industrialização da região metropolitana – mais especificamente do município de Contagem, com a criação da Cidade Industrial Juventino Dias (BATISTA; MATOS; LOBO, 2021). Complementarmente, Pimentel (1997) descreve essas transformações na Capital mineira, com destaque para a expansão dos serviços urbanos da cidade e criação da Cidade Industrial.

No final da década de 40, injunções ideológicas e conjunturais haviam transfigurado Belo Horizonte. O apelo da modernização, que tivera início com a gestão do prefeito Juscelino Kubitschek entre 1940 e 1945, se aprofundou com as mudanças impostas pela eclosão da Segunda Guerra e a decisão pela criação da Cidade Industrial em 1944. Dos anos 40 para os 50, a cidade assiste a uma grande expansão dos serviços urbanos e a tônica do seu desenvolvimento passa a ser cada vez mais, o progresso, a modernização (PIMENTEL, 1997, p. 62).

O espaço urbano da cidade, principalmente em sua Área Central, passou a receber um volume crescente de veículos motorizados e o planejamento urbano ficou marcado pela

execução de intervenções físicas que buscaram atender, principalmente, os interesses do capital e do automóvel, conforme enfatizado por Jayme e Trevisan (2012), que ressaltam:

A década de 1960 foi marcada por intervenções físicas que responderam, basicamente, aos interesses do capital e do automóvel. As ruas do centro, que até então abrigavam uma sociabilidade marcada pelo andar à toa, a pé, foram tomadas pelos carros, se tornando cada vez mais lugares de passagem. A cidade perdeu muito de seu patrimônio edificado e redefiniu áreas e funções descaracterizando, muitas vezes, edifícios e áreas públicas (JAYME; TREVISAN, 2012, p. 362).

Com o aumento no ritmo de trocas econômicas e deslocamentos populacionais entre Belo Horizonte e suas cidades vizinhas, como Contagem, bem como o volume crescente de veículos que circulavam na Área Central de Belo Horizonte, tornou-se necessária a construção de uma via de tráfego que suprisse essas demandas (SANTOS; MAYORGA, 2017; BATISTA; MATOS; LOBO, 2021). Nesse cenário surge o Anel Rodoviário de Belo Horizonte, projetado e executado pelo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER)²⁶ e inaugurado no início da década de 1960²⁷, conforme noticiado pelos veículos de imprensa à época (Figura 3.1 e Figura 3.2) e destacado por DNIT/UFSC (2010).

Responsável por efetuar a ligação entre as rodovias que cortam a Capital, o Anel Rodoviário se estende por 26,2 km, desde o entroncamento com a BR-040 (sentido Rio de Janeiro-RJ), na região do bairro Olhos D'água, porção sul do município, até a bifurcação com as rodovias BR-262 (sentido Vitória-ES) e BR-381 (sentido São Mateus-ES), no bairro Nazaré, localizado na Regional Nordeste (DNIT, 2019). A Figura 3.3 e a Figura 3.4 apresentam fotografias históricas que ilustram o local o qual, desde sua inauguração, era prevista a

²⁶ De acordo com o Arquivo Nacional do Ministério da Justiça e Segurança Pública, o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) foi um órgão federal criado em 1937 com responsabilidades sobre o plano geral de estradas de rodagem nacionais, contemplando a execução, fiscalização de obras, melhoramentos das rodovias, bem como o policiamento das estradas e pontes nacionais (Lei Nº. 467, de 31 de julho de 1937, e Decreto Nº. 3082, de 17 de setembro de 1938). Com a Lei Nº. 10.233, de 5 de junho de 2001, que dispôs sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, o DNER foi extinto, criando-se, em seu lugar, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) (BRASIL, 20--).

²⁷ É importante ressaltar que, durante o processo de pesquisa, o DNIT foi contactado diversas vezes em busca de dados oficiais sobre o projeto, construção e operação do Anel Rodoviário de Belo Horizonte via Lei de Acesso à Informação e correio eletrônico institucional, porém, sem respostas em todas as tentativas. Com isso, o desenvolvimento do histórico e caracterização da rodovia se baseou em documentos encontrados em formato digital, incluindo relatórios técnicos, matérias jornalísticas, artigos e sítios de órgãos institucionais.

circulação de veículos de grande porte que atenderiam as indústrias localizadas na Cidade Industrial, bem como a utilização para o escoamento da produção de minério extraído no quadrilátero ferrífero com destino às diversas siderúrgicas instaladas no Estado (O GLOBO, 1962). Como reportado nessa matéria, o objetivo era “evitar o congestionamento do tráfego, possibilitando o desvio de veículos, principalmente de carga, do centro da cidade” (O GLOBO, 1962, p. 1).

OBRAS DO ANEL RODOVIÁRIO DE BELO HORIZONTE SERÃO CONCLUÍDAS ATÉ O FIM DO CORRENTE ANO

Inspeccionado Pelo Diretor-Geral do DNER o Importante Melhoramento

Cresce a População Mundial

NACIONES UNIDAS, 2 (FP) — O (GLOBO) — A população do globo no segundo semestre de 1961 alcançou a cifra de 3 000 000 000 de habitantes, isto é, 300 milhões mais que em 1950. Este crescimento se deve essencialmente à diminuição da mortalidade, e é particularmente notável na América Central e sudeste asiático.

As presentes indicações foram fornecidas pelo Anuário Demográfico de 1961, publicado pelas Nações Unidas, organismo que estabeleceu suas estatísticas a partir de censos oficiais efetuados em numerosos países.

Segundo o Anuário, a taxa de crescimento da população mundial é a mais elevada que já se registrou: 1,5 por cento anual. A densidade mundial é de 22 habitantes por quilômetro quadrado contra 18 em 1950.

A fim de inspecionar as obras de construção do anel de contorno rodoviário de Belo Horizonte, que estão sendo executadas pela conhecida firma construtora SEMENGE, esteve anteriormente naquela capital, o engenheiro Roberto Lassance, diretor-geral do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). O ilustre visitante desembarcou às 11h 30m no Aeroporto da Pampulha, onde o aguardavam diversas autoridades locais, altos funcionários do DNER, dirigentes de numerosas firmas empreiteiras, amigos e admiradores. Entre as pessoas ali presentes na ocasião, a reportagem anotou os nomes dos Srs. Délcio Euler Horta Sanábio, engenheiro-chefe do 6.º DRF, aqui sediado; Allan de Paula Fernandes, chefe do 8.º DRF, sediado em São Paulo; Celso Mallo Azevedo, diretor-presidente da "CEMIG" e repre-

sentante do Governador do Estado; Dr. São Torres, diretor-geral do Departamento Estadual de Estradas de Rodagem (DER), e ENG. D'Artagnan de Lemos Rache, da SEMENGE.

Na oportunidade, o Dr. Roberto Lassance, cuja atuação à frente do DNER tem lhe valido os mais encomiásticos aplausos, defendeu a maneira serena e objetiva com que encara e resolve os problemas rodoviários nacionais. Foi bastante compreendido. A seguir, acompanhado de comitiva que o foi receber, o diretor-geral do DNER dirigiu-se para o centro da cidade, onde ali observou, estendendo sua avaliação ao eng. Délcio Euler Horta Sanábio, chefe daquele serviço.

Logo após, o diretor-geral do DNER, acompanhado de assessores, engenheiros do DNER e diretores da SEMENGE, rumou para as obras de construção do anel rodoviário de contorno do Belo Horizonte, que percorreu inteiramente. Estas obras, que estão a cargo da SEMENGE, foram feitas pelo DNER para tal fim, estando em fase bastante adiantada, devendo ser concluídas até o fim do corrente ano. Presentemente, está sendo realizada a capacitação asfáltica do anel, etapa iniciada há dias.

ANEL DE CONTORNO

Esta importante realização que já foi alvo do noticiário da imprensa em ocasiões anteriores, é considerada do mais alto

valor para a perfeita objetivação técnica do sistema de acesso das diversas rodovias federais que demandam a capital mineira, quais sejam a BR-2, BR-7, BR-31 e BR-56, que ligam aquela cidade respectivamente ao Rio de Janeiro, Brasília, Vitória, Curitiba e São Paulo.

O anel de contorno rodoviário de Belo Horizonte tem a extensão de cerca de vinte quilômetros, incluindo viadutos e túneis. Sua principal finalidade é evitar o congestionamento do tráfego, possibilitando o desvio de veículos, principalmente de carga, do centro da cidade. Por este anel de contorno deverão trafegar os pesados transportes que servem as indústrias localizadas na Cidade Industrial de Contagem, bem como os que conduzem o minério extraído no quadrilátero ferrífero de Minas para as diversas siderúrgicas instaladas naquele Estado.

VISITA AO DNER

O Dr. Roberto Lassance dirigiu-se, na parte da tarde, à sede do 6.º DRF, visitando demoradamente suas instalações, inclusive as oficinas. Mostrou-se vivamente impressionado com o que



VISITA DO DIRETOR DO DNER — O engenheiro Roberto Lassance, diretor-geral do DNER, esteve em Belo Horizonte, anteriormente, para inspecionar as obras de pavimentação asfáltica do anel de contorno rodoviário da capital mineira, interligando as várias rodovias federais que ligam aquela cidade com os Estados limítrofes. O flagrante acima foi feito por ocasião da visita que aquele ilustre técnico fez à importante obra, vendo-se, da esquerda para a direita, os engenheiros D'Artagnan de Lemos Rache, da SEMENGE, firma empreiteira do serviço; José Antônio de Sá Fortes, assistente do chefe do 6.º DRF; Roberto Lassance, diretor-geral do DNER; Délcio Euler Horta Sanábio, chefe do 6.º DRF; Batista Cariglio, do DNER; Leuro Ferreira, da SEMENGE, e o bacharel Rómulo Pimenta, também do DNER.

Figura 3.1: Matéria jornalística sobre a construção do Anel Rodoviário de Belo Horizonte.

Fonte: O Globo (1962).

Goulart Vai Inaugurar o Anel Rodoviário de Belo Horizonte

BELO HORIZONTE, 18 (O GLOBO) — O Presidente da República deverá viajar, ainda esta semana, para Belo Horizonte, a fim de inaugurar o anel rodoviário, interligando quatro rodovias federais. É grande a expectativa pela visita porque se prevê que, na ocasião o Sr. João Goulart dará a palavra final sobre a liberação do empréstimo de Cr\$ 15 bilhões, solicitados à União pelo Governo de Minas. O Presidente da República ainda não fixou a data de sua visita, que seria, provavelmente, na próxima quinta-feira. Na Capital, o Sr. João Goulart manterá importantes contatos políticos com as bancadas estaduais do PTB e do PSD, sendo seu pensamento

ter encontros reservados com os líderes peessedistas, para obter apoio, no plano federal, para as reformas de base. Em compensação, oferecerá ao PSD mineiro a pasta da Educação, atualmente vaga.

Em Araxá

BRASILIA, 19 (O GLOBO) — O Presidente da República vai a Araxá (Minas Gerais), em princípio de dezembro, a convite do Governador Magalhães Pinto, segundo informou a Secretaria de Imprensa do Palácio do Planalto.

Figura 3.2: Matéria jornalística sobre a inauguração do Anel Rodoviário de Belo Horizonte, com a participação do Presidente da República em exercício João Goulart.

Fonte: O Globo (1963).



Figura 3.3: Vista do viaduto do Anel Rodoviário de Belo Horizonte sobre a Avenida Amazonas, com a Cidade Industrial ao fundo.

Fonte: IBGE (19--).



Figura 3.4: Vista aérea do Anel Rodoviário na altura do Trevo São Francisco.

Fonte: Museu Histórico Abílio Barreto (1969).

O fluxo de veículos na rodovia já se mostrava, desde o princípio, um desafio no âmbito da segurança e da acidentalidade. Ao passo disso, é possível encontrar em jornais de circulação nacional, como a Folha de São Paulo, O Estado de São Paulo e O Globo, noticiário descrevendo as ocorrências de sinistros de trânsito no Anel Rodoviário ao longo dos anos após sua inauguração. Em 1976, o jornal O Globo descrevia-o como “um dos primeiros colocados nas estatísticas de acidente de todo país”, bem como uma via “inteiramente saturada” devido ao

tráfego diário de “centenas de caminhões carregados de minério de ferro, aço e outros produtos que, deixando Belo Horizonte buscam Brasília ou Rio, ou que, vindo dessas cidades, se destinam a São Paulo” (O GLOBO, 1976, p. 11). O mesmo destaca como problemático o acesso e escoamento da produção de veículos da recém inaugurada fábrica da Fiat Automóveis, localizada no município de Betim (Figura 3.5). Surgem, então, as primeiras demandas de intervenção na infraestrutura da rodovia, como a duplicação de pista e construção de obras de arte especiais, que vieram a ocorrer a partir da década de 1980.

Belo Horizonte, o acesso difícil

Situada no quilômetro 9,5 da rodovia Belo Horizonte — São Paulo — BR-381 — a fábrica da Fiat Automóveis S/A. enfrenta, antes mesmo de se inaugurar, o problema da dificuldade de acesso a Belo Horizonte e à rodovia que leva ao Rio de Janeiro.

À BR-381, batizada como Rodovia Fernão Dias, é o prolongamento da avenida Amazonas, uma das mais movimentadas de Belo Horizonte. Ela começa na Praça da Estação, no centro comercial da capital e prolonga-se até o município de Contagem, onde, defronte à fábrica da FCA, passa a ser chamada de rodovia pois, é a partir dali que começa a jurisdição do Departamento de Estradas de Rodagem.

Por cortar toda a cidade, a avenida Amazonas é o único acesso a vários e populosos bairros onde se situam, entre outras, a Escola Técnica Federal e a Universidade Católica. É também às suas margens que se estende grande parte do Parque Industrial de Contagem, hoje o segundo centro industrial do país.

Projetada na década de 50, a avenida já não suporta o tráfego intenso — segundo pesquisa do PLAMBEL, realizada em 1972, aproximadamente 50 mil veículos — ocorrendo assim extensos engarrafamentos.

O problema já se arrasta há vários anos e só agora, com a inauguração da fábrica da Fiat Automóveis começa a sensibilizar as autoridades que, mesmo assim, ainda não sabem a solução a ser dada já que, o alto custo dos imóveis que a circundam torna inviável qualquer projeto de alargamento.

O ANEL, OUTRO PROBLEMA

Construído para ligar as rodovias que levam de Belo Horizonte a Brasília e ao Rio de Janeiro, evitando o trânsito de veículos pesados pelo centro da cidade, o Anel Rodoviário de Belo Horizonte está hoje inteiramente saturado.

Sua pista de rolamento, com 14 metros de largura para mão e contramão, já não comporta mais o volume de tráfego. O constante movimento fez do Anel um dos primeiros colocados nas estatísticas de acidentes de todo o país.

Pelo anel transitam diariamente centenas de caminhões carregados de minério de ferro, aço e outros produtos que, deixando Belo Horizonte buscam Brasília ou Rio, ou

estudantes da Universidade Católica e do futuro campus da UFMG, que se localizará na região.

Para a Prefeitura de Belo Horizonte, a solução para o problema do trânsito na região está na construção de vias expressas. Pelos planos elaborados, seriam construídos três eixos de vias expressas que, permitindo maior velocidade, proporcionariam um melhor escoamento do trânsito.

As vias, direcionadas para o oeste, convergiriam para a rodovia Fernão Dias, sendo uma paralela à avenida Amazonas, uma cortando o Anel Rodoviário pela parte sul e outra cortando pela parte norte, com uma ramificação para dar acesso direto no trevo da fábrica.

Como todos os planos para a Grande-BH, este também tem sua implantação total prevista para 1990, nove anos depois de a fábrica atingir sua capacidade máxima de produção.

Quanto ao Anel Rodoviário, os planos existem também. Há um projeto que prevê a sua ampliação, com a implantação de dez pistas, cinco em cada mão. Este projeto começou a ser executado, com a ampliação dos viadutos. Mas foi susado.

TRENDS E VIAS EXPRESSAS

Sabendo que 70% dos deslocamentos, dentro da região metropolitana de Belo Horizonte, se fazem através de ônibus, o problema já assusta a diretoria da Fiat. Pelos cálculos da empresa, a partir de agosto cerca de 250 novos veículos, necessários para o transporte de seus funcionários, estarão percorrendo a avenida Amazonas, sendo que este número deverá chegar a 800 até 1978.

A solução, segundo os técnicos da empresa, seria a implantação de um trem expresso, deixando Belo Horizonte e atingindo a fábrica, fazendo um percurso de aproximadamente 25 quilômetros em meia hora, com três paradas interdiárias.

Este trem, além de atender à Fiat Automóveis, serviria aos operários das indústrias situadas na Cidade Industrial de Contagem e no Distrito Industrial de Imbiruçu, no município de Betim, e também aos

Figura 3.5: Matéria jornalística sobre a inauguração da fábrica da Fiat Automóveis em Betim (MG), com destaque sobre as vias de acesso à Belo Horizonte.

Fonte: O Globo (1976).

Atualmente, o Anel Rodoviário continua sendo considerado uma importante via de ligação regional entre Belo Horizonte e os municípios da sua Região Metropolitana (RMBH). Segundo estimativas do IBGE (2020), a RMBH é abriga atualmente cerca de 5,4 milhões de habitantes, sendo a terceira região metropolitana mais populosa do país. Com isso, a via recebe um volume de trânsito urbano intenso, com origem e destino aos municípios metropolitanos, especialmente aqueles limítrofes e efetivamente conurbados, como Nova Lima e Ibirité (vetor sul), Contagem e Sabará (Oeste e Leste) e Santa Luzia e Ribeirão das Neves (norte) (Figura

3.6). Santos e Mayorga (2017, p. 253) ressaltam que a criação do Anel Rodoviário fez emergir uma fronteira metropolitana: entre “aqueles que moram em Belo Horizonte e aqueles que utilizam o anel para acessar bairros da região metropolitana”.

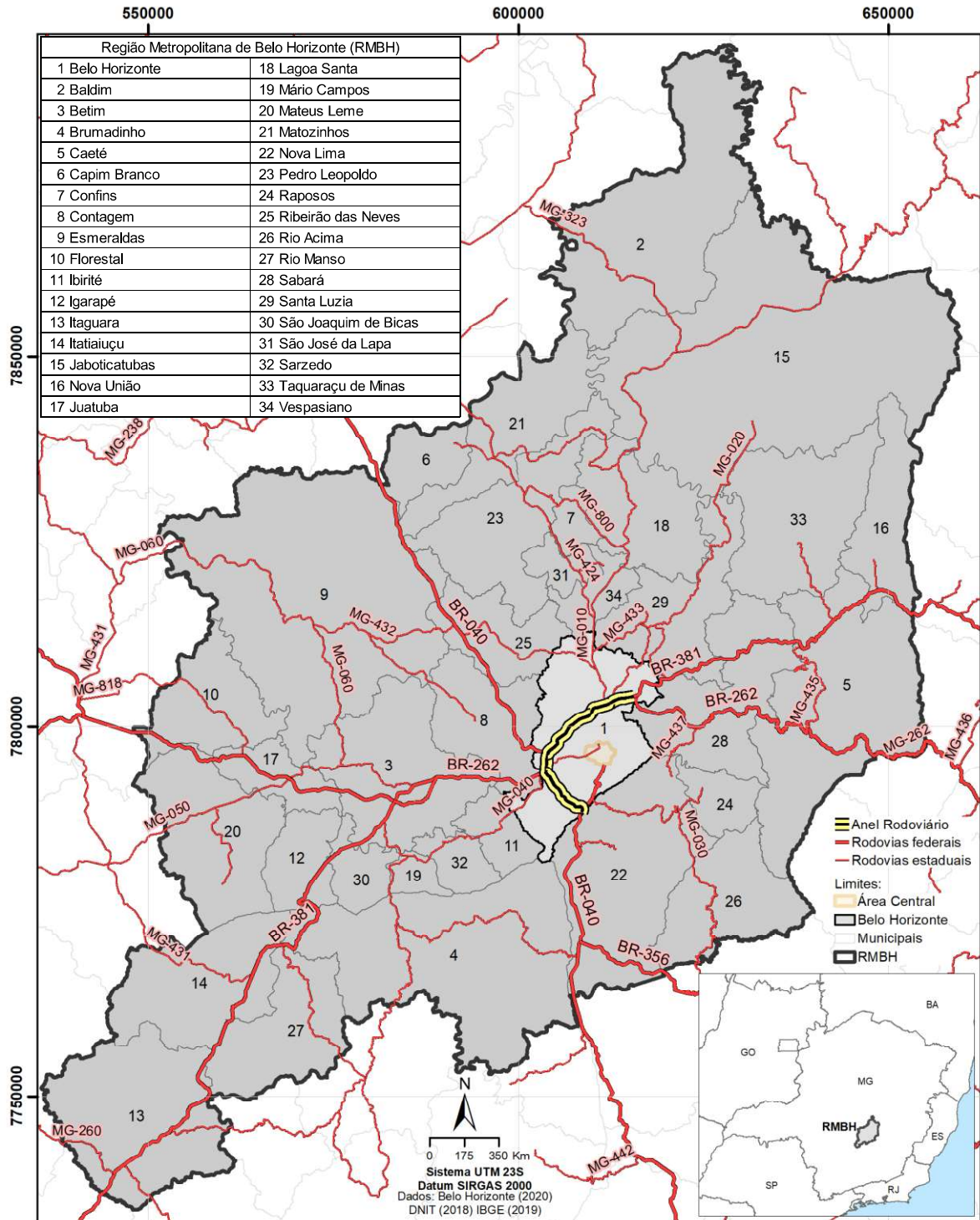


Figura 3.6: Mapa de localização do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH).

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020); DNIT (2018); IBGE (2019).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: LOCALIZAÇÃO, INFRAESTRUTURA E GESTÃO

De acordo com o Instituto de Pesquisas Rodoviárias, um anel rodoviário é caracterizado como um “trecho de rodovia destinado à circulação de veículos na periferia das áreas urbanas, de modo a evitar ou minimizar o tráfego no seu interior, **circundando completamente a localidade, interligando duas ou mais rodovias federais**” (DNIT, 2009, p. 2, grifo nosso). Ao mesmo tempo, tem-se a definição de contorno rodoviário como “trecho de rodovia destinado à circulação de veículos na periferia das áreas urbanas, de modo a evitar ou minimizar o tráfego no seu interior, **sem circundar completamente a localidade**, iniciando e terminando em uma rodovia federal, em pontos distintos” (DNIT, 2009, p. 2, grifo nosso). Nota-se, nesse caso, uma inconformidade em relação à nomenclatura do Anel Rodoviário de Belo Horizonte, visto que o mesmo não permite um contorno completo (Figura 3.6) e, dessa forma, não se configura plenamente como um anel, embora se assemelha ao conceito de contorno rodoviário. Na hierarquização viária vigente do município, determinada pela Lei nº 11.181/2019 (BELO HORIZONTE, 2019), o Anel Rodoviário é classificado como “via de ligação regional” – termo correspondente a uma via urbana de trânsito rápido, conforme estabelecido no Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997).

O Anel Rodoviário compreende um traçado curvo, estabelecendo o limite entre as regionais Barreiro e Oeste em sua porção sul, separando Pampulha e Noroeste, estendendo-se até a parte central da regional Nordeste. É interceptado por importantes avenidas urbanas, com destaque para a Av. Amazonas, Av. Presidente Antônio Carlos e Av. Cristiano Machado (Figura 3.7). Desde sua criação, a rodovia e o seu entorno têm passado por diversas transformações, em boa medida devido ao acréscimo de construções residenciais nos bairros lindeiros e nas próprias margens da rodovia, que, na maioria dos casos, são irregulares (Figura 3.8).

Considerando o entorno direto da rodovia²⁸, estima-se que seja abrigada acerca de 20% da população da Capital (Tabela 3.1). Ainda, o traçado do Anel Rodoviário inclui as duas

²⁸ A estimativa citada considera a zona de influência de 600 metros do eixo central do Anel Rodoviário. Essa metodologia, estabelecida no presente estudo, está detalhada no Capítulo 4.

regionais mais populosas de Belo Horizonte, Oeste e Nordeste, que possuíam, respectivamente, 308.549 e 290.353 habitantes em 2010, conforme dados do Censo Demográfico do IBGE.

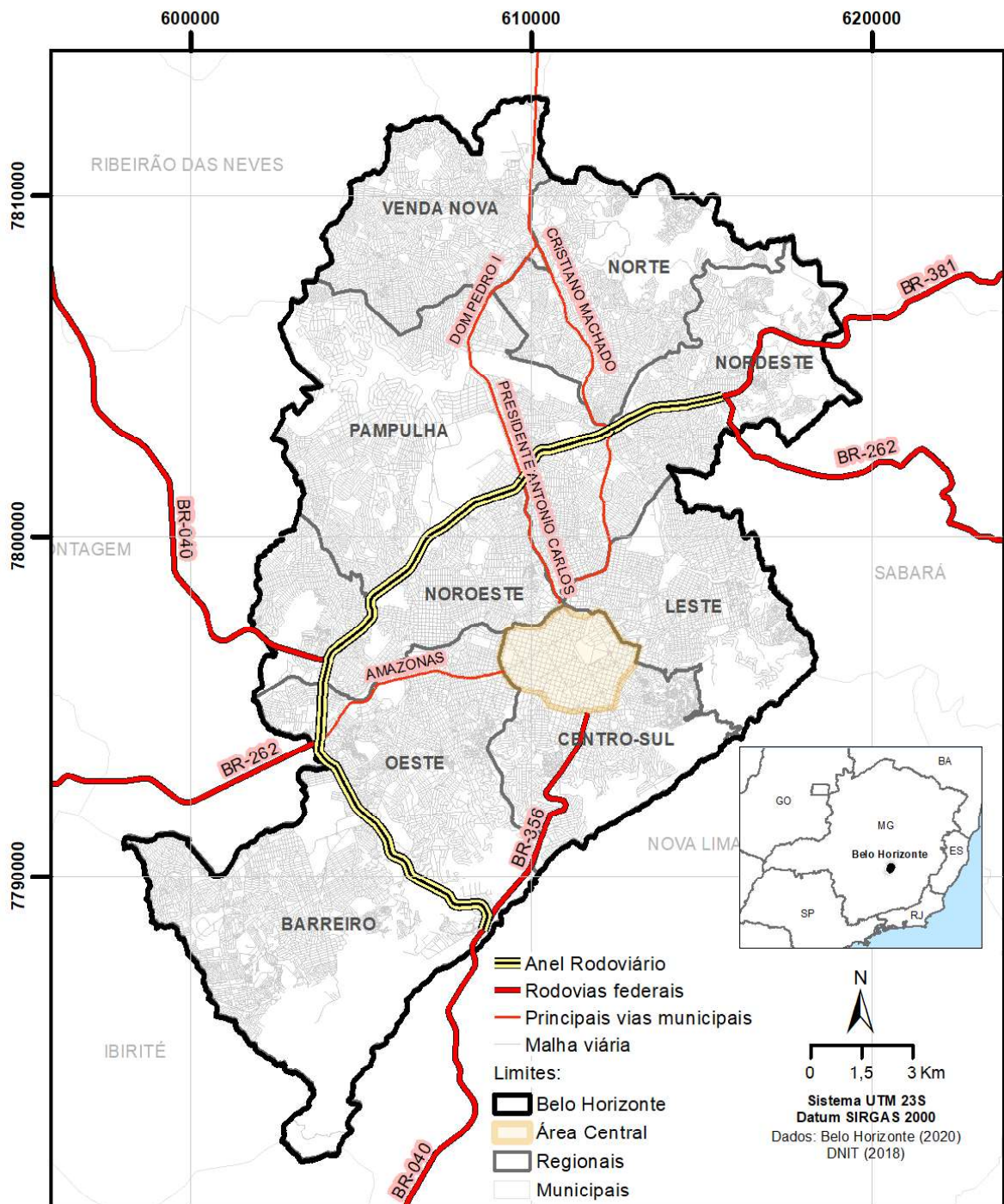


Figura 3.7: Mapa de localização do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo no município de Belo Horizonte (MG).

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020); DNIT (2018); IBGE (2019).

Tabela 3.1: População residente nas regionais administrativas de Belo Horizonte (MG) e estimada para o entorno do Anel Rodoviário, 2010.

Regional administrativa	População		
	Belo Horizonte	Entorno do Anel Rodoviário	
Oeste	308.549	115.558	37%
Nordeste	290.353	114.304	39%
Centro-Sul	283.776	-	-
Barreiro	282.552	47.141	17%
Noroeste	268.038	120.845	45%
Venda Nova	265.179	-	-
Leste	238.539	-	-
Pampulha	226.110	63.689	28%
Norte	212.055	17.973	8%
TOTAL	2.375.151	479.510	20%

Fonte: IBGE (2010); Agência RMBH (2012).



Figura 3.8: Ocupações irregulares às margens do Anel Rodoviário na altura do Viaduto São Francisco (Av. Presidente Antônio Carlos).

Fonte: Tôrres (2013).

Belo Horizonte sofreu uma expressiva expansão do tecido urbano nos últimos setenta anos, inclusive quando observado o entorno do Anel Rodoviário (Figura 3.9). Antes da sua concepção, em 1950, a mancha urbana da cidade (destacada no cartograma pela cor marrom escuro) pouco alcançava o que seria a projeção da futura rodovia, inaugurada na década seguinte. Porém, em 1977 (cor marrom claro) nota-se que o entorno da rodovia foi envolvido pela mancha urbana da Capital, quando a rodovia passou a exercer “um papel estruturador no território da cidade ao permitir, também, uma série de interligações entre suas regiões” (ANDRADE *et al.*, 2019, p. 3434).

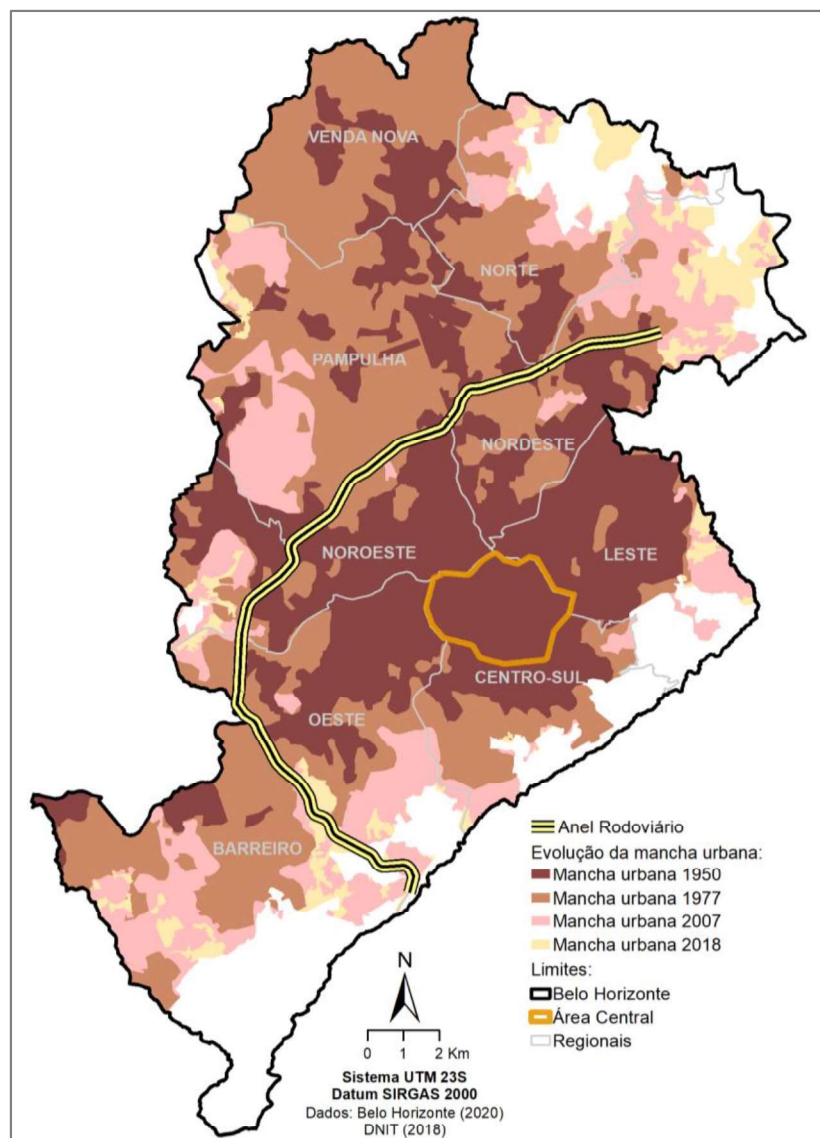


Figura 3.9: Evolução da mancha urbana do município de Belo Horizonte (1950 – 2018).

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020); DNIT (2018).

Em relação à infraestrutura e operação, o Anel Rodoviário é composto por duas pistas de tráfego com duas a três faixas por sentido de fluxo, a variar por trecho. Em alguns trechos há estreitamento de pista, como no Viaduto São José localizado no cruzamento entre as avenidas Dom Pedro II e Presidente Tancredo Neves (Figura 3.10), o que recorrentemente provoca grandes congestionamentos ou retenção parcial do fluxo de veículos. A velocidade operacional máxima na via é de 80 km/h, sendo que em alguns trechos, considerados de maior risco, a velocidade máxima é limitada a 70 km/h para veículos de passeio e 60 km/h para veículos de carga. Para isso, equipamentos redutores de velocidade foram instalados ao longo de toda extensão da rodovia. Entretanto, desde 2019, apenas os radares localizados no trecho entre as rodovias BR-356/BR-040 (Regional Oeste/Barreiro) e BR-040 (Regional Noroeste) encontram-se ativados e em plena operação.



Figura 3.10: Trecho do Anel Rodoviário Celso de Mello Azevedo localizado próximo ao Viaduto São José, entre as avenidas Dom Pedro II e Presidente Tancredo Neves.

Fonte: G1 MG (2017).

O Anel Rodoviário de Belo Horizonte assumiu como consequência do crescimento da frota e expansão da fronteira urbana, a função de uma importante via de deslocamento urbano da população, o que contradiz o propósito original desse espaço. De acordo com DNIT (2019), trafegam na rodovia, em média, 105 mil veículos/dia (em ambos os sentidos de circulação) no trecho de maior fluxo que está localizado entre a Av. Amazonas (Regional Oeste) e BR-040 (Regional Noroeste), o que ressalta a importância do Anel Rodoviário como principal corredor de cargas da região, principalmente para o fluxo interno, visto que aproximadamente 40 mil viagens/dia são realizadas na via para o transporte de produtos e mercadorias da RMBH (MOREIRA; BRASIL, 2019). Andrade *et al.* (2019) também confirmam que, ao longo dos últimos anos, o tráfego urbano no Anel Rodoviário se intensificou consideravelmente. Contudo, a escassez de investimentos para manutenção local fez com que a infraestrutura da rodovia ficasse defasada, situação evidenciada pela descontinuidade de pistas marginais e estreitamentos das faixas centrais nas interseções com os corredores urbanos. Somado à predileção pelo uso do transporte motorizado individual, responsável por 36,5% dos deslocamentos diários da população belo-horizontina (AGÊNCIA RMBH, 2012), a rodovia tornou-se uma grande avenida urbana, principalmente nos horários de pico, onde são registrados altos índices de congestionamento e de acidentalidade (MIRANDA *et al.*, 2017).

Em relação aos congestionamentos, o Anel Rodoviário apresenta trechos nos quais a demanda excede sua capacidade teórica e a operação ocorre com “nível de serviço F”²⁹. De acordo com DNIT (2019), essa situação ocorre com frequência na seção da rodovia entre a Av. Amazonas e BR-040, no qual o tráfego elevado de veículos reflete na redução da fluidez e formação de congestionamentos diários. Andrade *et al.* (2019) ressaltam que, além do tráfego de veículos, impedâncias como a supressão de faixas e áreas de entrelaçamento, convergência e divergência de fluxos potencializam os impactos na operação da via. Oliveira (2018) ainda destaca que a criticidade dos congestionamentos no Anel Rodoviário é observada tanto no período da manhã (de 08h às 11h) quanto no período da tarde (de 15h às 19h). A autora estima que cerca de 68 mil veículos são represados por dia na rodovia, o que corresponde 2.336 veículos parados por quilômetro, e, com isso, a rodovia possui maior participação percentual na formação de represamento de veículos (14%) em uma comparação realizada com as

²⁹ Segundo o *Highway Capacity Manual*, os níveis de serviço são medida qualitativa das condições de tráfego das vias rodoviárias, variando de A a F. O nível A está relacionado ao fluxo livre e tráfego disperso, sem restrições para ultrapassagem ou escolha de faixa. Por sua vez, o nível de serviço F é representado pela presença de fluxo forçado ou em colapso, que ocorre quando a demanda excede a capacidade da via, e consequentemente há ocorrência de operação dentro das filas (congestionamentos) (TRB, 2000).

principais vias arteriais da cidade. Como consequência, a velocidade média dos veículos reduz em 27% (de 52,5 km/h para 38,5 km/h) e o tempo médio de deslocamento em toda sua extensão aumenta em 38% (de 33,5 minutos para 46,2 minutos) (OLIVEIRA, 2018).

Soma-se à contradição da função de uso do Anel Rodoviário, que exerce atualmente um papel mais próximo a uma via urbana do que de uma rodovia, o volume significativo de sinistros de trânsito que ocorrem no local. Diniz *et al.* (2015) afirmam que entre 2007 e 2011 houve um acréscimo 86% nas ocorrências atendidas pelo Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) envolvendo motociclistas no local. Para o mesmo período de cinco anos, os atendimentos prestados nas demais vias de Belo Horizonte cresceu em 58%. Cordeiro *et al.* (2016) ressaltam que em 2014 o Anel Rodoviário foi o segundo local com maior incidência de sinistros de trânsito com motociclistas na Capital. As consequências inerentes desse tipo de barreira que uma rodovia impõe ao ambiente urbano ficam ainda mais evidentes quando contraposta a necessidade de travessia dos pedestres, notadamente da população mais vulnerável do entorno, onde é maior a ocorrência de atropelamentos, conforme apresentado na Tabela 3.2. De acordo com o banco de dados da Prefeitura de Belo Horizonte, em 2018 foram registrados 11.658 sinistros de trânsito no município, sendo o Anel Rodoviário a via onde se localizaram 7% desse total (769). Desse número, ocorreram um total de 61 atropelamentos, sendo 50 sem vítimas fatais e 11 com vítimas fatais (BHTRANS, 2018).

Tabela 3.2: Ocorrências de sinistros de trânsito discriminadas por tipo, em Belo Horizonte (MG) e no Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, 2018.

Tipo de sinistro	Ocorrências		
	Belo Horizonte	Anel Rodoviário	
Abalroamento com vítima	5.157	245	5%
Atropelamento de animal com vítima	47	4	9%
Atropelamento de pessoa com vítima fatal	44	11	25%
Atropelamento de pessoa sem vítima fatal	1.433	50	4%
Capotamento/tombamento com vítima	956	90	9%
Choque mecânico com vítima	1.818	146	8%
Colisão de veículos com vítima	1.770	204	12%
Outros com vítima	123	5	4%
Queda de pessoa de veículo	284	10	4%
Queda de veículo com vítima	22	2	9%
Queda e/ou vazamento de carga de veículo c/ vítima	4	0	0%
Total	11.658	769	7%

Fonte: BHTRANS (2018).

Embora as velocidades operacionais entre 60 e 80 km/h, como as praticadas no Anel Rodoviário, sejam consideradas baixas e pouco perigosas para a circulação dos veículos em rodovias, segundo Malatesta (2017), mostram-se totalmente incompatíveis em áreas urbanas, especialmente no compartilhamento espacial com os fluxos a pé. De acordo com a Curva de Ashton (Figura 3.11), que demonstra a probabilidade de lesão fatal de pedestres em atropelamentos a partir da velocidade veicular, para vias com a velocidade regulamentada em 60 km/h a probabilidade de se ter vítimas fatais é de 85%, restando o percentual de 15% de sobreviventes com possibilidade de portarem sequelas permanentes. Quando a velocidade se eleva para 80 km/h, a probabilidade de fatalidade aproxima-se a 100% (MALATESTA, 2017).

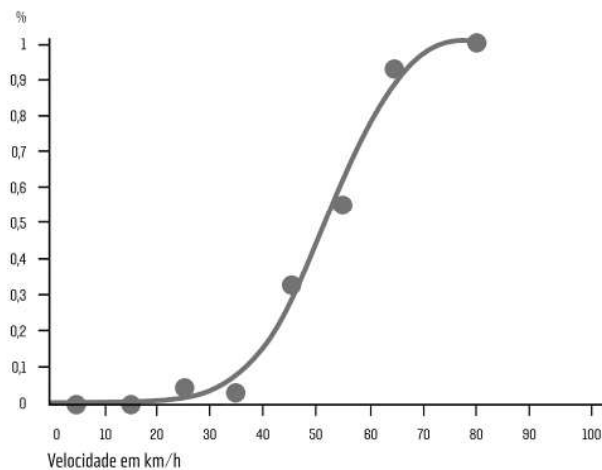


Figura 3.11: Curva da Ashton.

Fonte: Malatesta (2017).

Os únicos dispositivos utilizados para transpor as margens do Anel Rodoviário de Belo Horizonte pelos pedestres são as passarelas instaladas ao longo de sua extensão (Figura 3.12). Atualmente, são 22 passarelas, o que compreende uma média uma passarela a cada 1,2 km da rodovia. Entretanto, o alto índice de atropelamentos com vítimas fatais, que correspondente a 25% de todos os eventos dessa espécie ocorridos no município para o ano de 2018, pode ser considerado um indicativo alarmante sobre as condições de caminhabilidade no local, evidenciando a insuficiência da aposta única nesse dispositivo. Esse cenário faz refletir sobre o atendimento aos pedestres em relação aos desejos (e necessidades) de atravessamento entre as margens da rodovia e traz luz à problemática da inserção de uma via com velocidade operacional tão elevada dentro de um ambiente urbano.

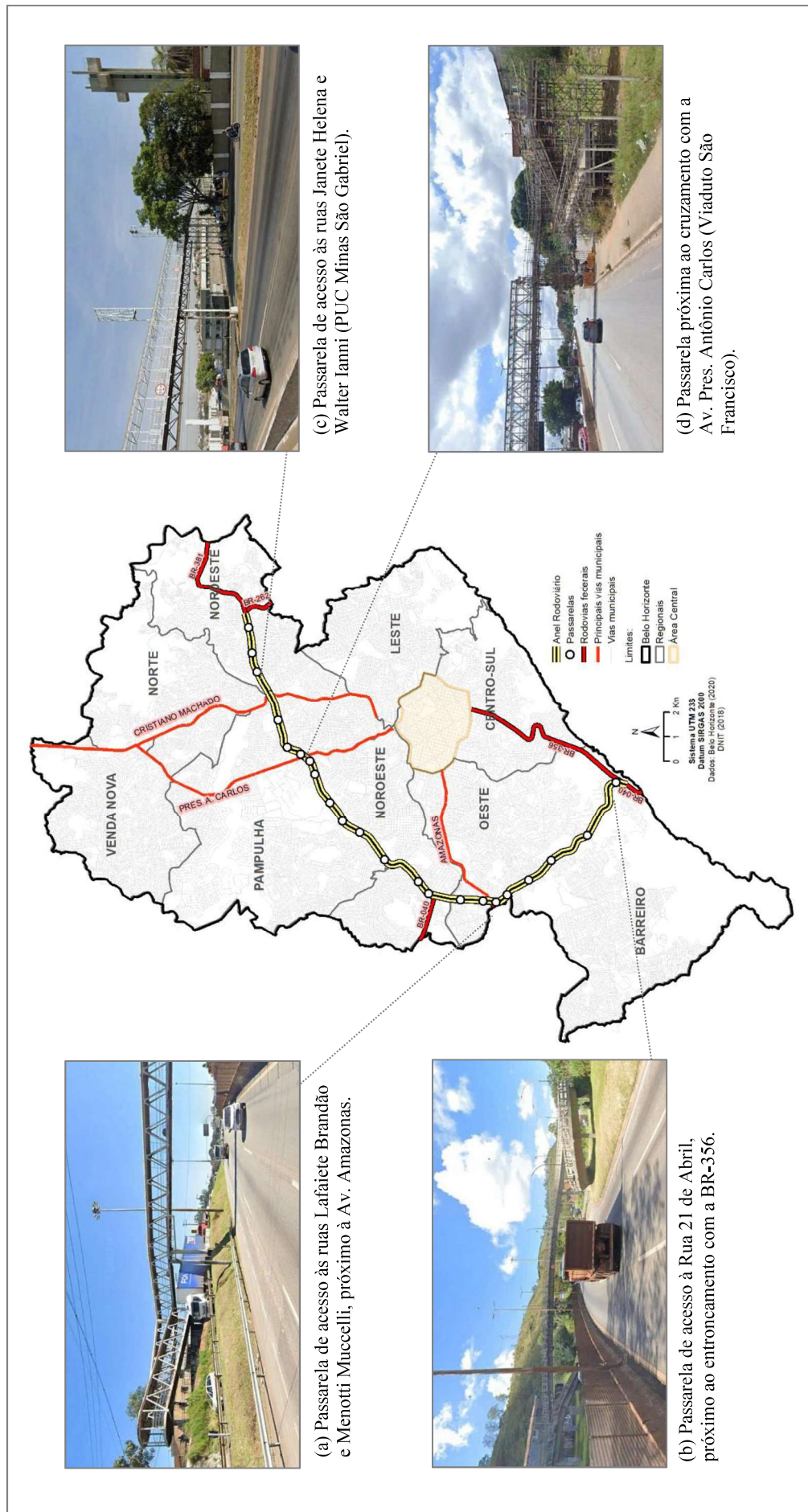


Figura 3.12: Localização das passarelas ao longo do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, com detalhamento por imagem de satélite, 2019.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020); DNIT (2018); Google Earth (2019).

No que diz respeito à gestão, mesmo estando completamente inserido no espaço urbano do município de Belo Horizonte, o Anel Rodoviário é uma rodovia de jurisdição do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), incluindo um trecho concedido à iniciativa privada, conforme apresentado na Figura 3.13.

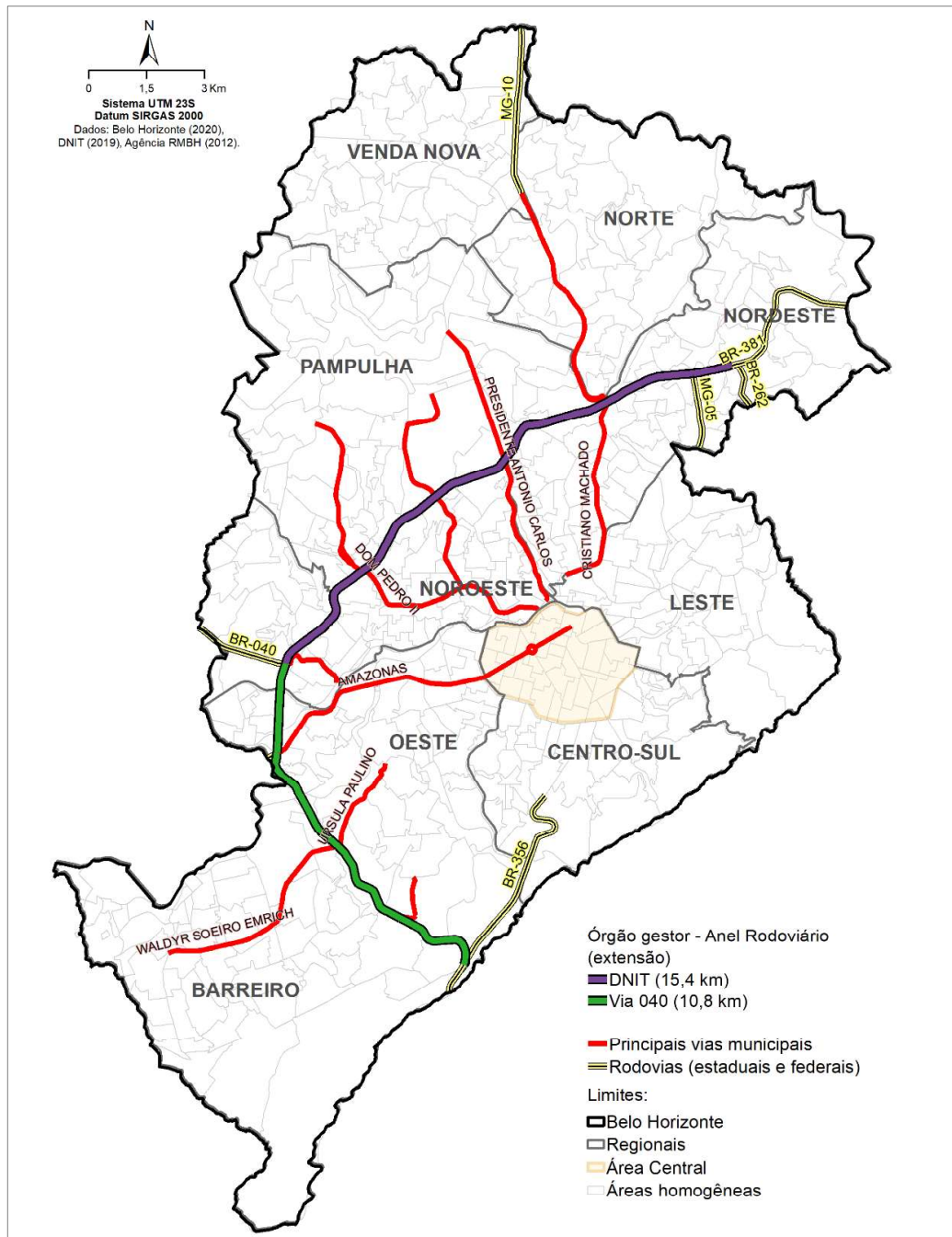


Figura 3.13: Órgãos gestores do Anel Rodoviário de Belo Horizonte, 2019.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020); DNIT (2019).

O DNIT é uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Infraestrutura que foi criada em substituição ao DNER em 2001 (Lei Nº 10.233) e tem por objetivo implementar a política nacional de infraestrutura de transportes terrestres e aquaviários (BRASIL, 2001). Sua atuação no Anel Rodoviário ocorre em 15,4 km de extensão, do trecho compreendido entre a BR-040, na Regional Noroeste, até a bifurcação das BR-262 e BR-381, na Regional Nordeste.

O Brasil vem experimentando, desde a década de 1990, um avanço na política de concessões rodoviárias. Nesse contexto, em 2013 foi lançado o Edital nº 006 da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) para concessão da gestão dos 936,8 quilômetros da BR-040 entre Brasília (DF) e Juiz de Fora (MG), incluindo o trecho de 10,8 km do Anel Rodoviário coincidente com a rodovia BR-040 (entre o bairro Olhos D'Água – Regional Barreiro e o bairro Califórnia – Regional Noroeste). A concorrência vitoriosa foi da empresa Investimentos e Participações em Infraestrutura S/A –INVEPAR que, em 2014, com o início da concessão estabelecida para o prazo de 30 anos, deu origem à Concessionária BR-040 S/A (EPL, 2015). Também conhecida como VIA 040, a Concessionária BR-040 S/A é uma sociedade privada que tem como sócios iguais os três maiores fundos de pensão do país (Previ, do Banco do Brasil; Petros, da Petrobras; Funcef, da Caixa Econômica Federal), além do fundo de investimentos FIP Yosemite que reúne ex-acionistas da Construtora OAS (BATISTA; MATOS; LOBO, 2021). Batista, Matos e Lobo (2021, p. 4-5) ressaltam que “mesmo com a enorme relevância do Anel Rodoviário para a rede viária de Belo Horizonte” e para os deslocamentos metropolitanos, “institucionalmente, ao estado de Minas Gerais e ao município de Belo Horizonte competem apenas o policiamento e a prestação de serviços básicos à população lindeira ao longo da rodovia”.

Batista, Matos e Lobo (2021) ressaltam que tanto a gestão realizada por uma empresa privada quanto pelo poder público resultam em problemáticas para o Anel Rodoviário. No trecho concessionado, os conflitos estão relacionados ao poder de decisão sobre os locais de execução de obras de modernização. No caso do Anel Rodoviário, a legislação vigente impede a implantação de praças de pedágio pela VIA 040 ao longo dos 10,8 km de rodovia, coincidentes com a BR-040, por esse trecho estar inserido em uma área urbana. A falta de fonte de receita faz com que, seguindo a lógica de mercado, não se considere como prioritário o “direcionamento de investimentos por parte da concessionária, mesmo tratando-se de um trecho que é recorrente tema de debates quanto a necessidade de obras que possam torná-lo mais seguro, eficiente e inserido no contexto da metrópole” (BATISTA; MATOS; LOBO, 2021, p.

4). Por sua vez, no restante da rodovia, sob administração do DNIT, observa-se “uma inoperância que beira o descaso, o que coloca o tema Anel Rodoviário em um campo de soluções improdutivas, pois, quem deveria se responsabilizar (o Estado), se omite ou transfere responsabilidades” (BATISTA; MATOS; LOBO, 2021, p. 6). Com isso, toda a extensão da rodovia apresenta deficiências de provisão de segurança e atendimento às demandas da população.

4 METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia científica é a ordem que se deve impor aos diferentes processos necessários para se atingir um objetivo dado ou um resultado desejado. [...] Entendida como uma atitude de pesquisa diferenciada do senso comum, é a investigação organizada, observação sistemática dos fenômenos da realidade universal através de uma sucessão de passos, orientados por conhecimentos teóricos, buscando explicar as causas desses fenômenos, suas correlações e aspectos ainda não revelados [...].

A caracterização essencial do método científico é o controle rigoroso de suas observações por meio de experimentos planejados e pelo uso de conhecimentos teóricos, assentados em certos fundamentos da lógica dedutiva e indutiva, na explicação dos fatos que conduz a uma reflexão crítica [...] (Espósito et al., 1996, p. 115).

No presente capítulo é apresentada, em três seções, a metodologia de pesquisa utilizada para o cumprimento dos objetivos propostos para a tese. Primeiramente, busca-se descrever as bases de dados utilizadas, discriminando cada uma das fontes. Em seguida, são sistematizados os recortes, a área de estudo e as unidades espaciais de análise para, posteriormente, serem apresentados e detalhados os procedimentos metodológicos utilizados, listando as variáveis mapeadas e analisadas na obtenção dos fluxos de atravessamentos de pedestres, a contabilizações realizadas, bem como as funções que definem os indicadores de mobilidade, acessibilidade e risco de atravessamento, propostos nesta pesquisa.

4.1 BASE DE DADOS

Os dados utilizados na tese foram obtidos, em sua maioria, a partir de fontes secundárias, a saber: Pesquisas Origem e Destino (OD) da RMBH; Plano Nacional de Contagem de Tráfego (PNCT); Sinistros de trânsito com vítima ocorridos nas vias municipais ou nas vias de Belo Horizonte.

As Pesquisas Origem e Destino (OD) são imprescindíveis para a avaliação da mobilidade e das transformações socioespaciais de uma determinada região, visto que os dados resultantes fornecem informações que permitem compreender as características de deslocamentos diários da população e aspectos socioeconômicos e demográficos (CARDOSO, 2007; AGÊNCIA RMBH, 2012). Lessa *et al.* (2017) complementam:

As pesquisas Origem e Destino (ODs) são consideradas a mais completa base de dados sobre a demanda por transporte humano, e registram os movimentos realizados pelos indivíduos por meio de entrevistas domiciliares no Brasil. Elas apresentam informações sobre o deslocamento realizado (motivo, horário, modo, origem, destino e tempo de viagem) e sobre as pessoas envolvidas (idade, escolaridade e renda) (LESSA *et al.*, 2017, p. 4).

Na Região Metropolitana de Belo Horizonte, a Pesquisa OD é realizada de forma amostral e periódica desde a década de 1970. Desde a sua primeira versão, a Pesquisa OD teve como propósito subsidiar o planejamento urbano e de mobilidade ao passo que os seus dados fornecem um retrato da mobilidade na RMBH, sendo estes utilizados na formulação de importantes planos e projetos, como, por exemplo: Programa de Reorganização Operacional do Sistema de Ônibus da RMBH – PROBUS; Plano de Circulação da Área Central de Belo Horizonte – PACE; Plano de Reestruturação do Sistema de Transporte Coletivo de Belo Horizonte – BHBUS; Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado – PDDI RMBH; entre outros (FJP, 2002; AGÊNCIA RMBH, 2012). Destaca-se, também, a utilização das Pesquisas OD da RMBH em relevantes trabalhos acadêmicos como os desenvolvidos por Cardoso (2007), Viola (2017), Lessa *et al.* (2019), Lobo *et al.* (2020), entre outros pesquisadores/publicações.

As duas primeiras versões da OD RMBH, datadas de 1972 e 1982, foram desenvolvidas pela Fundação João Pinheiro, órgão vinculado ao Governo do Estado de Minas Gerais, que constituiu um Sistema de Unidades Espaciais com o objetivo de consolidar uma série histórica que favorecesse a análise dos processos espaciais na RMBH (FJP, 2002). Nos anos seguintes a pesquisa foi realizada por diferentes órgãos e instituições, a saber: Núcleo de Ensino e Pesquisa em Transporte do Departamento de Engenharia de Transportes e Geotecnia da Universidade Federal de Minas Gerais (1992), Fundação João Pinheiro (2002) e Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte, vinculado ao Governo do Estado de Minas Gerais (2012) (AGÊNCIA RMBH, 2012).

Para o presente estudo, foram utilizadas as Pesquisas OD dos anos de 1992, 2002 e 2012 que forneceram subsídios para realizar a estimativa histórica dos atravessamentos pelo modo a pé da área de estudo. Já a Pesquisa OD 2012, por ser a versão disponível de mais recente publicação, foi definida como a base principal da tese, sendo aplicada na obtenção dos indicadores de mobilidade, acessibilidade e risco de atravessamento. Com essa finalidade, utilizou-se a tabela de *‘Viagens’* do *‘Módulo Domiciliar’*³⁰. A viagem expressa o comportamento de um indivíduo e tem como característica básica ser habitual, sendo esta composta por um ou mais deslocamentos (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2002). Já a estimativa de deslocamentos foi realizada pelo *‘Fator de Expansão’*, estipulado a partir de critérios de correções amostrais e disponibilizado para cada pesquisa.

O fluxo de veículos no Anel Rodoviário foi obtido a partir dos dados de estimativa de Volume Médio Diário anual (VMDa) para o ano de 2019, referente à informação mais recente disponível no momento da extração das informações. A modelagem para obtenção da estimativa de tráfego da malha rodoviária federal é realizada pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ) e disponibilizada no Plano Nacional de Contagem de Tráfego (PNCT) pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, órgão vinculado ao Ministério da Infraestrutura (Governo Federal). A partir desses dados foi possível identificar, também, a extensão total do Anel Rodoviário de Belo Horizonte e a condição de operação (nível de serviço) por trecho da rodovia.

Os registros de sinistros de trânsito, incluindo atropelamentos de pedestres, no Anel Rodoviário foram extraídos da base disponibilizada pela Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte, órgão da administração indireta vinculado à Prefeitura de Belo Horizonte, para os anos de 2016 a 2020 (BHTRANS, 2016-2020). Foram utilizadas as tabelas (i) *‘Relação de ocorrências de acidentes de trânsito com vítima’* e (ii) *‘Relação dos logradouros dos locais de acidentes de trânsito com vítima’*, compatibilizadas a partir do código do Número do Boletim de Ocorrência. Com isso, obteve-se uma relação completa dos sinistros por data, tipo e local de ocorrência. Apesar dos dados serem disponibilizados com coordenadas cartesianas para georreferenciamento, notou-se uma certa imprecisão ao se comparar com o endereço descrito

³⁰ De acordo com a Agência RMBH (2012, p. 242), viagem é “um movimento gerado por uma pessoa, por um motivo específico qualquer, com a utilização de um ou mais modos/meios de transportes, podendo ser composto por um ou mais deslocamentos (trajetos)”. Esse conceito foi adotado pelo presente trabalho nas menções e discussões realizadas nos tópicos seguintes.

(logradouro, número do imóvel, bairro e regional). Sendo assim, foi necessário compatibilizar as informações e ajustá-las de forma manual. Nesse processo, e ao longo de todo desenvolvimento da tese, utilizou-se o editor de planilhas *Microsoft Excel* para processamento das bases de dados, por meio de planilhas eletrônicas, fórmulas e tabelas dinâmicas, e o aplicativo *QGIS*, um software livre e multiplataforma de Sistema de Informação Geográfica, para processamento espacial e elaboração de mapas temáticos.

O trabalho também contou com a utilização de camadas georreferenciadas em formato *shapefile* foram extraídas de quatro fontes, sendo estas: Prefeitura de Belo Horizonte, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte e Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Na Prefeitura de Belo Horizonte, através do sistema BH MAP, foi possível obter a malha urbana, divisão territorial, legislação urbanística, equipamentos públicos e atividades econômicas do município (BELO HORIZONTE, 2020). No IBGE foram extraídas as informações de organização e estrutura do território em nível nacional, estadual e municipal (IBGE, 2019). O acesso à estas camadas foi realizado de forma direta pelos respectivos servidores, por conexão WFS via *QGIS*. A Agência RMBH (2012) e o DNIT (2019) contribuíram, respectivamente, com as malhas das Áreas Homogêneas (AH's) utilizadas na Pesquisa OD 2012 e com a malha rodoviária brasileira. Por fim, o levantamento da localização das passarelas que atendem a população do entorno do Anel Rodoviário foi obtido por meio de fotointerpretação direta de imagens do *Google Satellite*, disponíveis de forma gratuita e acessadas por conexão com WMS/WMTS via *QGIS*.

4.2 RECORTES, ÁREA DE ESTUDO E UNIDADES ESPACIAIS DE ANÁLISE

Os recortes espaciais que foram utilizados para analisar os resultados encontrados correspondentes à área de estudo (Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo) foram as regionais administrativas e os bairros de Belo Horizonte. Por sua vez, as unidades espaciais de análise foram as Áreas Homogêneas (AH's) e os segmentos do Anel Rodoviário. As AH's são agregações de setores censitários e menor nível de desagregação espacial utilizado nas pesquisas origem e destino, de acordo com a Agência RMBH (2012). Ao utilizá-las como unidade espacial de análise, torna-se possível obter um maior detalhamento dos fluxos de

pedestres, seguindo o Sistema de Unidades Espaciais estabelecido para as Pesquisas OD da Região Metropolitana de Belo Horizonte. As unidades espaciais foram utilizadas de duas formas: i) primeiramente, tornou-se necessário realizar uma compatibilização entre as AH's da série histórica da Pesquisa OD (1992, 2002 e 2012) para estimativa dos quantitativos de atravessamentos de pedestres e análise das características socioeconômicas observadas para esse período; ii) posteriormente, utilizou-se as AH's originais (sem compatibilização) da Pesquisa OD 2012, apenas, para obtenção do retrato da mobilidade, acessibilidade e risco de travessia por meio dos indicadores proposto. Essas etapas estão descritas com detalhes no item 4.3.

Em 2020, a estrutura territorial do município estava subdividida em 9 regionais administrativas e 487 bairros, que compreendiam as 554 AH's de Belo Horizonte (AGÊNCIA RMBH, 2012; BELO HORIZONTE, 2020), conforme enumerado na Tabela 4.1.

Tabela 4.1: Quantitativo de bairros e Áreas Homogêneas por regional administrativa em Belo Horizonte, 2020.

Regional administrativa	Bairros	Áreas Homogêneas (AH's)
Barreiro	72	67
Centro-Sul	47	84
Leste	43	46
Nordeste	66	71
Noroeste	51	73
Norte	44	39
Oeste	65	70
Pampulha	57	61
Venda Nova	42	43
TOTAL	487	554

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020).

Para compreender de maneira mais detalhada a mobilidade de pedestres no Anel Rodoviário, optou-se pela segmentação da rodovia. Ao recorrer a trabalhos acadêmicos anteriores sobre a área de estudo, observou-se que a extensão total do Anel Rodoviário não é consenso entre os pesquisadores. Foram encontrados os seguintes valores: 29,26 km (CORDEIRO *et al.*, 2016); 27 km (MIRANDA *et al.*, 2017); 29,3 km (OLIVEIRA, 2018). No

entanto, para o desenvolvimento da tese, adotou-se a extensão de 26,2 km obtida por meio do somatório dos cinco trechos que compõem a rodovia³¹, extraídos da planilha de modelagem do Plano Nacional de Contagem de Tráfego (DNIT, 2019) (Tabela 4.2).

Tabela 4.2: Caracterização dos trechos oficiais que compõem o Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, 2019.

Trecho	vl_codigo	ds_coinc ³²	Rodovias inseridas no trecho	Localização	Extensão (km)
1	040BMG0390		BR-040	entre BR-356 e Av. Amazonas /BR-381/BR-262	8,2
2	040BMG0370	381BMG0430; 262BMG0590	BR-040; BR-262; BR-381	entre Av. Amazonas/BR-381/BR-262 e Av. Vereador Cícero Idelfonso/BR-040	2,6
3	262BMG0570	381BMG0410	BR-262; BR-381	entre Av. Vereador Cícero Idelfonso/BR-040 e Av. Presidente Antônio Carlos	8,2
4	262BMG0550	381BMG0390	BR-262; BR-381	entre Av. Presidente Antônio Carlos e Av. Cristiano Machado	3,2
5	262BMG0530	381BMG0370	BR-262; BR-381	entre Av. Cristiano Machado e BR-262/BR-381	4,0
TOTAL					26,2

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: DNIT (2019).

Todavia, longas extensões como as registradas nos trechos ‘1’ e ‘3’ não foram consideradas adequadas para análise dos resultados, sendo necessário criar subdivisões dos trechos oficiais estabelecidos pelo DNIT (2019). Por se tratar de um trabalho que permeia a temática da mobilidade urbana, optou-se por realizar uma segmentação com base nas interseções viárias com o Anel Rodoviário, bem como buscar equiparar as extensões dos subtrechos de análise. Para tal, usou-se, primeiramente, a camada georreferenciada da malha rodoviária federal disponibilizada pelo DNIT (2019), a qual foi possível identificar os principais acessos, considerando rodovias estaduais, federais e vias arteriais municipais. De posse dessas informações, o Anel Rodoviário foi segregado em dez subtrechos. Para a definição da extensão de cada um desses segmentos, foi utilizada a função ‘*length*’ disponibilizada na calculadora de

³¹ Compreendido entre o entroncamento com a BR-040 até a bifurcação com as rodovias BR-262 e BR-381.

³² O campo ‘ds_coinc’ refere-se aos trechos coincidentes de rodovia (DNIT, 2019), comprovando a sobreposição de trechos das rodovias BR-040, BR-262 e BR-381 no Anel Rodoviário de Belo Horizonte.

campo do *QGIS*. Notou-se, nesse momento, que o resultado da extensão total calculada (25,3 km) foi diferente da extensão total tabelada (26,2 km). Dessa forma, tornou-se necessário corrigir os valores da extensão de cada subtrecho a partir da proporcionalidade entre a extensão tabelada e a extensão calculada. Os resultados encontram-se na Tabela 4.3.

Tabela 4.3: Determinação dos subtrechos do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo.

Trecho	Subtrecho	Localização	Extensão tabelada trecho (km)	Extensão calculada trecho (km)	Extensão calculada subtrecho (km)	Extensão corrigida subtrecho (km)
1	1A	entre BR-356 e Rua Moises Kalil	8,2	8,07	2,42	2,46
	1B	entre Rua Moises Kalil e Rua Úrsula Paulino/Av. Waldyr Soeiro Emrich			2,59	2,63
	1C	entre Rua Úrsula Paulino/Av. Waldyr Soeiro Emrich e Av. Amazonas/BR-381/BR-262			3,06	3,11
2	2	entre Av. Amazonas/BR-381/BR-262 e Av. Vereador Cícero Ildefonso/BR-040	2,6	2,34	2,34	2,60
3	3A	entre Av. Vereador Cícero Ildefonso/BR-040 e Av. Dom Pedro II/ Av. Presidente Tancredo Neves	8,2	8,16	3,34	3,35
	3B	entre Av. Dom Pedro II/ Av. Presidente Tancredo Neves e Av. Presidente Carlos Luz			2,77	2,78
	3C	entre Av. Presidente Carlos Luz e Av. Presidente Antônio Carlos			2,05	2,06
4	4	entre Av. Presidente Antônio Carlos e Av. Cristiano Machado	3,2	3,23	3,23	3,20
5	5A	entre Av. Cristiano Machado e MG-05	4,0	3,46	2,43	2,80
	5B	entre MG-05 e BR-262/BR-381			1,04	1,20
TOTAL			26,2	25,27	25,27	26,20

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: DNIT (2019).

Os recortes (regionais) e as unidades espaciais (subtrechos e AH's) propostos para o desenvolvimento da tese estão ilustrados na Figura 4.1.

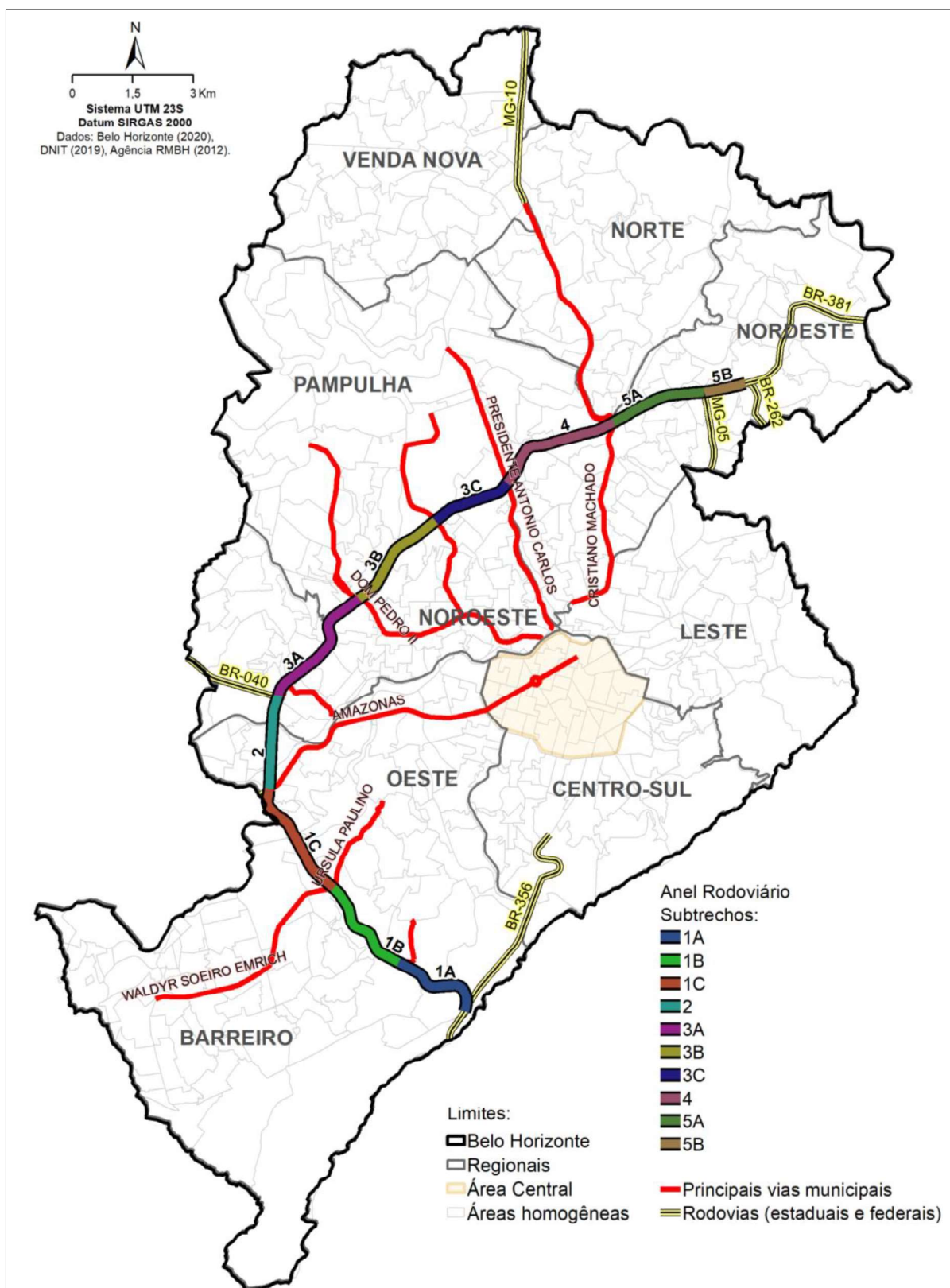


Figura 4.1: Recortes e unidades espaciais de análise: subtrechos do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, regionais administrativas e Áreas Homogêneas de Belo Horizonte (MG).

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020); DNIT (2019); Agência RMBH (2012).

Apesar do município de Belo Horizonte ser subdividido em 554 AH's (AGÊNCIA RMBH, 2012), apenas uma parcela destas tem intersecção direta (limite de borda ou proximidade) do Anel Rodoviário. Para seleção da zona de influência da rodovia, necessário para propor indicadores de mobilidade e acessibilidade, foram estabelecidos *buffers* de 400, 600 e 1000 metros.

De acordo com o Manual de Projeto Geométrico em Travessias Urbanas elaborado pelo DNIT (2010)³³, considera-se no planejamento de projetos de rodovias em áreas urbanas um deslocamento a pé máximo de 1000 metros para o pedestre alcançar pontos de ônibus. Porém, a maioria limita-se a percorrer até 400 metros (DNIT, 2010). Por sua vez, a BHTRANS (2008) define, no regulamento de concessão municipal do transporte público, 600 metros como a distância máxima de deslocamento para os pedestres acessarem ao transporte coletivo. De posse desses parâmetros, as zonas de influência das áreas de potencial atravessamento foram delineadas a partir do eixo principal do Anel Rodoviário utilizando a ferramenta '*buffer*' do *QGIS* (Figura 4.2) e serviram de referência, pela relação topológica de bordeamento, para selecionar as respectivas áreas homogêneas que a intersectam, por meio da ferramenta '*selecionar por localização*'. Para as AH's localizadas imediatamente nas extremidades da rodovia, utilizou-se um critério adicional de seleção baseado na verificação se as mesmas encostavam na borda do Anel Rodoviário. Em caso negativo, as AH's foram excluídas da seleção.

³³ Dentre outras funções, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) estabelece diretrizes básicas para a elaboração de estudos e projetos rodoviários em todo território nacional.

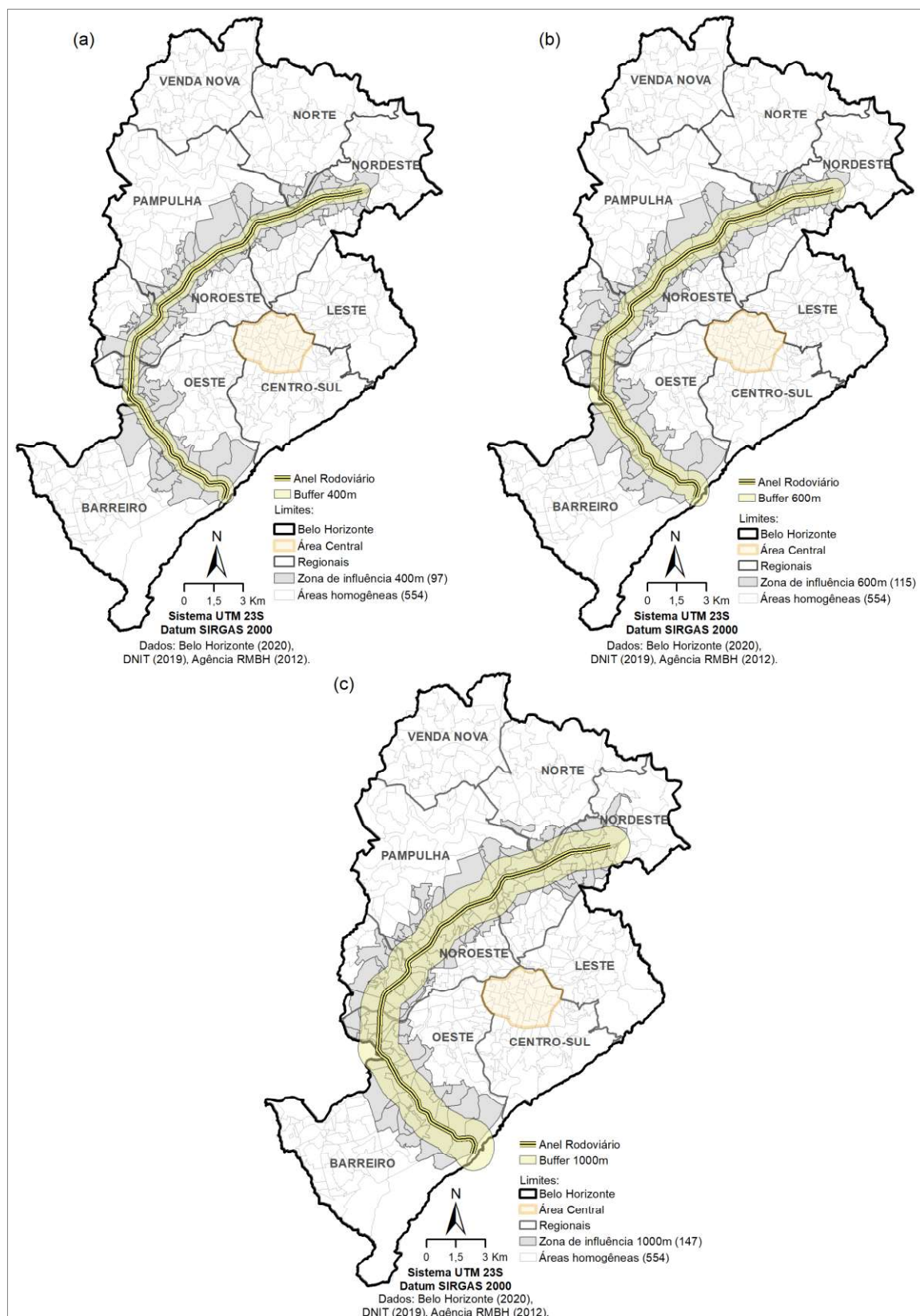


Figura 4.2: Zonas de influência consideradas para a análise dos atravessamentos de pedestres no Anel Rodoviário: (a) 400 metros; (b) 600 metros; (c) 1000 metros.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020); DNIT (2018); Agência RMBH (2012).

Ao todo, foram identificadas 97, 115 e 147 AH's referentes às zonas de influência de 400, 600 e 1000 metros, respectivamente. Por delimitação espacial das unidades de análise, as AH's selecionadas correspondem apenas às localizadas no município de Belo Horizonte. Para facilitar a identificação dos fluxos de atravessamento, as AH's que intersectam cada zona de influência foram segregadas entre as margens direita e esquerda, conforme apresentado na Tabela 4.4.

Tabela 4.4: Quantitativo de áreas homogêneas em Belo Horizonte (MG) e por zona de influência preestabelecida para o Anel Rodoviário.

Áreas Homogêneas (AH)	Belo Horizonte	Zonas de influência		
		400 metros	600 metros	1000 metros
Direita	295	46	54	70
Esquerda	259	51	61	77
Total	554	97	115	147

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Agência RMBH (2012).

Posteriormente, foi realizada uma análise do quantitativo de viagens pelo modo a pé em cada zona de influência preestabelecida, com base na Pesquisa OD 2012 (AGÊNCIA RMBH, 2012). Para isso, a base da pesquisa foi manipulada no *Microsoft Excel*, que permitiu filtrar as viagens com origem nas áreas homogêneas localizadas na margem direita da rodovia e com destino à margem esquerda. O fluxo no sentido oposto também foi analisado. Para obtenção dos resultados, foi criada uma tabela dinâmica visando a geração de uma nova planilha, com a apresentação dos dados necessários. As variáveis e os atributos selecionados estão apresentados no Quadro 4.1.

Quadro 4.1: Variáveis e atributos selecionados na Pesquisa OD 2012 para estimativa dos atravessamentos entre as Áreas Homogêneas das zonas de influência preestabelecidas.

Variável	Descrição	Atributos selecionados
AH origem	Unidade espacial de análise	Áreas Homogêneas das zonas de influência (400m, 600m e 1000m), localizadas em uma das margens da rodovia (direita ou esquerda)
AH destino	Unidade espacial de análise	Áreas Homogêneas das zonas de influência (400m, 600m e 1000m), localizadas na margem oposta da origem (direita ou esquerda)
Modo principal	Modo de transporte hierarquizado	A pé
Fator expansão	Fator de expansão	Somatório do fator de expansão

Fonte: Elaboração própria.

O aplicativo *QGIS* foi utilizado para incorporar os resultados dos possíveis fluxos de atravessamento à camada vetorial de áreas homogêneas como dados alfanuméricos, por meio da ferramenta ‘*uniões*’. Para a zona de influência de 400 metros, foi identificado um total de 12.742 viagens de atravessamento de pedestres entre as duas margens do Anel Rodoviário. Para as zonas de influência de 600 metros e 1000 metros, ocorreu um acréscimo de 1.380 (11%) e 1.899 (15%) em relação à zona de influência de 400 metros, ou seja, o total de viagens de atravessamento estimado entre as margens no Anel Rodoviário para essas zonas de influência foi, respectivamente, 14.122 e 14.641.

A partir desse procedimento, foi possível avaliar a relevância das zonas estabelecidas pelos *buffers* de 400 e 600 metros, visto que as mesmas abrangem 87% e 96% dos atravessamentos analisados, respectivamente, em comparação com a maior área de influência preestabelecida (1000 metros). Dessa forma, para o desenvolvimento da pesquisa, foi definida como zona de influência padrão a distância de 600 metros - considerado um valor intermediário que atende a legislação municipal e que melhor aproxima de um limite de distância de deslocamentos cotidianos a pé. A Figura 4.3 e a Figura 4.4 apresentam a localização dos subtrechos da rodovia e as respectivas AH’s que compõem a zona de influência de 600 metros.

Os atributos relacionados ao bairro referência e regional foram definidos pela localização dos respectivos centroides de cada Área Homogênea, utilizando as malhas vetoriais de “Bairro” e “Regional” (ferramenta ‘*associar atributo por localização*’), visto que em alguns casos a AH está inserida em mais de um bairro e/ou regional do município (BELO HORIZONTE, 2020).

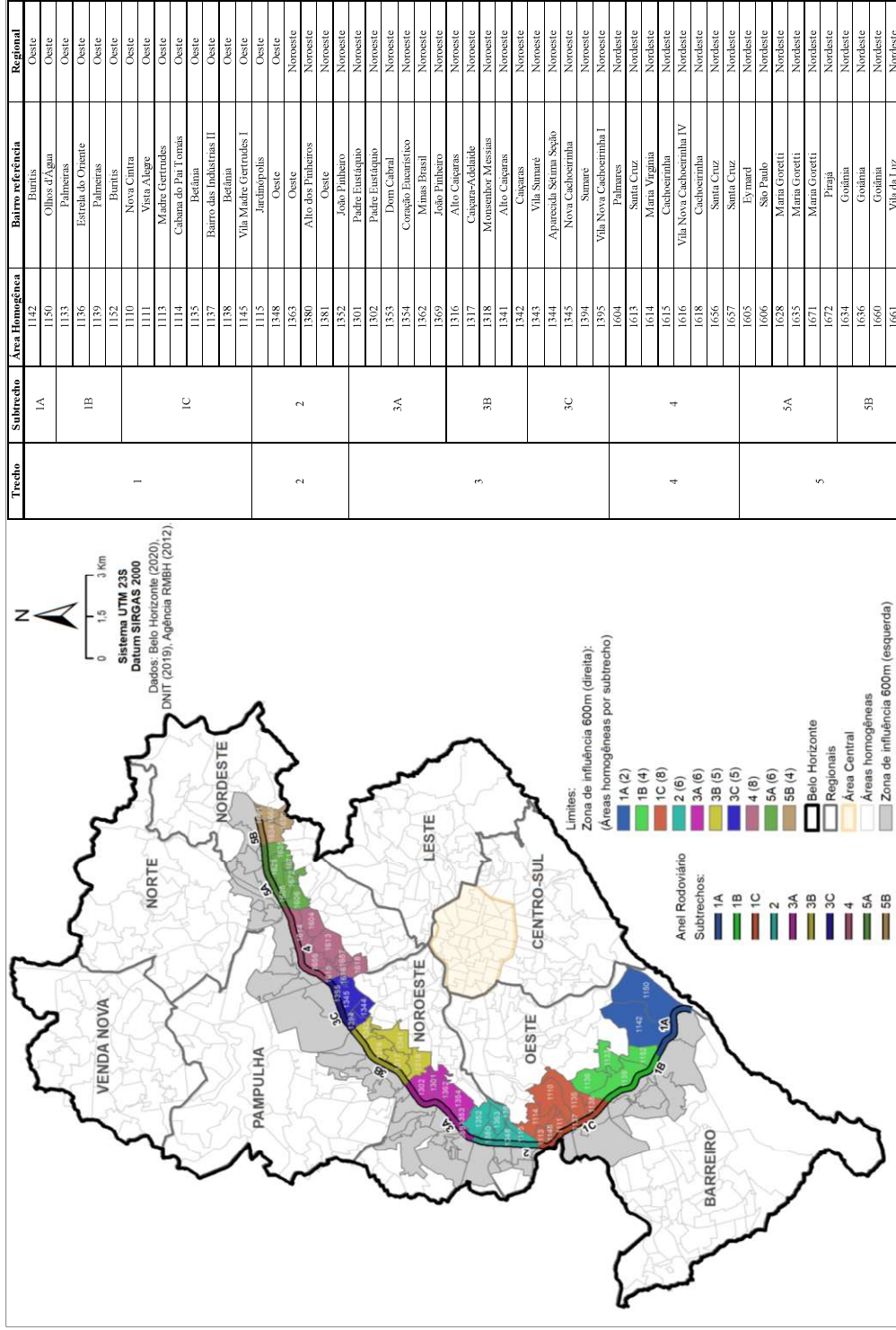


Figura 4.3: Zona de influência de 600 metros com destaque para as áreas homogêneas localizadas na margem direita do Anel Rodoviário. Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020); DNIT (2019); Agência RMBH (2012).

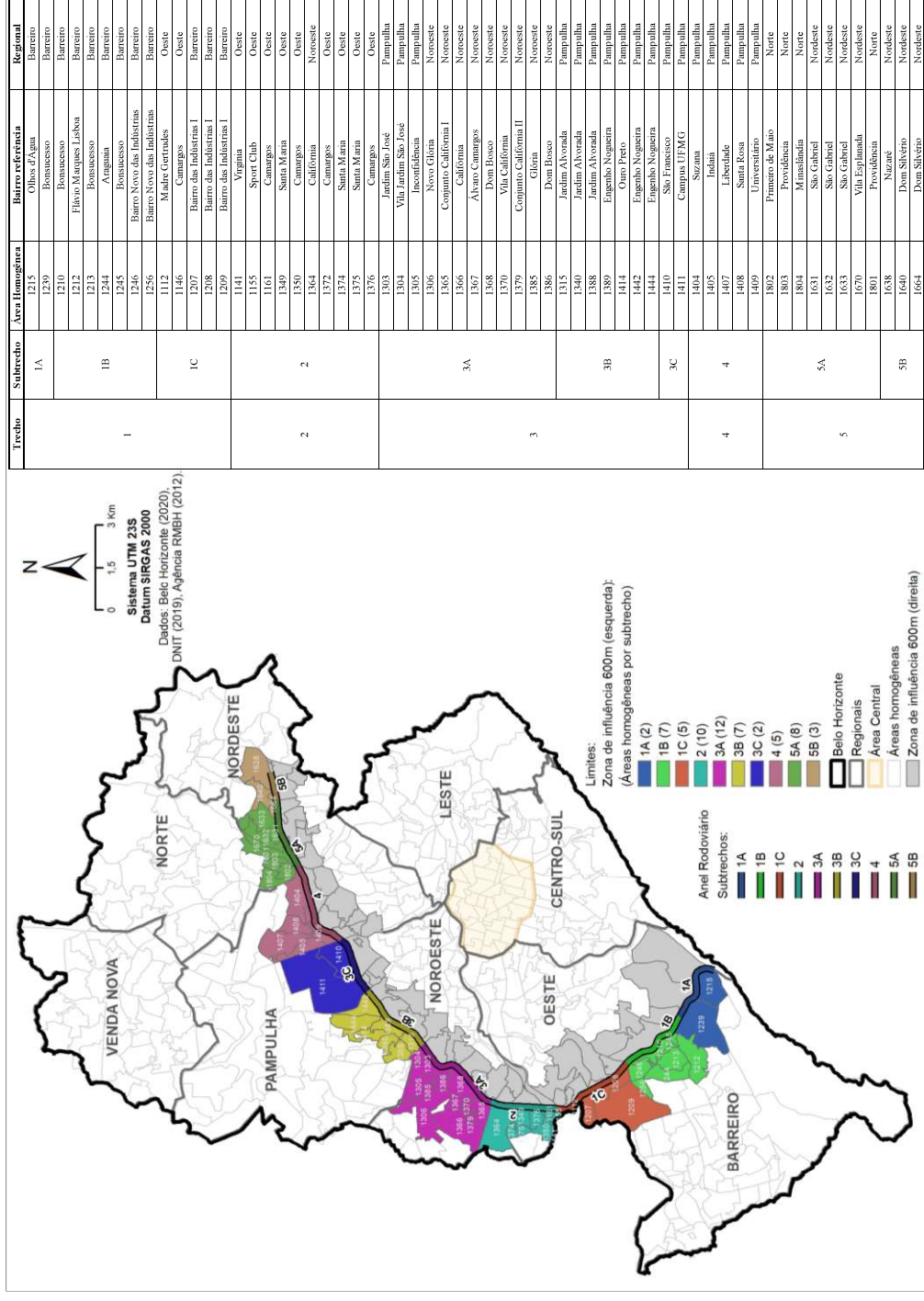


Figura 4.4: Zona de influência de 600 metros com destaque para as áreas homogêneas localizadas na margem esquerda do Anel Rodoviário.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020); DNIT (2019); Agência RMBH (2012).

4.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: COMPATIBILIZAÇÃO DAS BASES E UNIDADES CARTOGRÁFICAS E PROPOSIÇÃO DOS INDICADORES

Para alcançar os objetivos de pesquisa propostos, os procedimentos metodológicos foram separados em duas grandes etapas, detalhadas a seguir. Em suma, propõe-se, no primeiro momento, uma análise histórica dos atravessamentos de pedestres entre as margens do Anel Rodoviário e das características socioeconômicas para os anos de 1992, 2002 e 2012. Para isso, foi necessário realizar a compatibilização das bases e das unidades cartográficas (AH's), conforme apresentado no item 4.3.1.

Em seguida, no item 4.3.2, são apresentadas as variáveis e as funções propostas para os indicadores de mobilidade, acessibilidade e risco de atravessamento, com base nos dados da Pesquisa OD 2012, apenas. Dessa forma, pode-se identificar as características dos deslocamentos pedonais em um cenário mais recente (possível) e, conseqüentemente, os supostos impactos do efeito barreira e as contradições observadas na área de estudo.

4.3.1 COMPATIBILIZAÇÃO DAS BASES E UNIDADES CARTOGRÁFICAS PARA ANÁLISE DA EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS ATRAVESSAMENTOS

O quantitativo dos atravessamentos entre as margens do Anel Rodoviário foi estimado a partir das Pesquisas Origem e Destino da RMBH. A série temporal da pesquisa, que ocorre a cada 10 anos, permite que seja construída uma evolução histórica dos deslocamentos. Para isso, optou-se por utilizar três pontos no tempo, incluindo a versão mais recente disponível, sendo estes: 1992, 2002 e 2012. Os dados foram extraídos de: Fundação João Pinheiro (2007), BHTRANS (2016)³⁴ e Agência RMBH (2012), respectivamente. A Agência RMBH (2012, p. 29) ressalta que a Pesquisa OD de 2002 tem como característica “a compatibilização das áreas

³⁴ Em 2016, a Prefeitura de Belo Horizonte, por meio da BHTRANS, publicou o Manual das Pesquisas Origem e Destino 2002 e 2012, no qual são propostas padronizações que permitiram a comparação entre os resultados obtidos para a Região Metropolitana de Belo Horizonte, no anos de análise. Juntamente com o manual, também foi disponibilizada a base de dados da Pesquisa OD 2002 utilizada no presente trabalho.

homogêneas utilizadas em 1992 com as de 2001, possibilitando uma primeira versão de séries históricas simples com os resultados da Pesquisa”.

As três pesquisas, datadas de 1992, 2002 e 2012, foram realizadas por órgãos diferentes (Núcleo de Ensino e Pesquisa em Transporte, Fundação João Pinheiro e Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte, respectivamente), em anos/cenários distintos e com metodologias distintas. Sendo assim, como ponto de partida para a análise temporal, foi importante compreender as diferenças metodológicas na obtenção de dados, principalmente em relação os registros das viagens realizadas pelo modo a pé.

Na pesquisa OD, uma viagem pode contemplar um ou mais trajetos que correspondem ao deslocamento a partir de uma origem até o momento em que há troca de modo de transporte (a pé, ônibus, automóvel ou qualquer outro) ou até alcançar o motivo desejado (trabalho, residência, escola, realizar transbordo, entre outros) (AGÊNCIA RMBH, 2012). Dessa forma, o registro na base de *‘Viagens’* ocorre a partir da seleção do modo principal, que considera o modo hierarquizado³⁵, incluindo os utilizados entre os trajetos de uma mesma viagem. Nas pesquisas datadas de 1992 e 2002, o modo a pé foi considerado como principal quando a viagem era realizada por esse modo em sua totalidade e, ainda, quando o deslocamento era superior a 500 metros ou 15 minutos³⁶. Assim, não foram considerados os deslocamentos de curta duração, característicos desse modo ativo, nos registros das pesquisas (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2002). Já em 2012, a pesquisa buscou mapear todos os trajetos sem restrições de distância/duração e, com isso, foram consideradas como viagens realizadas pelo modo a pé aquelas em que os deslocamentos ocorreram exclusivamente por esse modo (AGÊNCIA RMBH, 2012). Nota-se, dessa maneira, que a caracterização da microacessibilidade foi muito afetada pelas diferentes metodologias aplicadas em uma pesquisa que é considerada a principal fonte de informação que permite estabelecer relações entre o transporte e a cidade, principalmente nos registros anteriores a 2012. Dessa forma, cuidados devem ser tomados na interpretação dos dados ao comparar essas bases.

O segundo passo adotado para se obter a estimativa histórica dos atravessamentos foi compatibilizar as informações relacionadas as unidades espaciais para o período de análise. Ao longo dos anos, a delimitação das AH’s baseou-se em critérios de homogeneidade em relação

³⁵ Em ordem decrescente, a hierarquia estabelecida para a seleção do modo principal nas Pesquisas OD da RMBH é: metrô, trem, ônibus, transporte fretado, transporte escolar, táxi, automóvel (dirigindo), automóvel (carona), motocicleta, bicicleta, outros, a pé (BHTRANS, 2016).

³⁶ As restrições impostas para o registro das viagens a pé nas Pesquisas OD de 1992 e 2002 também se aplicam para o modo bicicleta.

a características socioeconômicas e de ocupação dos setores censitários, utilizados com base cadastral nos censos demográficos do IBGE. Em geral, as AH's integram, em média, três setores, conforme enfatizado pela própria Agência RMBH:

A homogeneidade dessas unidades está em suas características físicas (delimitações de bacias e sub-bacias hidrográficas, delimitações topográficas, como declividades e discontinuidades), urbanísticas (baseadas na tipologia do uso do solo para residências, comércio, indústria, lazer etc.), de conformação e hierarquização do sistema rodoviário e ferroviário, bem como sua relação com redes de transporte coletivo. Também são considerados critérios relacionados ao padrão socioeconômico e ao histórico de ocupação (AGÊNCIA RMBH, 2012, p. 59).

Apesar do cuidado em se manter a compatibilização entre as unidades espaciais, como descrito nos relatórios técnicos das pesquisas em questão, observa-se na prática que o número de divisões estabelecidas ao longo dos anos se modificou: enquanto em 1992 e 2002 foram delimitadas, respectivamente, 705 e 795 Áreas Homogêneas para a Região Metropolitana de Belo Horizonte. Em 2012 essa quantidade quase dobrou, passando para 1289 AH's (AGÊNCIA RMBH, 2012). Para além das novas divisões dos setores censitários que ocorreram nesses anos³⁷, o acréscimo de AH's reflete as mudanças observadas na dinâmica da região, sendo necessário aumentar as áreas de análise para se obter um resultado mais detalhado da pesquisa. Assim, boa parte das AH's criadas são desagregações unidades anteriores, o que permite o ajustamento por uma simples medida de reagrupamento.

Para a zona de influência de 600 metros do Anel Rodoviário, estabelecida como recorte espacial de análise, a compatibilização ocorreu de forma manual com a sobreposição das camadas vetoriais de áreas homogêneas. Conforme descrito no item 5.2, para o ano de 2012 a zona de influência estabelecida para a rodovia contemplou 115 Áreas Homogêneas. Tomando a Pesquisa OD 2012 como base, foi possível identificar visualmente, com auxílio do *QGIS*, a delimitação de cada área e compatibiliza-las com o ano de 2002. Em alguns casos, foi necessário inserir novas AH's ou agrupá-las, buscando aproximar, ao máximo, os contornos e reduzir as

³⁷ Apenas para a cidade de Belo Horizonte, a quantidade oficial de setores censitários estabelecidos para o Censo 2010 aumentou em 35% em relação ao Censo 2000. Em números absolutos, foram, respectivamente, 3936 e 2564 setores censitários estabelecidos pelo IBGE (2000, 2010).

discrepâncias. Para o ano de 1992, utilizou-se a tabela de compatibilização das AH's (1992-2002) disponibilizada no banco de dados da pesquisa (BHTRANS, 2016).

Ressalta-se que, mesmo buscando aproximar ao máximo os contornos, foram identificadas algumas exceções em que não há total coincidência para fins de compatibilização dos limites de borda. Os casos mais evidentes são das áreas compatibilizadas localizadas nas extremidades da rodovia (1E, 42D e 43E) (Figura 4.5), mas não restritos, sendo também encontradas de maneira mais sutil em outras áreas homogêneas ao longo da rodovia, conforme exemplificado na Figura 4.6. Essas situações indicam a possibilidade de existirem problemas nas bases georreferenciadas das pesquisas. Porém, apesar do possível nível de incerteza, não considerou-se que os resultados foram impactados de forma generalizada, pouco afetando ao proposto nos objetivo específico de se estimar a evolução histórica recente dos atravessamentos de pedestres entre as margens do Anel Rodoviário.

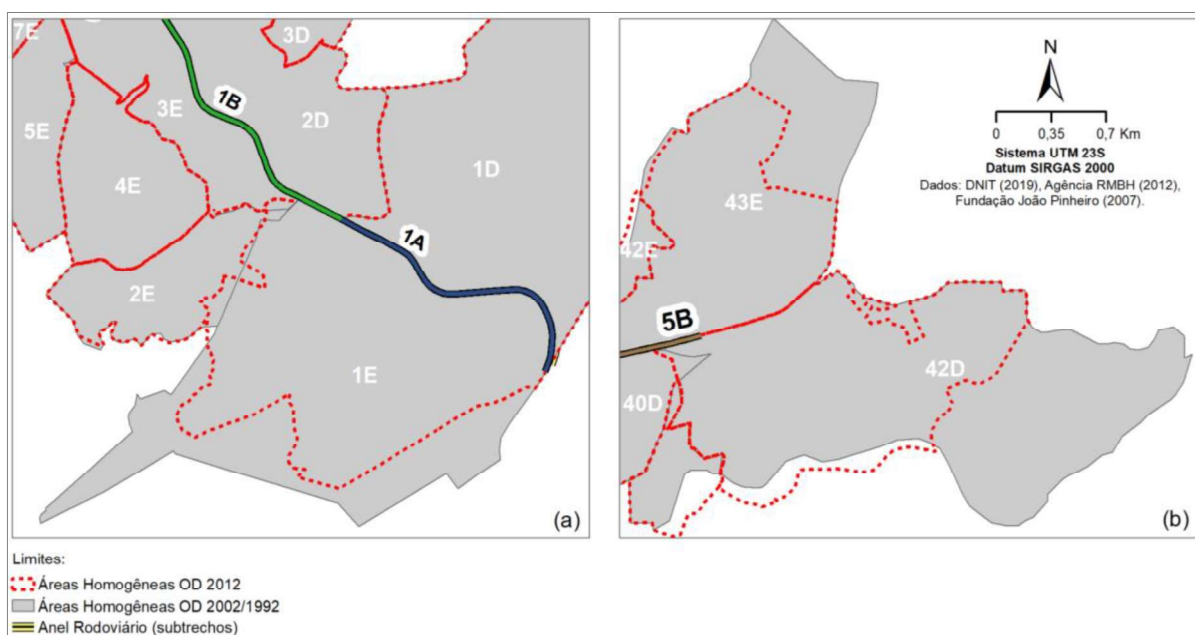


Figura 4.5: Problemas identificados nos limites de borda na compatibilização das Áreas Homogêneas das Pesquisas OD 2012, 2002 e 1992 localizadas nas extremidades da rodovia: (a) 1E; (b) 42D e 43E.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: DNIT (2019); Agência RMBH (2012), FJP (2007).

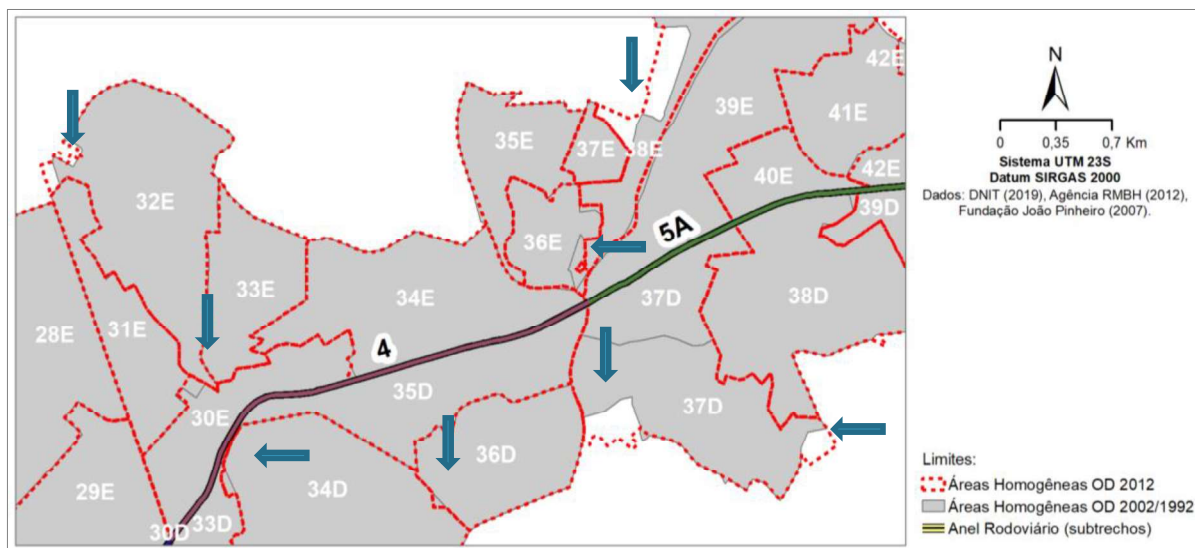


Figura 4.6: Destaque para outros pequenos problemas identificados nos limites de borda na compatibilização das Áreas Homogêneas das Pesquisas OD 2012, 2002 e 1992.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: DNIT (2019); Agência RMBH (2012), FJP (2007).

Por fim, obteve-se uma nova divisão de AH's compatibilizadas que foram renumeradas, segregadas em margem direita (42) e esquerda (43) e relacionadas com os subtrechos da rodovia, conforme apresentado na Figura 4.7 e na Figura 4.8.

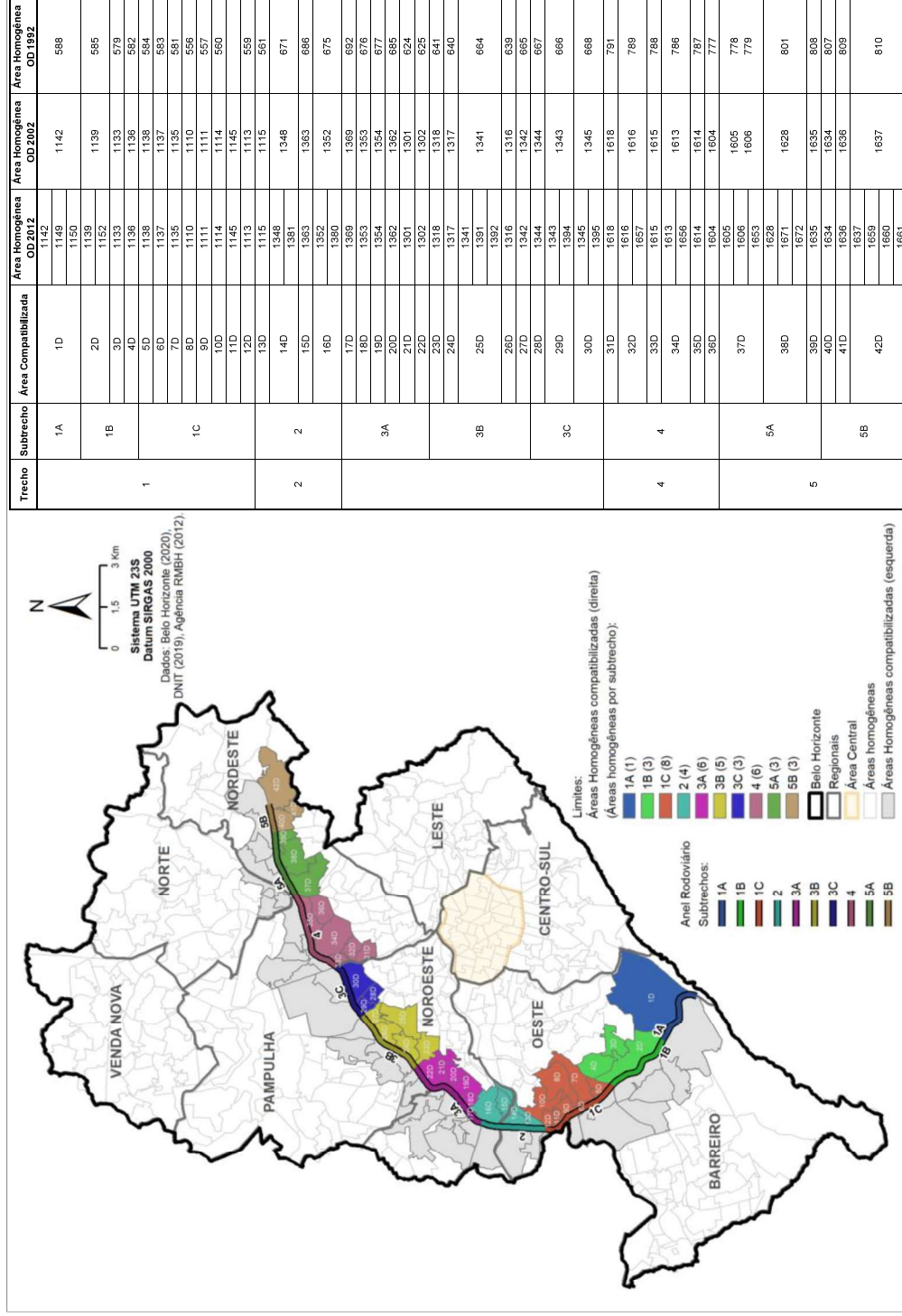


Figura 4.7: Áreas Homogêneas compatibilizadas (margem direita) para a zona de influência de 600 metros do Anel Rodoviário. Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020); DNIT (2019); Agência RMBH (2012).

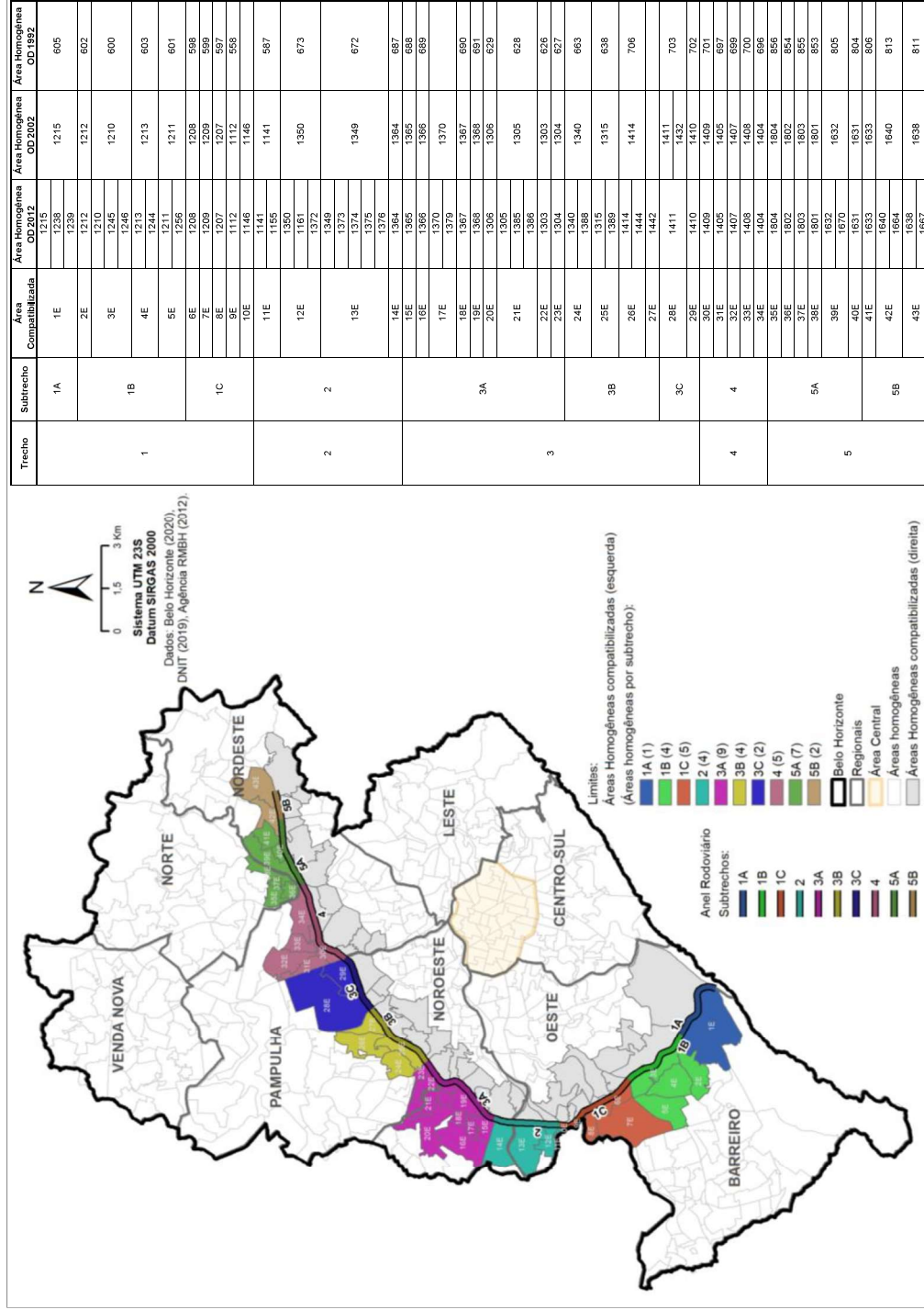


Figura 4.8: Áreas Homogêneas compatibilizadas (margem esquerda) para a zona de influência de 600 metros do Anel Rodoviário.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020); DNIT (2019); Agência RMBH (2012).

Como parte dos procedimentos metodológicos, a compatibilização das áreas homogêneas tornou possível estimar o volume de atravessamento de pedestres entre as margens (cruzamento nos dois sentidos). Para a Pesquisa OD 2012, selecionou-se apenas as viagens pelo modo a pé com duração superior a 15 minutos, filtro estabelecido pela diferença entre os horários de início e término declarados para cada viagem. Para obtenção dos resultados, foi criada uma tabela dinâmica visando a geração de uma nova planilha, com a apresentação dos dados necessários. Todavia, para as Pesquisas OD 1992 e 2002 os dados foram extraídos sem a necessidade de se filtrar o tempo de viagem, devido a própria metodologia excludente que desconsiderou as viagens pelo modo a pé de curta duração. Assim como para a Pesquisa OD 2012, os dados foram manipulados no *Microsoft Excel*, que permitiu identificar as viagens com origem nas áreas homogêneas compatibilizadas localizadas na margem direita do Anel Rodoviário e com destino à margem esquerda. O fluxo no sentido oposto também foi analisado. As variáveis e os atributos selecionados estão apresentados no Quadro 4.2.

Quadro 4.2: Variáveis e atributos selecionados nas Pesquisas OD 1992, 2002 e 2012 para estimativa dos atravessamentos entre as Áreas Homogêneas compatibilizadas da zona de influência de 600 metros do Anel Rodoviário de Belo Horizonte.

Variável	Descrição	Atributos selecionados
AH origem	Unidade espacial de análise	Áreas Homogêneas compatibilizadas da zona de influência de 600m, localizadas em uma das margens (direita ou esquerda)
AH destino	Unidade espacial de análise	Áreas Homogêneas compatibilizadas da zona de influência de 600m, localizadas na margem oposta
Modo principal	Modo de transporte hierarquizado	A pé
Hora início; Hora fim*	Horário de início e término da viagem	Diferença entre hora fim e hora início (viagens acima de 15 min.)
Fator expansão	Fator de expansão	Somatório do fator de expansão

*Apenas para Pesquisa OD 2012.

Fonte: Elaboração própria.

Novamente, o *QGIS* foi utilizado para incorporar os resultados dos possíveis fluxos de atravessamento à camada vetorial de áreas homogêneas compatibilizadas como dados alfanuméricos, por meio da ferramenta ‘*unides*’. Complementarmente, foram extraídos da base

do IBGE os dados da população por setor censitário dos Censos 2000 e 2010³⁸ que, posteriormente, foram agregadas por área homogênea compatibilizada. Essas informações foram utilizadas para comparar os fluxos de atravessamento e a população residente em cada AH referente às Pesquisas OD 2002 e 2012. De posse desses dados, foi possível estabelecer uma análise da intensidade dos atravessamentos entre as margens da rodovia, as áreas com maior e menor demanda, bem como identificar a variabilidade espacial do fenômeno pela população residente, e, com isso, compreender as modificações no comportamento das viagens dos pedestres para a série temporal proposta.

Em um segundo momento, foi realizada a caracterização dos atravessamentos com base em variáveis extraídas na Pesquisas OD 1992, 2002 e 2012, tais como: motivo de viagem, sexo, idade, escolaridade e renda. Dessa forma, tornou-se possível captar um retrato dos pedestres que realizam esse tipo de deslocamento cotidianamente nos três pontos no tempo. Para isso, assim como realizado para as Áreas Homogêneas, as informações socioeconômicas registradas nas pesquisas precisaram ser padronizadas de forma a permitir a comparação na série temporal, com exceção do parâmetro ‘sexo’ que nas três pesquisas em questão apresentou as mesmas opções de resposta (feminino e masculino).

Os ‘motivos de viagem’ foram agrupados em sete motivos principais, considerados os motivos identificados em cada ano de pesquisa. Por sua vez, o parâmetro ‘idade’ está apresentado nas pesquisas pelo valor correspondente à idade nominal. Porém, para a análise no presente trabalho, a idade foi reclassificada em faixas etárias quinquenais similares às estabelecidas pelo Censo (IBGE, 2010). Por sua vez, o parâmetro ‘escolaridade’ foi padronizado com base na proposta estabelecida por BHTRANS (2016). As compatibilizações desses parâmetros estão apresentadas no Quadro 4.3, Quadro 4.4 e Quadro 4.5 , respectivamente.

³⁸ Por questão de incompatibilização dos setores censitários dos Censos de 1991 e 2000, optou-se por realizar a análise relativizando os atravessamentos pela população residente apenas para as Pesquisas OD 2002 e 2012.

Quadro 4.3: Padronização do parâmetro ‘motivo de viagem’ para as Pesquisas OD 1992, 2002 e 2012.

Pesquisa OD 1992	Pesquisa OD 2002	Pesquisa OD 2012	Motivo padronizado
Residência	Residência	Residência	Residência
Trabalho	Trabalho (ocupação principal)	Trabalho (comércio)	Trabalho
-	Trabalho (outros)	Trabalho (indústria)	
-	-	Trabalho (serviço)	
Estudo	Estudo	Escola (Aulas / Atividades Escolares)	Estudo
Saúde	Saúde	Saúde (Médico / Dentista / Exame Clínico ou Laboratorial)	Saúde
Lazer Visitas	Lazer/ Visitas / Religioso	Lazer (Turismo / Recreação / Visitas / Congressos / Seminários / Atividades religiosas)	Lazer
Compras	Compras	Compras	Compras
Outros	Outros	Outros	Outros
Escalas	Escalas	Fazer Escala (Transbordo em diferentes modos de transportes)	
-	-	Transbordo demorado	
Negócio Particular	Negócio particular	Negócios Particulares (Bancos / Loterias / etc)	
Servir passageiro	Servir passageiro	Levando outra pessoa (Dando carona)	
-	-	Refeição (almoço / jantar)	

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 4.4: Padronização do parâmetro ‘idade’ em faixas etárias para análise das informações socioeconômicas das Pesquisas OD 1992, 2002 e 2012.

Idade	Faixa etária
0	Menor que 1 ano
1 – 4	1 a 4 anos
5 – 9	5 a 9 anos
10 – 14	10 a 14 anos
15 – 19	15 a 19 anos
20 – 29	20 a 29 anos
30 – 39	30 a 39 anos
40 – 49	40 a 49 anos
50 – 59	50 a 59 anos
60 – 64	60 a 64 anos
> 65	Acima de 65 anos

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 4.5: Padronização do parâmetro ‘escolaridade’ para as Pesquisas OD 1992, 2002 e 2012.

Pesquisa OD 1992	Pesquisa OD 2002	Pesquisa OD 2012	Escolaridade padronizada
Alfabetizado s/ escolarização	-	Alfabetizado	Alfabetizado
Analfabeto	Analfabeto	Analfabeto	Analfabeto
Menor de 7 anos não estudante	Analfabeto sem escolarização	Não alfabetizado	Não alfabetizado
Maternal	Maternal ou pré primário	Maternal/ Educação infantil	Maternal/ Educação Infantil
Pré-Escolar	-	-	
1ª a 4ª série	Até a quarta série incompleto	Ensino fundamental incompleto	Ensino Fundamental
-	Até a quarta completo	-	
5ª a 8ª série	De quinta a oitava incompleto	-	
-	De quinta a oitava completo	Ensino fundamental completo	
2º Grau	Segundo grau incompleto	Ensino médio incompleto	Ensino Médio
-	Segundo grau completo	Ensino médio completo	
Superior Incompleto	Superior incompleto	Superior incompleto	Ensino Superior
Superior	Superior completo	Superior completo	
Pós Graduado	Pós-graduação	Pós graduação	Pós-Graduação
-	Não se aplica	#NA	Não se aplica

Fonte: Elaboração própria.

Outra diferença metodológica na captação das informações pode ser notada no parâmetro ‘renda’. Enquanto que para o ano de 2002 a pesquisa coletou a informação da renda nominal declarada por cada respondente (em Real - R\$), em 2012 a renda foi coletada em faixas de múltiplos salários mínimos³⁹. Dessa forma, a padronização desse parâmetro também seguiu os critérios propostos por BHTRANS (2016), que, inclusive, já haviam sido incorporados à própria base de dados disponibilizada juntamente com o Manual das Pesquisas OD 2002 e 2012 (Quadro 4.6). Entretanto, optou-se por desconsiderar o ano de 1992 para a presente análise por motivos da moeda corrente ser diferente (Cruzeiro - Cr\$) e por terem sido identificadas inconsistências no banco de dados, dificultando, assim, a manipulação das informações.

³⁹ Para os anos correspondentes à execução da pesquisa de campo, o salário mínimo oficial era de R\$180,00 (em 2001) e R\$ 545,00/R\$ 622,00 (em 2011/2012) (AGÊNCIA RMBH, 2012).

Quadro 4.6: Padronização do parâmetro ‘renda’ em faixas de múltiplos salários mínimos (SM) para análise das informações socioeconômicas das Pesquisas OD 2002 e 2012.

Renda padronizada
Até 1 SM
Mais de 1 até 2 SM
Mais de 2 até 3 SM
Mais de 3 até 5 SM
Mais de 5 até 10 SM
Mais de 10 até 15 SM
Mais de 15 até 20 SM
Mais de 20 SM

Fonte: Elaboração própria.

Os dados foram manipulados no *Microsoft Excel*, que permitiu identificar as características socioeconômicas das pessoas e das áreas em que foram registradas viagens pelo modo a pé entre as margens do Anel Rodoviário. O aplicativo *QGIS* foi utilizado para incorporar os resultados à camada vetorial de áreas homogêneas. Os resultados foram apresentados em formato de tabelas, gráficos e cartogramas.

4.3.2 DEFINIÇÃO DOS INDICADORES: FUNÇÕES E VARIÁVEIS

Na segunda etapa metodológica, optou-se por utilizar apenas os dados mais recentes da Pesquisa OD RMBH, ou seja, do ano de 2012. Dessa forma, a discussão abarca um cenário mais recente (possível) da realidade do entorno da rodovia sobre os atravessamentos e as características territoriais. Sendo assim, foram consideradas as 115 AH's definidas como a zona de influência de 600 metros do eixo da rodovia, bem como as viagens pelo modo a pé entre as margens da rodovia nos dois sentidos de deslocamento (origem: margem direita e destino: margem esquerda; origem: margem esquerda e destino: margem direita), conforme descrito no item 4.2. Ressalta-se que não foram filtradas as viagens com tempo superior a 15 minutos, visto que essa ação foi realizada apenas para compatibilização metodológica na análise temporal dos atravessamentos.

De posse dessas informações, foi possível realizar a estimativa de atravessamentos de pedestres e estabelecer os fluxos dos deslocamentos. Os resultados estão apresentados em mapas de fluxos, criados com auxílio do complemento '*Flowmaps oursins*', disponível para a versão do *QGIS 2.18.4*. Para isso, fez-se necessário estabelecer um limiar de distância. Considerando que o DNIT (2010) define no planejamento de projetos de rodovias em áreas urbanas um deslocamento a pé máximo de 1000 metros e que os fluxos são calculados a partir das distâncias entre os centroides das áreas homogêneas, esse limiar foi estabelecido em 3000 metros, excluindo, assim, fluxos que apresentaram distâncias superiores. Posto isso, foram eliminados dessa análise dois fluxos em cada sentido de deslocamentos por serem sugestivos de erros de captação/tabulação das informações durante o levantamento da Pesquisa OD.

Por conseguinte, foi realizada a caracterização territorial do entorno da rodovia utilizando as malhas vetoriais disponibilizadas pela Prefeitura de Belo Horizonte (2020) para localização de equipamentos, serviços e caracterização urbanística. As esferas analisadas foram: atividades econômicas, educação e áreas de vulnerabilidade social. A escolha por essas temáticas ocorreu devido ao fato dessas serem áreas de destaque observadas pela análise dos dados da Pesquisa OD para os atravessamentos de pedestres no Anel Rodoviário, incluindo os motivos de deslocamentos e a renda declarada. De posse dessas malhas vetoriais foi possível criar mapas temáticos de localização e de densidade. Os mapas de densidades estimadas foram elaborados com o auxílio da ferramenta 'mapa de calor (densidade de Kernel)' do *QGIS*, utilizando a base de pontos georreferenciados de equipamentos de educação (composta por escolas municipais de ensino infantil, escolas municipais de ensino fundamental, escolas estaduais, escolas federais e instituições de ensino superior) e atividades econômicas (considerando todos os portes, incluindo empresas de pequeno porte e microempresas), considerando apenas a localização (sem outro fator de ponderação). Dessa forma, buscou-se agregar elementos importantes para a discussão sobre as interferências da estrutura urbana na mobilidade pedonal e nos atravessamentos de pedestres entre as margens da rodovia. Os resultados também foram apresentados em formato de tabelas e figuras gráficas.

Para além da identificação dos atravessamentos de pedestres realizadas pelo quantitativo estimado pela Pesquisa OD 2012, foram realizadas análises pela combinação de variáveis de forma a aprofundar a identificação das particularidades da mobilidade, da acessibilidade e dos riscos de atravessamentos eminentes no Anel Rodoviário. Dessa maneira, propõem-se a criação e aplicação de indicadores, que estão descritos nos itens seguintes.

4.3.2.1 INDICADORES DE MOBILIDADE

De acordo com Martinez e Albornoz (1998, p. 11, tradução nossa), os indicadores representam “uma medida agregada e complexa que permite descrever ou avaliar um fenômeno, sua natureza, estado e evolução”, com base na correlação entre as variáveis e/ou atributos. Jannuzzi (2006) ao aprofundar na dimensão social, define os indicadores como “uma medida em geral quantitativa dotada de significado social substantivo, usado para substituir, quantificar ou operacionalizar um conceito social abstrato, de interesse teórico (para pesquisas acadêmicas) ou programático”, sendo estes importantes instrumentos para “monitoramento da realidade social, para fins de formulação e reformulação de políticas públicas” (JANNUZZI, 2006, p. 15). Os indicadores possibilitam a realização de análises temporais e têm sido amplamente utilizados como ferramentas para auxiliar na compreensão da dinâmica urbana e orientar na criação de políticas públicas e na tomada de decisão nas mais diversas áreas do conhecimento, incluindo a mobilidade urbana. Segundo Magagnin e Silva (2008), os indicadores de mobilidade urbana trazem contribuições significativas para a compreensão das condições de deslocamento e os seus resultados podem ser aplicados na melhoria da mobilidade na sociedade, especialmente nos grandes centros urbanos.

A partir desse contexto, são propostos três indicadores para que se possa identificar, de forma analítica, o nível de mobilidade da população na zona de influência do Anel Rodoviário com base nos dados da Pesquisa OD 2012. Primeiramente, foi definido o indicador *Razão de Mobilidade Pedonal* (RMP) (Equação 4.1), a partir do qual foi possível verificar a participação do modo a pé no total de viagens internas à zona de influência de 600 metros da rodovia.

$$RMP_i = \frac{Va_i}{Vt_i} \quad (4.1)$$

em que:

RMP_i: Razão de Mobilidade Pedonal em uma AH_i;

Va_i: viagens a pé com origem em uma AH_i e destino a uma AH_j;

Vt_i: viagens totais com origem em uma AH_i e destino a uma AH_j.

O atributo Va_i indica o quantitativo de viagens pelo modo a pé realizadas com origem na Área Homogênea que está sendo analisada (AH_i) e destino em qualquer área localizada na zona de influência de 600 metros da rodovia (AH_j), tanto na margem direita quanto na margem esquerda. Por sua vez, o atributo Vt_i indica o total de viagens por todos os modos de transportes com origem na Área Homogênea que está sendo analisada (AH_i) e destino em qualquer área localizada na zona de influência de 600 metros da rodovia (AH_j), incluindo a de origem. As variáveis e os atributos selecionados na Pesquisa OD 2012 estão apresentados no Quadro 4.7.

Quadro 4.7: Variáveis e atributos selecionados na Pesquisa OD 2012 para o indicador *Razão de Mobilidade Pedonal* (RMP).

Variável - RMP	Variável - Pesquisa OD 2012	Atributos selecionados
AH_i	AH origem	Áreas Homogêneas da zona de influência de 600m (margem esquerda ou direita)
AH_j	AH destino	Todas as Áreas Homogêneas da zona de influência de 600m
Va_i	Modo principal	A pé
	Fator de expansão	Somatório do fator de expansão
Vt_i	Modo principal	Todos
	Fator de expansão	Somatório do fator de expansão

Fonte: Elaboração própria.

Para mensurar a relevância dos atravessamentos de pedestres entre as margens do Anel Rodoviário sobre as viagens pelo modo a pé em cada AH , foi definido o indicador *Mobilidade Pedonal na Rodovia* (MPR), conforme apresentado na Equação 4.2:

$$MPR_i = \frac{Vp_i}{Va_i} \quad (4.2)$$

em que:

MPR_i : Mobilidade Pedonal na Rodovia em uma AH_i ;

Vp_i : viagens de atravessamento pelo modo a pé com origem em uma AH_i e destino a uma AH_j ;

Va_i : viagens a pé com origem em uma AH_i e destino a uma AH_j .

O atributo Va_i é o mesmo utilizado para o cálculo do indicador RMP (Quadro 4.7). O atributo Vp_i indica o quantitativo de viagens pelo modo a pé de atravessamento no Anel Rodoviário, ou seja, com origem na Área Homogênea que está sendo analisada (AH_i) e com destino a uma área localizada na margem oposta, dentro da zona de influência de 600 metros da rodovia (AH_j), conforme apresentado no Quadro 4.8.

Quadro 4.8: Variáveis e atributos selecionados na Pesquisa OD 2012 para o indicador *Mobilidade Pedonal na Rodovia* (MPR).

Variável - MPR	Variável - Pesquisa OD 2012	Atributos selecionados
AH_i	AH origem	Áreas Homogêneas da zona de influência de 600m (margem direita ou esquerda)
AH_j	AH destino	Áreas Homogêneas da zona de influência de 600m, localizadas na margem oposta da rodovia
Vp_i	Modo principal	A pé
	Fator de expansão	Somatório do fator de expansão

Fonte: Elaboração própria.

Por fim, foi proposto o indicador *Razão de Atravessamento Pedonal* (RAP) (Equação 4.3). A sua aplicação objetiva verificar a prevalência dos deslocamentos a pé em relação aos modos motorizados (individuais e coletivos) nos atravessamentos entre as margens do Anel Rodoviário para cada AH inserida na zona de influência da rodovia.

$$RAP_i = \frac{Vp_i}{Vm_i} \quad (4.3)$$

em que:

RAP_i : Razão de Atravessamento Pedonal em uma AH_i ;

Vp_i : viagens de atravessamento pelo modo a pé com origem em uma AH_i e destino a uma AH_j ;
 Vm_i : viagens de atravessamento por modos motorizados em uma AH_i e destino a uma AH_j .

O atributo Vp_i é o mesmo utilizado para o cálculo do indicador MPR (Quadro 4.8). Já o atributo Vm_i indica o quantitativo de viagens de atravessamento realizadas por modos motorizados. Para isso, foram considerados como modos motorizados individuais os seguintes modos declarados na Pesquisa OD 2012: automóvel dirigindo, automóvel carona, motocicleta dirigindo, motocicleta carona e caminhão. Os modos motorizados coletivos selecionados foram: metrô / trem metropolitano, ônibus rodoviário, ônibus coletivo urbano, ônibus fretado convencional, ônibus fretado escolar, perua ou van dirigindo, perua ou van fretado convencional, perua ou van fretado escolar, táxi e táxi lotação. Os valores de Vp_i maiores que um indicam, portanto, a prevalência da mobilidade a pé sobre os modos motorizados. As variáveis e os atributos selecionados na Pesquisa OD 2012 estão apresentados no Quadro 4.9.

Quadro 4.9: Variáveis e atributos selecionados na Pesquisa OD 2012 para o indicador *Razão de Atravessamento Pedonal (RAP)*.

Variável - RAP	Variável - Pesquisa OD 2012	Atributos selecionados
AH_i	AH origem	Áreas Homogêneas da zona de influência de 600m (margem direita ou esquerda)
AH_j	AH destino	Áreas Homogêneas da zona de influência de 600m, localizadas na margem oposta da rodovia
Vm_i	Modo principal	Automóvel dirigindo Automóvel carona Motocicleta dirigindo Motocicleta carona Caminhão Metrô / trem metropolitano Ônibus rodoviário Ônibus coletivo urbano Ônibus fretado convencional Ônibus fretado escolar Perua ou van dirigindo Perua ou van fretado convencional Perua ou van fretado escolar Táxi Táxi lotação
	Fator de expansão	Somatório do fator de expansão

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados dos indicadores de mobilidade propostos foram apresentados em formato de cartogramas.

4.3.2.2 INDICADOR DE ACESSIBILIDADE

Indicadores de acessibilidade são amplamente utilizados para se identificar o nível de acesso a determinado local, equipamento ou serviço. Lobo *et al.* (2020, p. 194) afirmam que “recentemente, vários indicadores de acessibilidade têm sido elaborados e utilizados como ferramentas para obter *insights* sobre questões relacionadas às políticas e ao planejamento de transporte”.

No âmbito dos atravessamentos de pedestres no Anel Rodoviário, considera-se que uma maior acessibilidade está diretamente relacionada a uma maior oferta de passarelas, ao passo que estes são os dispositivos utilizados para uma travessia entre as margens com relativa segurança. Ao mesmo tempo, a distância entre o dispositivo e a origem dos usuários potenciais também se torna um fator de relevância para análise da acessibilidade, visto que quanto maior é essa distância, menor será o nível de acesso com relativa segurança à margem oposta. Nesse sentido, propõe-se o *Indicador de Acesso à Passarela* (IAP) (Equação 4.4).

$$IAP_i = \frac{\sum p_i}{D_i} \quad (4.4)$$

em que:

IAP_i : Indicador de Acesso à Passarela em uma AH_i ;

p_i : passarelas que efetivamente atendem uma AH_i ;

D_i : distância mínima (em km) de acesso entre a passarela mais próxima e o centroide de uma AH_i .

Para se estabelecer a quantidade de passarelas que efetivamente atende determinada Área Homogênea(p_i) foi necessário, primeiramente, estabelecer um limiar de distância adequado para esse fim e que também considerasse que a extensão calculada partiria do centroide da AH. Sendo assim, optou-se por estabelecer uma distância máxima de 1000 metros, baseado nas diretrizes de projetos de rodovias em áreas urbanas do DNIT (2010). Posto isso, foi utilizada a ferramenta ‘*Matriz de distância*’, nativa do *QGIS*, para o cálculo das distâncias euclidianas entre as passarelas e os centroides das AH’s, a qual, a partir dos resultados, foram eliminadas as distâncias superiores a 1000 metros, retornando, assim, a quantidade de passarelas que efetivamente atendem a Área Homogênea. Por sua vez, o cálculo da menor distância entre passarela mais próxima e o centroide da AH (D_i) foi realizado com o auxílio do complemento ‘*MMQGIS*’ disponível para o *QGIS*.

4.3.2.3 INDICADORES DE RISCO DE ATRAVESSAMENTO

Para mensurar um dos impactos do efeito barreira que o Anel Rodoviário de Belo Horizonte causa nos pedestres, foi realizada a análise do risco de atravessamento, utilizando-se da proposição do *Índice de Risco da Travessia* (IRT). O risco de travessia do pedestre pode ser definido pela relação direta entre a quantidade de veículos que circulam na via, dada sua extensão, bem como a velocidade de deslocamento. Esse risco pode ser atenuado, dentre outros aspectos, por dispositivos de auxílio ao atravessamento, como os túneis e passarelas. Assim, considerando a velocidade constante regulamentada para o Anel Rodoviário, restrita a 80 km/h, variando até a 60 km/h em função do trecho e do tipo de veículo, utilizou-se a Equação 4.5 para estimar, primeiramente, o indicador de *Risco da Potencial* (RP):

$$RP_n = \frac{VMDa_n}{\frac{E_n}{p_n^2}} \quad (4.5)$$

em que:

RP_n : Risco Potencial em um *subtrecho* n ;

$VMDa_n$: Volume Médio Diário anual de tráfego de veículos em um *subtrecho n*;

E_n : Extensão, em quilômetros, de um *subtrecho n*;

p_n : passarelas que efetivamente atendem um *subtrecho n*.

O Volume Médio Diário anual de tráfego de veículos ($VMDa_n$) e a extensão do subtrecho (E_n) foram extraídos da base de dados do Plano Nacional de Contagem de Tráfego (PNCT), disponibilizado por DNIT (2019). Por sua vez, a quantidade de passarelas que efetivamente atendem cada subtrecho (p_n) foi identificada com o auxílio do complemento 'MMQGIS' disponível para o QGIS. Dessa forma, foi possível relacionar as AH's com as respectivas passarelas que as atendem em uma menor distância, ou seja, que realizam um atendimento mais efetivo aos pedestres e, com isso, obter um quantitativo por subtrecho da rodovia.

O risco do pedestre ao atravessar a rodovia pode ser potencializado pelo acesso efetivo à margem oposta, ou seja, pela quantidade de atravessamentos pelo modo a pé. Sendo assim, o indicador de *Risco da Travessia* (RT) foi estimado conforme apresentado na Equação 4.6:

$$RT_n = RP_n \times \left(\frac{Vp_n}{E_n} \right) \quad (4.6)$$

em que:

RT_n : Risco da Travessia em um *subtrecho n*;

RP_n : Risco Potencial em um *subtrecho n*;

Vp_n : viagens de atravessamento pelo modo a pé com origem em um *subtrecho n*;

E_n : Extensão, em quilômetros, de um *subtrecho n*.

O levantamento das viagens de atravessamento pelo modo a pé em cada subtrecho (Vp_n) foi realizado a partir do somatório das viagens de atravessamento pelo modo a pé com origem nas AH's dos respectivos subtrechos.

Para fins de padronização dos escores obtidos, utilizou-se a Equação 4.7 para conversão dos valores do Risco da Travessia por subtrecho em uma escala de 0 a 1 (maior e menor risco), surgindo, então, o *Índice de Risco da Travessia* (IRT):

$$IRT_n = \frac{RT_n - RT_{min}}{RT_{max} - RT_{min}} \quad (4.7)$$

em que:

IRT_n : Índice de Risco da Travessia em um *subtrecho* n ;

RT_n : Risco da Travessia em um *subtrecho* n ;

RT_{min} : Valor mínimo de Risco de Travessia identificado entre os subtrechos da rodovia;

RT_{max} : Valor máximo de Risco de Travessia identificado entre os subtrechos da rodovia.

5 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

5.1 CARACTERIZAÇÃO E EVOLUÇÃO RECENTE DOS ATRAVESSAMENTOS DE PEDESTRES: AS VIAGENS A PÉ EM 1992, 2002 E 2012

A análise dos dados das Pesquisas OD de 1992, 2002 e 2012, mesmo com ressalvas em relação a possíveis diferenças no plano e cobertura amostral das três pesquisas, permitiu observar uma redução nos volumes dos atravessamentos entre as margens do Anel Rodoviário nos três períodos. Para o ano de 1992, foram estimados 18.878 atravessamentos diários pelo modo a pé, sendo 9.806 com origem margem direita e destino na margem esquerda, e 9.072 com origem na margem esquerda e destino na margem direita. Nota-se nos anos seguintes uma expressiva redução desse tipo de deslocamento. Em 2002, os atravessamentos estimados pelo modo a pé diminuíram em 18,2%, passando para 15.438, sendo 8.580 com origem na margem direita e destino na margem esquerda, e 6.858 com origem na margem esquerda e destino na margem direita. Por sua vez, em 2012 a queda bruta observada foi de 40,3% em relação a 1992, sendo estimado um total de 11.271 atravessamentos de pedestres entre as margens direita para esquerda (5.637) e esquerda para a direita (5.634). Recordando que, conforme apontado nos procedimentos metodológicos, as compatibilizações necessárias para a análise resultaram em 85 AH's compatibilizadas (item 4.3.1).

Ao passo em que se reduziu a quantidade absoluta de viagens ao longo da série temporal, observa-se também uma retração na quantidade total de viagens pelo modo a pé por AH. Em 1992, em seis AH's registrou-se de 251 a 350 viagens e 23 AH's mais de 351 viagens, o que corresponde a 0,07% e 27,1% das AH's compatibilizadas, respectivamente. Nos anos seguintes foram registradas cinco (0,06%) AH's com 251 a 350 viagens (2002 e 2012), 15 (17,6%) e 7 (0,08%) áreas com participação acima de 351 viagens para os anos de 2002 e 2012, respectivamente. Essas AH's que se encontravam mais bem distribuídas ao longo da rodovia no ano de 1992, com pelo menos uma ocorrência em cada subtrecho, passaram a ser observadas de forma mais dispersa nos anos seguintes. Conjuntamente, é possível verificar um acréscimo das áreas em que não foram registradas viagens de atravessamentos, sendo: 14 AH's em 1992, o que equivale a 16,5% das AH's compatibilizadas; 15 AH's em 2002 (17,6%); 32 AH's em 2012 (37,6%). Essas informações estão apresentadas nos cartogramas da Figura 5.1.

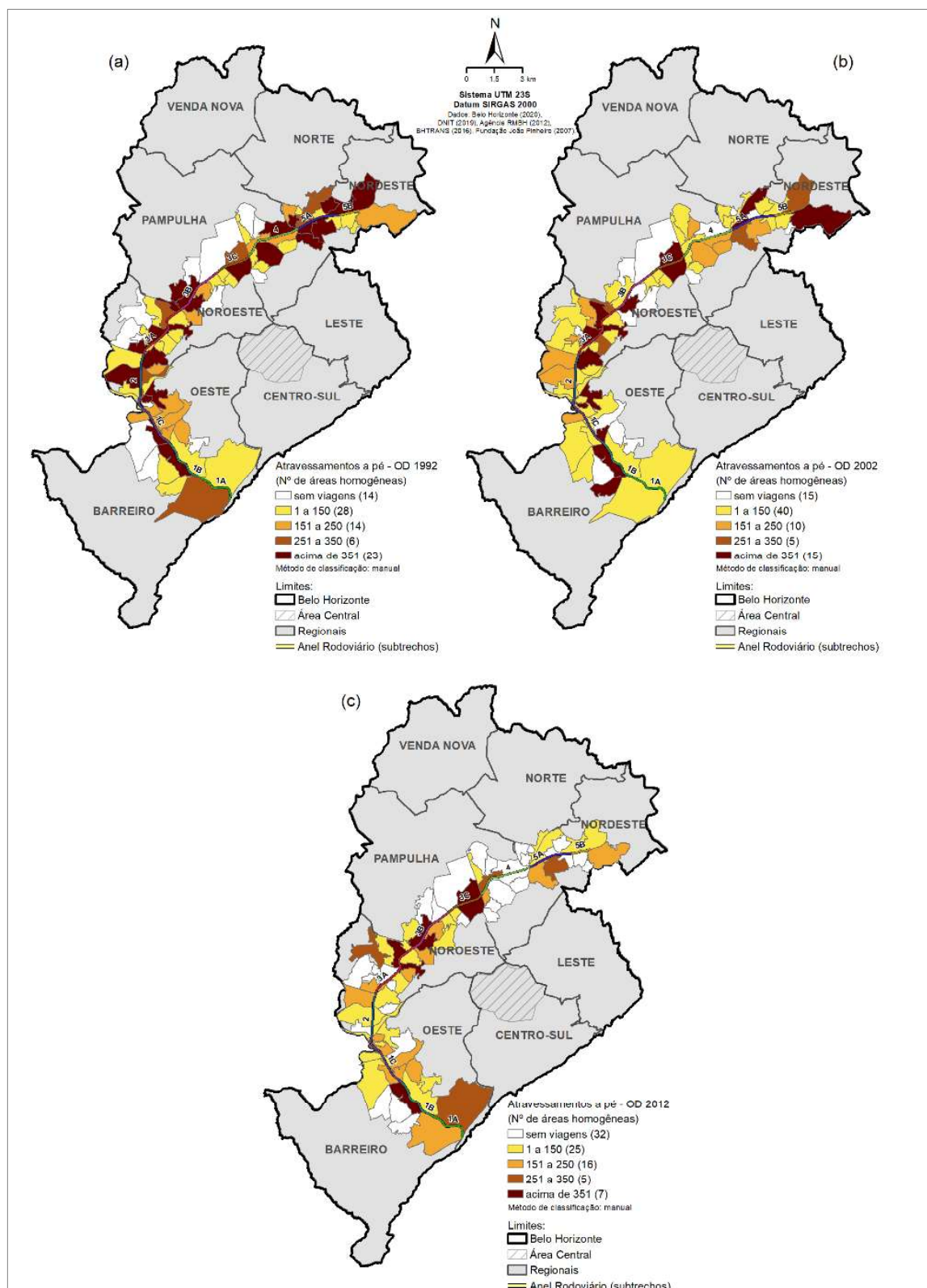


Figura 5.1: Estimativa histórica de atravessamento entre as margens do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo: (a) 1992, (b) 2002, (c) 2012.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020), DNIT (2019), BHTRANS (2016), Agência RMBH (2012), Fundação João Pinheiro (2007).

Em 1992, as duas AH's em que se originaram os maiores fluxos de atravessamentos a pé estão localizadas na Regional Nordeste, no Subtrecho 5A, sendo estas: 38D, que engloba os bairros Eymard/Pirajá/Maria Goretti, com 1.171 atravessamentos; 37D, referente aos bairros Eymard/Vila São Paulo/São Paulo/Andiroba, com 1.124 atravessamentos diariamente. Também se destacam as áreas 16D (Subtrecho 2, Regional Noroeste, bairros Alto dos Pinheiros/João Pinheiro) com 950 viagens, 24D (Subtrecho 3B, Regional Noroeste, bairros Jardim Montanhês/Caiçara-Adelaide/Alto Caiçaras) com 763 viagens, e 43E (Subtrecho 5B, Regional Nordeste, bairros Nazaré/Três Marias/Grotinha/Vista do Sol/Acaiaca/Paulo VI) com 700 atravessamentos de pedestres por dia.

Em 2002, três dos cinco maiores fluxos de atravessamentos estão concentrados no Subtrecho 1C, na Regional Oeste, sendo estes: 10D, que engloba os bairros Cabana Pai Tomás/Nova Gameleira, com 1.467 viagens; 11D, referente aos bairros Madre Gertrudes/Vila Madre Gertrudes I/Vila Madre Gertrudes II, com 821 viagens; 9E, referente aos bairros Madre Gertrudes/Vila Madre Gertrudes III/Vila Madre Gertrudes V, com 697 atravessamentos por dia. Destacam-se, ainda, as áreas 30D, localizada entre os bairros Ermelinda/Nova Cachoeirinha/Vila Nova Cachoeirinha I/Vila Nova Cachoeirinha II (Subtrecho 3C, Regional Noroeste), com 771 viagens, e 16D, em evidência também no ano de 1992, agora com 761 atravessamentos de pedestres por dia.

Por sua vez, o cenário identificado para o ano de 2012 mostra que os maiores fluxos de atravessamentos se concentraram nas Regionais Pampulha e Noroeste, nas seguintes áreas: 25E, referente aos bairros Jardim Alvorada/Jardim Montanhês/Vila Jardim Montanhês/Engenho Nogueira (Subtrecho 3B), com 948 viagens; 21D, compreendida pelos bairros Padre Eustáquio/Minas Brasil/Lorena (Subtrecho 3A), com 773 viagens; 22E, entre os bairros Dom Bosco/Jardim São José (Subtrecho 3A), com 545 viagens; 30D, em evidência também no ano de 2002, agora com 490 atravessamentos de pedestres por dia. Ainda se destaca a área 3E, localizada no Subtrecho 1B (Regional Barreiro), com 873 atravessamentos com origens nos bairros das Indústrias I/Novo das Indústrias/Alta Tensão I/Bonsucesso/Conjunto Bonsucesso/Bernadete.

Para além da análise dos quantitativos absolutos de atravessamentos de pedestres entre as margens do Anel Rodoviário, também é interessante observar a intensidade do fenômeno pela população residente em cada AH compatibilizada (Figura 5.2). Nesse sentido, nota-se que, para o ano de 2002, a área 9E, com população 835 habitantes e 697 viagens, possui uma

intensidade relativa de atravessamentos pela população de 83,5%. Se destacam, ainda, com maior intensidade as áreas 11D e 19D (bairros Dom Cabral/Vila PUC/Coração Eucarístico – Subtrecho 3A), com 40,2% e 35,1%, respectivamente. Em contrapartida, os atravessamentos não se mostraram tão relevantes quando analisados de forma relativa nas demais áreas que apresentaram maiores quantitativos absolutos, a saber: 10D, com 23.868 habitantes e 1.467 atravessamentos (6,1%); 30D, com 11.583 habitantes, 771 atravessamentos (6,7%); 16D, com 10.196 habitantes, 761 atravessamentos (7,5%).

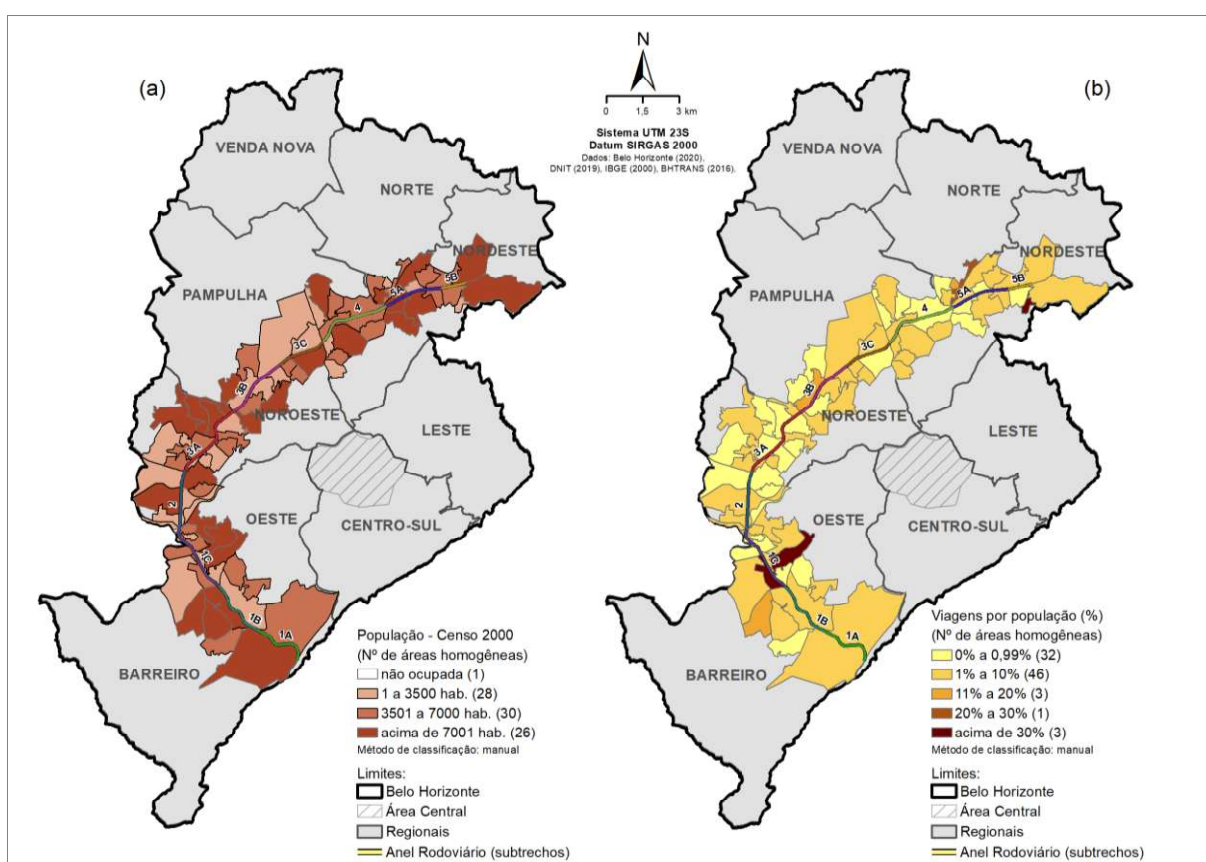


Figura 5.2: (a) População residente por área homogênea compatibilizada e (b) intensidade relativa dos atravessamentos pela população, 2002.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020), DNIT (2019), IBGE (2000), BHTRANS (2016).

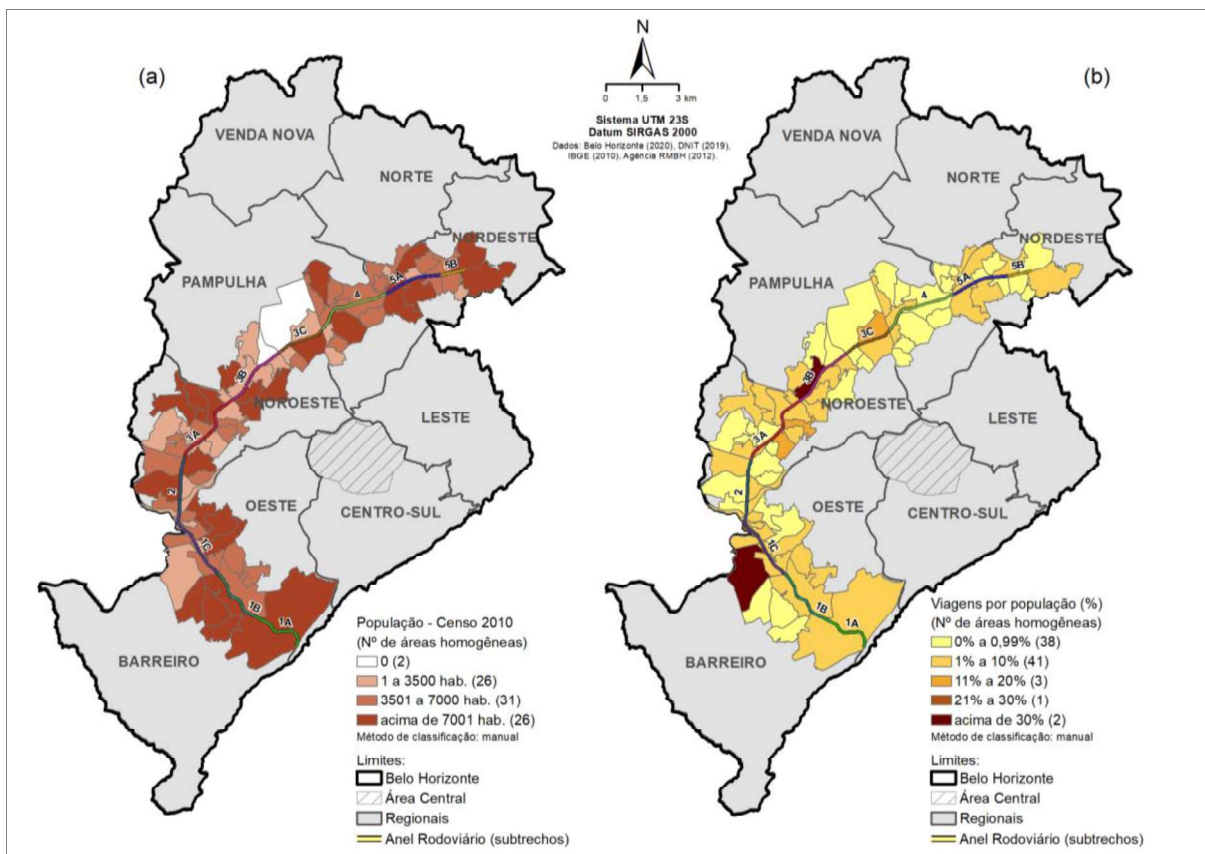


Figura 5.3: (a) População residente por área homogênea compatibilizada e (b) intensidade relativa dos atravessamentos pela população, 2012.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020), DNIT (2019), IBGE (2010), BHTRANS (2016).

Ao analisar a intensidade dos atravessamentos no ano de 2012 pela população residente (Figura 5.3), observa-se que a AH compatibilizada em que origina a maior quantidade de atravessamentos entre as margens da rodovia (25E) possui a segunda maior intensidade pela população (3.003 hab., 948 viagens, 31,6%). Já a área 21D, com o segundo maior fluxo de pedestres absoluto (773 viagens), apresenta intensidade de 15,6% quando relativizada pela população (4.944 hab.). Três áreas se destacam por registrarem elevados fluxos de pedestres, porém, com menores intensidade, sendo estas: 3E, com 10,5% (8.310 hab., 873 viagens); 22E, com 6,6% (8.255 hab., 545 viagens); 30D, com 4,4% (11.271 hab., 490 viagens). Destacam-se, ainda, a AH 7E (bairro das Indústrias) que registrou o maior nível de fluxo pela população (305 hab., 111 viagens, 36,4%), bem como as áreas 9E (962 hab., 286 viagens), 29E (2.747 hab., 422 viagens) e 19D (751 hab., 110 viagens), já em evidência em 2002, com intensidades relativas

de 29,8%, 15,4% e 14,7%, respectivamente. Nas três últimas situações, percebe-se um acréscimo da população residente entre os anos de 2000 e 2010, mas, ao mesmo tempo, os atravessamentos a pé entre as margens do Anel Rodoviário reduziram entre 2002 e 2012, refletindo em um menor percentual ao se comparar os dois anos.

De posse das Pesquisas OD, também foi possível estimar as faixas horárias em que ocorrem os atravessamentos entre as margens da rodovia. Nota-se para os anos de 1992 (Figura 5.4) e 2002 (Figura 5.5) picos bem evidentes, em maior intensidade, no período da manhã (entre 06h e 07h) e da tarde (entre 17h e 18h), mas também no horário de almoço (entre 11h e 12h) e no período da noite (22h), concordantes com os motivos de viagens identificados como mais relevantes (residência, escola e trabalho). Ainda, observa-se uma inversão do sentido que produz maior quantidade de viagens a pé no período da manhã, sendo da esquerda para a direita em 1992 e da direita para esquerda em 2002, podendo estar relacionada com uma mudança na dinâmica de ocupação do solo nos bairros lindeiros ao Anel Rodoviário. Por sua vez, em 2012 (Figura 5.6), os horários declarados dos atravessamentos encontram-se mais bem distribuídos ao longo do dia e com picos menos expressivos se comparado com os anos anteriores.

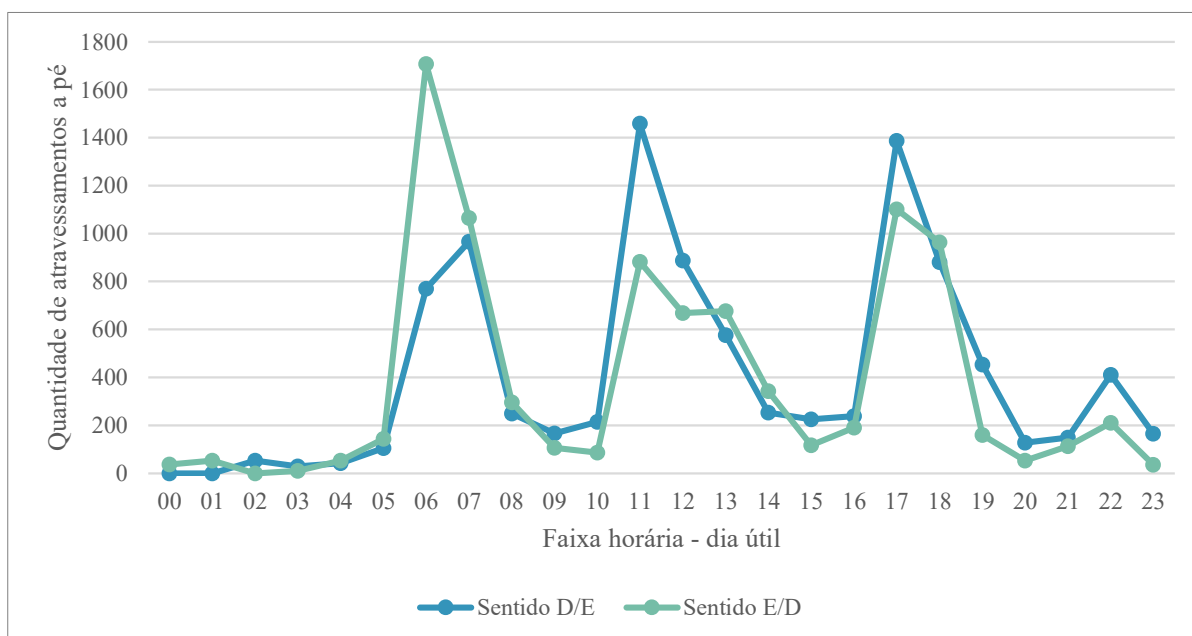


Figura 5.4: Comportamento dos atravessamentos de pedestres no Anel Rodoviário, por faixa horária e por sentido do fluxo: margem direita para margem esquerda (D/E); margem esquerda para margem direita (E/D), 1992.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Fundação João Pinheiro (2007).

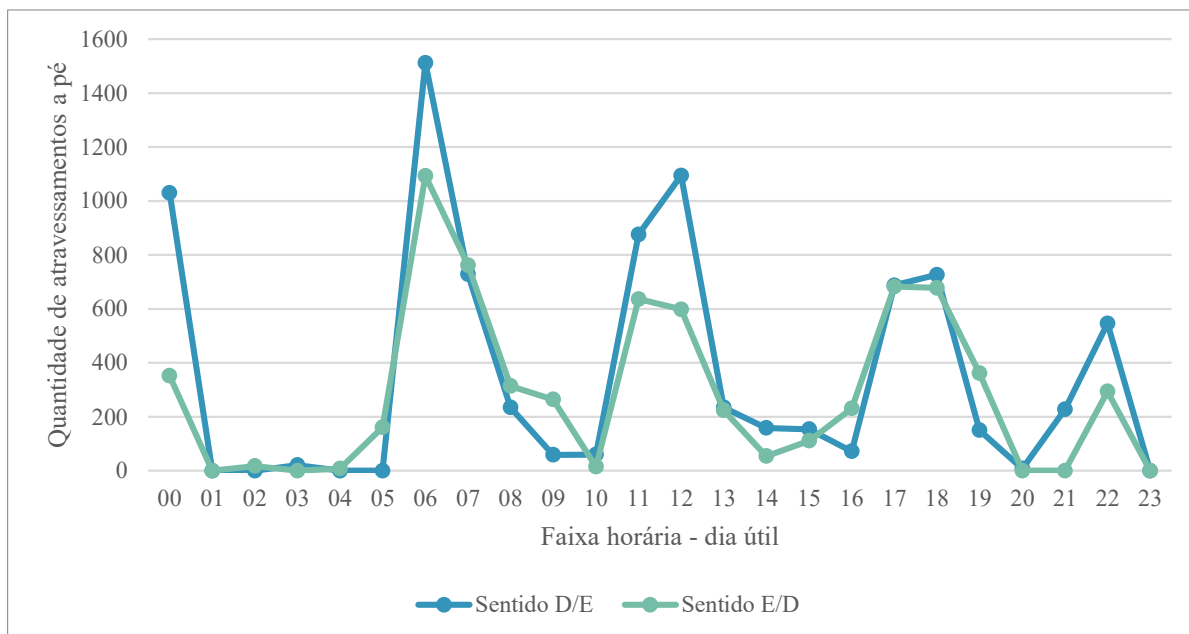


Figura 5.5: Comportamento dos atravessamentos de pedestres no Anel Rodoviário, por faixa horária e por sentido do fluxo: margem direita para margem esquerda (D/E); margem esquerda para margem direita (E/D), 2002.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: BHTRANS (2016).

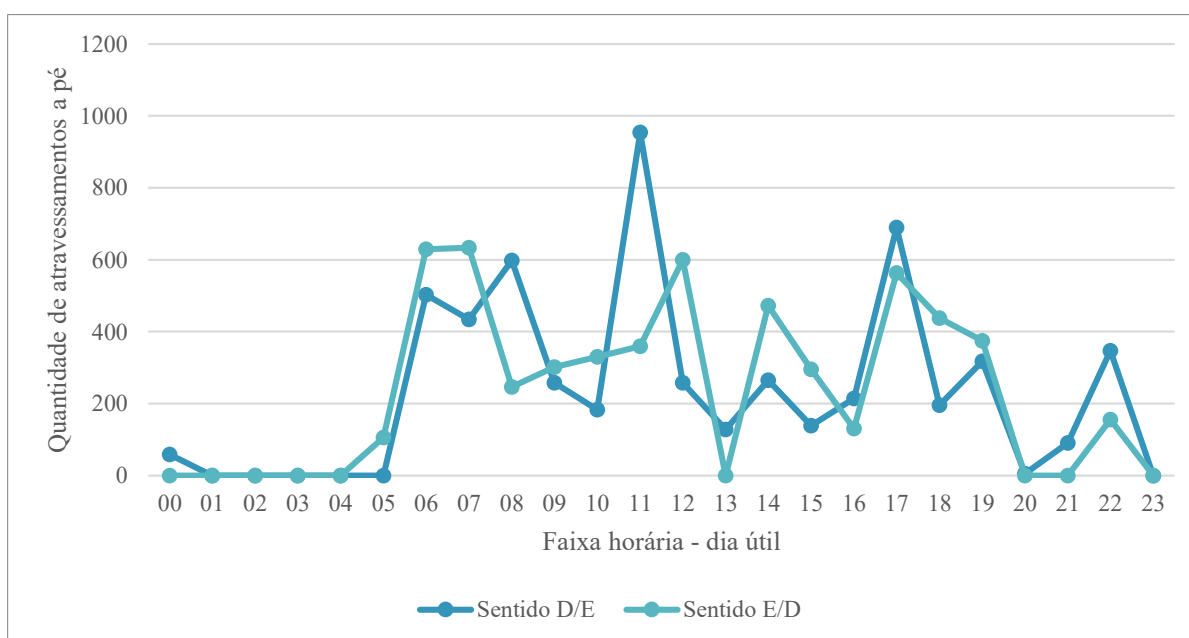


Figura 5.6: Comportamento dos atravessamentos de pedestres no Anel Rodoviário, por faixa horária e por sentido do fluxo: margem direita para margem esquerda (D/E); margem esquerda para margem direita (E/D), 2012.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Agência RMBH (2012).

No que se refere à caracterização dos pedestres por sexo, é possível observar que houve uma inversão dos percentuais de atravessamentos entre homens e mulheres. Em 1992 foi identificado que, do total de atravessamentos a pé entre as margens da rodovia, 53% eram realizados por pessoas que se declararam do sexo feminino e 47% do sexo masculino. Esse percentual é idêntico à distribuição da população por sexo no município de Belo Horizonte nos anos de 1991, 2000 e 2010 (IBGE, 1991; 2000; 2010). No entanto, esse comportamento não segue a tendência para os anos de 2002 e 2012, os quais a participação feminina reduz para 48% (2002) e 44% (2012), enquanto os homens passam a corresponder aos maiores percentuais de viagens (52% em 2002 e 56% em 2012) (Figura 5.7). Esse cenário faz refletir sobre as desigualdades e os conflitos relacionados ao uso do espaço no Anel Rodoviário até mesmo por pessoas de sexos diferentes.

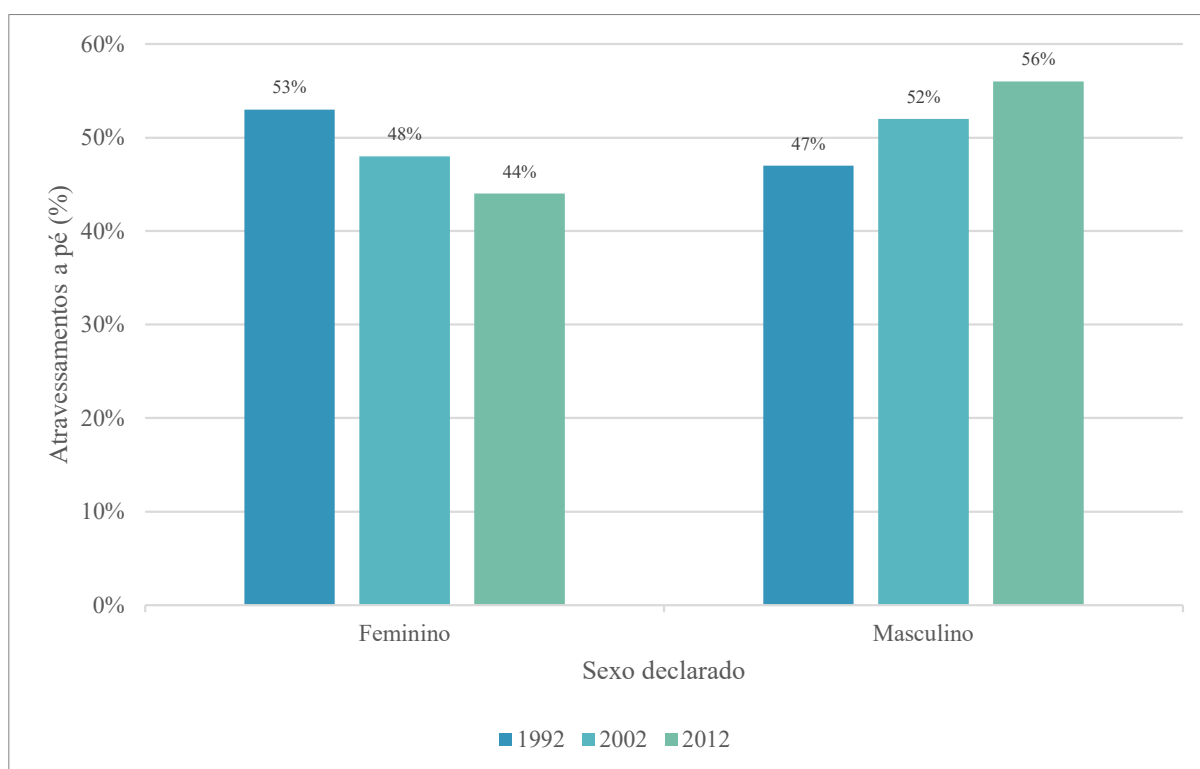


Figura 5.7: Sexo declarado das pessoas que realizam atravessamento pelo modo a pé em ambos os sentidos de fluxo no Anel Rodoviário, 1992, 2002 e 2012.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: BHTRANS (2016), Agência RMBH (2012), Fundação João Pinheiro (2007).

Quanto aos motivos de viagens no destino, para os três anos da série histórica analisada os maiores percentuais foram registrados para os motivos ‘estudo’ e ‘trabalho’, excluindo o motivo ‘residência’, conforme apresentado no gráfico da Figura 5.8.

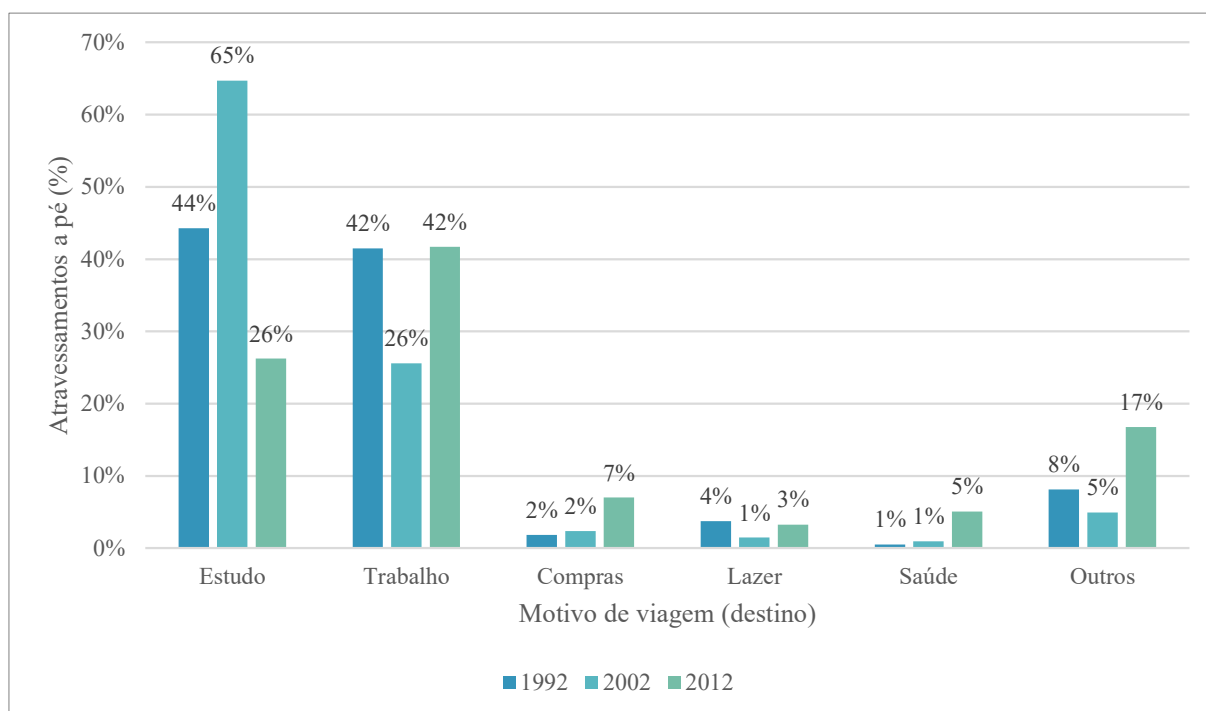


Figura 5.8: Motivos de viagem (destino) dos atravessamentos pelo modo a pé em ambos os sentidos de fluxo no Anel Rodoviário, excluindo o motivo ‘residência’, 1992, 2002 e 2012.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: BHTRANS (2016), Agência RMBH (2012), Fundação João Pinheiro (2007).

O achado é condizente com o padrão de deslocamento a pé da população belo-horizontina, visto que para o ano de 1992 os motivos ‘estudo’ e ‘trabalho’ também representaram, respectivamente, as duas maiores participações na matriz de deslocamentos, com 61% e 23% respectivamente, excluindo o motivo ‘residência’ (Figura 5.9), e para os atravessamentos no Anel Rodoviário os percentuais identificados para os mesmos motivos foram 44% e 42%. No ano de 2002, os motivos ‘estudo’ e ‘trabalho’ representaram em Belo Horizonte 56% e 36% das viagens a pé, enquanto que no Anel Rodoviário foi de 65% e 26%, respectivamente. Em 2012, os percentuais identificados por motivo foram: i) estudo: 40% (Belo Horizonte), 26% (Anel Rodoviário); ii) trabalho: 28% (Belo Horizonte), 42% (Anel

Rodoviário). Ou seja, a partir de 2012 o motivo ‘trabalho’ assume-se como principal nos atravessamentos entre as margens do Anel Rodoviário, diferentemente do cenário geral da Capital mineira que ainda manteve o motivo ‘estudo’ em primeiro lugar - apesar da aproximação percentual entre eles.

Observa-se, ainda, que a discrepância identificada no percentual para o motivo ‘estudo’ no Anel Rodoviário para o ano de 2002, se comparado com os demais anos da série temporal, pode estar relacionado às diferenças metodológicas na captação das informações. Já os motivos ‘compras’, ‘lazer’, ‘saúde’ e ‘outros’ representam motivos de deslocamentos com menor participação, apresentando percentuais que variam de 1% (‘saúde’, em 1992 e 2002) à, no máximo, 17% (‘outros’, em 2012).

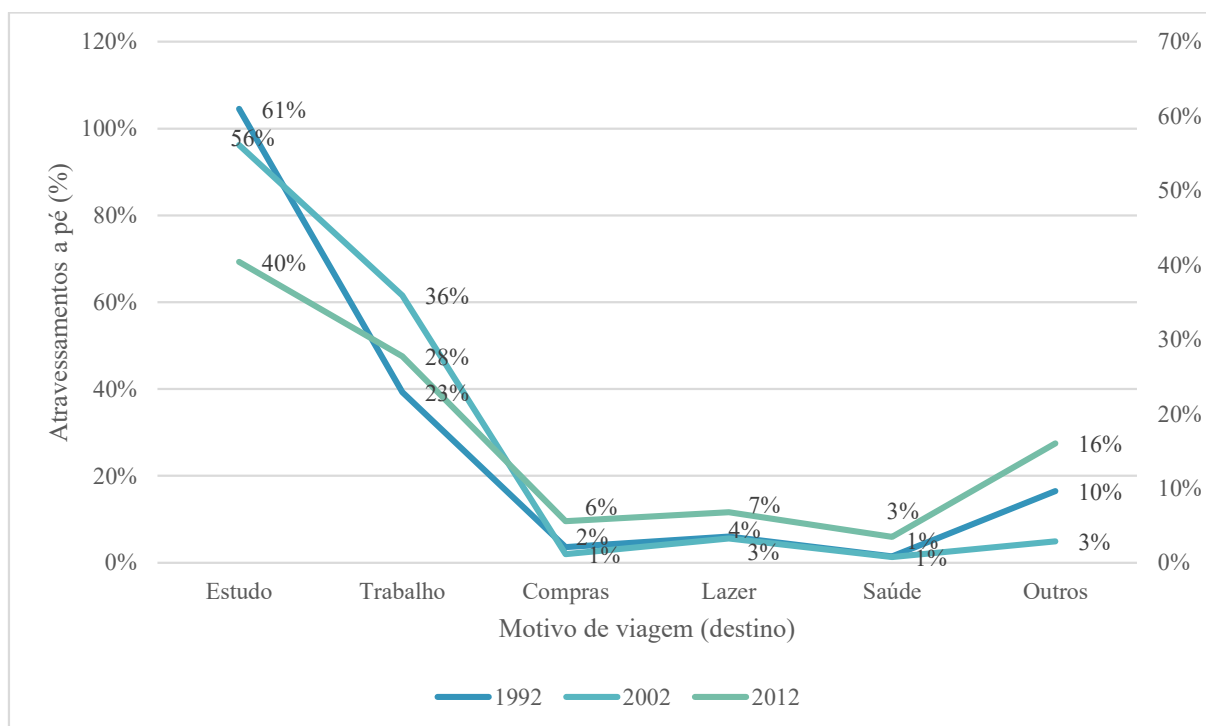


Figura 5.9: Motivos de viagem (destino) pelo modo a pé em Belo Horizonte, excluindo o motivo ‘residência’, 1992, 2002 e 2012.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: BHTRANS (2016), Agência RMBH (2012), Fundação João Pinheiro (2007).

No âmbito da ‘escolaridade’ (Figura 5.10), observa-se uma maior concentração de atravessamentos realizados por pessoas que declararam ter o Ensino Fundamental em curso ou completo para os três anos em análise, com 65% em 1992, 63% 2002 e 50% em 2012. Ao passo que o percentual desse perfil de pedestres reduziu ao longo dos anos, nota-se um aumento entre aqueles que autodeclararam ter o Ensino Médio em curso ou completo, passando de 9% em 1992 para 33% em 2012. Esse cenário se assemelha com o perfil padrão das pessoas que realizam deslocamentos a pé em Belo Horizonte: enquanto 55% dos pedestres declararam ter Ensino Fundamental em curso ou completo em 1992, em 2012 houve uma redução para 54%. Para os que declararam ter o Ensino Médio em curso ou completo, o percentual passou de 8% em 1992 para 28% em 2012.

Ao analisar as ‘faixas etárias’ declaradas pelos pedestres (Figura 5.11), é possível notar uma maior participação de crianças e adolescentes (inferior a 14 anos) nos deslocamentos realizados nos anos de 1992 (31%) e 2002 (40%) se comparado com 2012 (7%). Por sua vez, no ano de 2012 destacam os atravessamentos realizados por pessoas com idade superior a 50 anos (33%), comparativamente com 1992 (7%) e 2002 (4%). Esse achado é compatível com as mudanças observadas nos níveis de escolaridade dos pedestres.

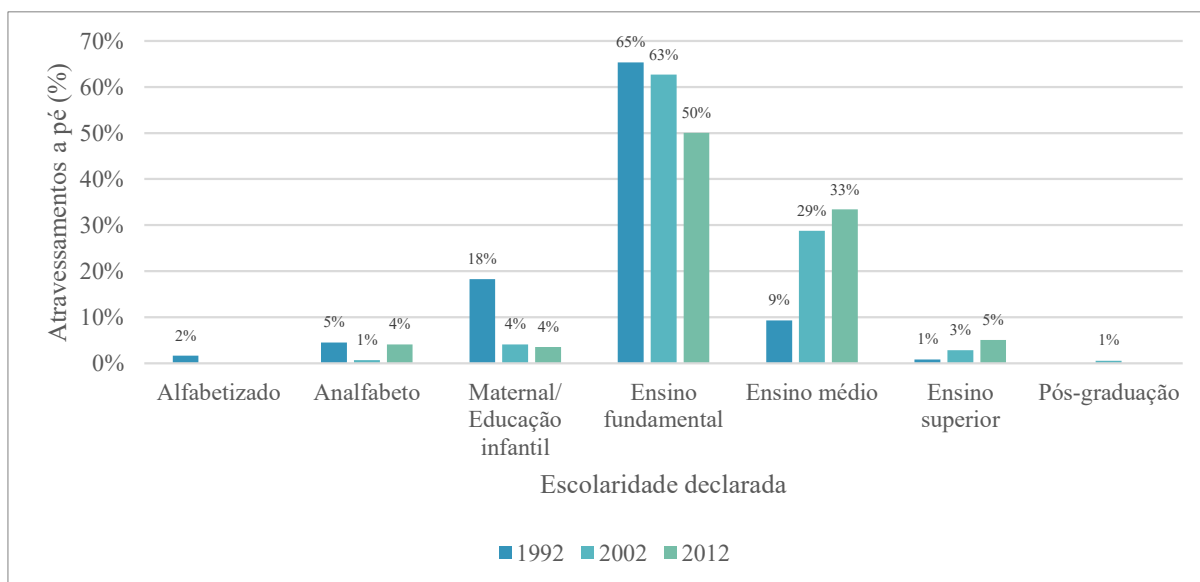


Figura 5.10: Escolaridade declarada das pessoas que realizam atravessamento pelo modo a pé em ambos os sentidos de fluxo no Anel Rodoviário, 1992, 2002 e 2012.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: BHTRANS (2016), Agência RMBH (2012), Fundação João Pinheiro (2007).

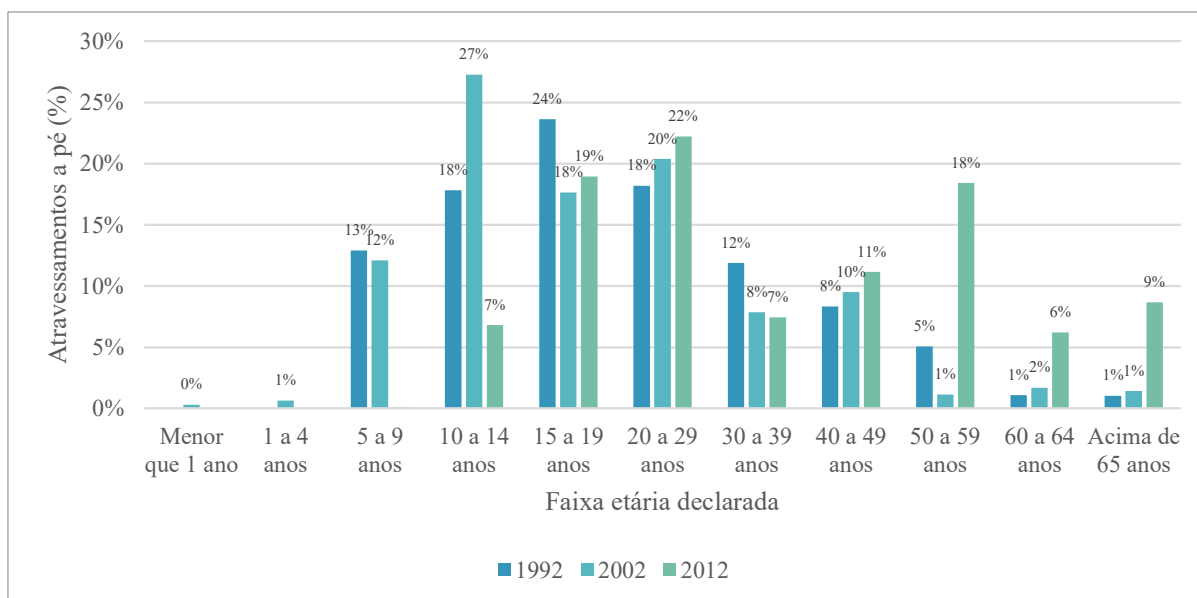


Figura 5.11: Faixas etárias declaradas das pessoas que realizam travessamento pelo modo a pé em ambos os sentidos de fluxo no Anel Rodoviário, 1992, 2002 e 2012.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: BHTRANS (2016), Agência RMBH (2012), Fundação João Pinheiro (2007).

Fechando essa breve análise histórica, tem-se o parâmetro ‘renda’ que foi extraído para os anos de 2002 e 2012 (Figura 5.12). Entre os pedestres que realizaram os travessamentos no Anel Rodoviário prevalecem aqueles que declararam possuir renda mensal entre 1 e 2 salários mínimos tanto em 2002 (57%) quanto em 2012 (60%). Observa-se, ainda, para o ano de 2012, uma redução daqueles que declararam ter renda superior a 3 salários mínimos, de 15% para 2%, e aumento dos pedestres com renda inferior a 3 salários mínimos, de 85% para 98%. Novamente, o perfil dos pedestres que atravessam o Anel Rodoviário se assemelha com o da população belo-horizontina que se desloca a pé, com uma redução daqueles que autodeclararam possuir renda superior a 3 salários mínimos (de 23% em 2002 para 8% em 2012) e incremento na parcela pertencente às faixas inferiores a 3 salários mínimos (de 77% em 2002 para 92% em 2012).

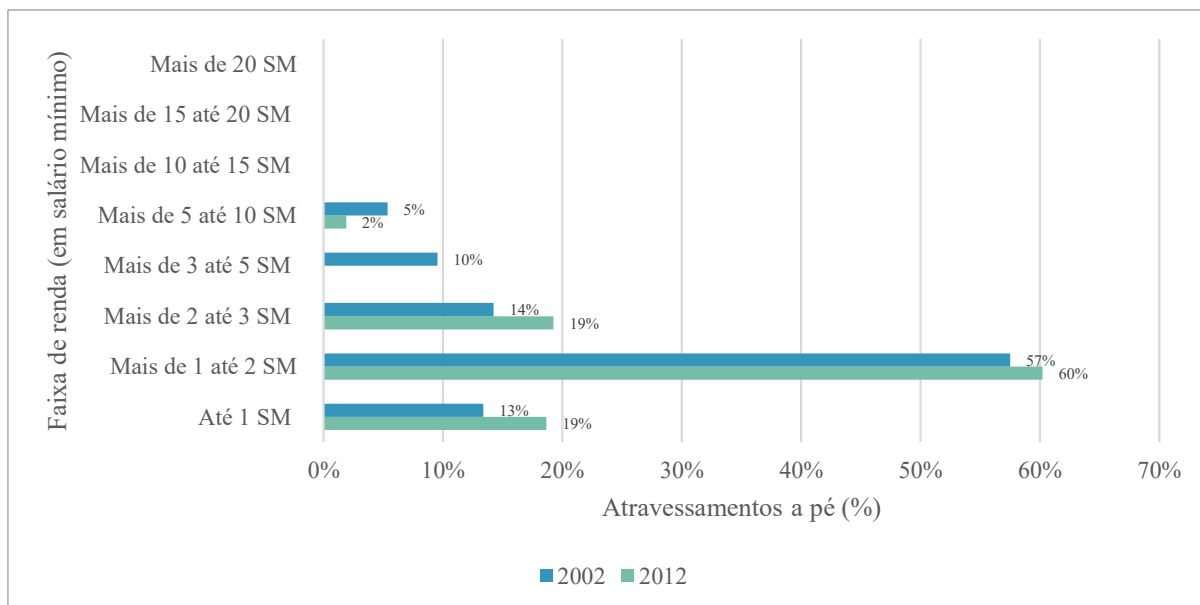


Figura 5.12: Renda declarada das pessoas que realizam travessamento pelo modo a pé em ambos os sentidos de fluxo no Anel Rodoviário, 2002 e 2012.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: BHTRANS (2016), Agência RMBH (2012).

É importante ressaltar que as comparações temporais dos parâmetros socioeconômicos oriundos de pesquisas origem e destino devem ser interpretadas com cautela. Tanto as mudanças metodológicas que ocorreram, especificamente, nas Pesquisas OD da RMBH, ao longo da série temporal, quanto pelo método de obtenção dos dados (entrevistas/autodeclaração), podem refletir em diferenças de resultados sobre os parâmetros e, de certa forma, camuflar a realidade, principalmente quanto a renda declarada. No entanto, esse tipo de pesquisa ainda é considerada a principal fonte de dados para o planejamento e caracterização dos sistemas de transporte, permitindo que se conheça o retrato da mobilidade de determinado local.

5.2 DESLOCAMENTOS PEDONAIS NO ANEL RODOVIÁRIO: ALGUMAS EVIDÊNCIAS ATUAIS

Nesta segunda etapa, os resultados apresentados se baseiam exclusivamente na Pesquisa OD 2012 por essa ser a fonte de dados mais recente disponibilizada para esse fim e, dessa forma, trazer consigo um retrato mais atualizado dos atravessamentos de pedestres entre as margens do Anel Rodoviário e do entorno da rodovia. Inicialmente, apresenta-se um resumo dos quantitativos de deslocamentos, dos fluxos de atravessamentos a pé entre as margens e das características relacionadas ao entorno, como a localização de equipamentos de educação, das atividades econômicas e das áreas de vulnerabilidade social. Após essa visão geral, é realizada a aplicação dos indicadores de mobilidade, acessibilidade e risco de atravessamento.

Considerando a 115 AH's selecionadas a partir da zona de influência de 600 metros do eixo da rodovia, foram identificados, para 2012, 14.122 atravessamentos pelo modo a pé, sendo 7.163 da margem direita para a margem esquerda e 6.959 da margem esquerda para a margem direita. Recordando que diferentemente da contextualização histórica, a partir desse ponto não foi necessário realizar compatibilização entre AH's, bem como excluir as viagens pelo modo a pé com tempo inferior a 15 minutos. Por esses motivos, a quantidade absoluta de atravessamentos entre as margens aqui estimada é superior ao identificado no item 5.1.

'Residência' é o principal motivo de deslocamento entre as margens, correspondendo a 3.081 viagens (44,3%) com destino à margem direita e 3.826 (53,4%) com destino à margem esquerda. Excluindo os deslocamentos por esse motivo, conforme apresentado na Tabela 5.1, tem-se como motivos principais de atravessamento o 'trabalho' (31,7% sentido D/E; 38,8% sentido E/D) e 'estudo' (29,8%; 28,5%).

Considerando os deslocamentos totais por motivo, em ambos sentidos de fluxo, a margem direita atrai percentualmente mais atravessamentos pelos motivos 'compras' (397; 77,2%), 'trabalho' (1.505; 58,7%), e 'estudo' (1.107; 52,7%). Já a margem esquerda atrai mais viagens pelos motivos 'lazer' (184; 82,2%), 'saúde' (183; 65,1%) e 'residência' (3.826; 55,4%).

Tabela 5.1: Motivos declarados de atravessamento entre as margens do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, excluindo o motivo ‘residência’, 2012.

Motivo no destino	Atravessamentos sentido D/E	Atravessamentos sentido D/E (%)	Atravessamentos sentido E/D	Atravessamentos sentido E/D (%)	Total
Trabalho	1.057	31,7%	1.505	38,8%	2.562
Estudo	995	29,8%	1.107	28,5%	2.102
Outros	801	24,0%	732	18,9%	1.533
Lazer	184	5,5%	40	1,0%	224
Saúde	183	5,5%	98	2,5%	281
Compras	117	3,5%	397	10,2%	514
Total	3.337	100%	3.879	100%	7.216

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Agência RMBH (2012).

Para os motivos predominantes em ambos sentidos de deslocamento dos pedestres (trabalho e estudo), foram construídos mapas de calor a partir da localização das atividades econômicas (Figura 5.13) e dos equipamentos de educação (Figura 5.14) situados nas AH's que compõem a zona de influência do Anel Rodoviário. Infere-se, a partir dessas estimativas de densidade, que a margem direita da rodovia tende a exercer uma maior atração de pessoas que desejam acessar as mais diversas atividades econômicas localizadas em suas AH's, que estão situadas praticamente ao longo de todo Anel Rodoviário (Subtrechos 1B a 5B). Por sua vez, a margem esquerda se destaca nesse quesito nos Subtrechos 3A, 3B, 4, 5A e 5B. Para os equipamentos de educação, também observa-se uma predominância de densidades altas e muito altas na margem direita, com exceção dos Subtrechos 4 e 5A em que a margem esquerda também se destaca.

Ao se verificar os fluxos dos atravessamentos de pedestres entre as margens do Anel Rodoviário, observa-se que no sentido de deslocamento da margem direita para a margem esquerda (Figura 5.15) as AH's em que se originam a maior quantidade de viagens são: 1301, localizada na Regional Noroeste com abrangência dos bairros Padre Eustáquio/Minas Brasil/Lorena (Subtrecho 3A), com 993 viagens; 1661, nos bairros Vila da Luz/Goiânia (Regional Nordeste - Subtrecho 5B), com 563 viagens; 1345, nos bairros Nova Cachoeirinha/Ermelinda/Vila Nova Cachoeirinha I/ Vila Nova Cachoeirinha II/ Vila Maloca (Regional Noroeste - Subtrecho 3C), com 559 viagens. No sentido oposto (Figura 5.16), tem-se as seguintes AH's de destaque: 1315, localizada na Regional Pampulha com abrangência dos bairros Jardim Alvorada/Vila Jardim Montanhês (Subtrecho 3B), com 939 viagens; 1410, nos

bairros São Francisco/Vila São Francisco/Vila Real (Regional Pampulha -Subtrecho 3C), com 793 viagens; 1246, nos bairros Novo das Indústrias/Alta Tensão (Regional Barreiro - Subtrecho 1B), com 711 viagens. Estas áreas possuem uma característica em comum: a presença áreas de vulnerabilidade social, popularmente conhecidas como Vilas e Favelas (VF). Localizar essas áreas torna-se importante para compreender as formas de ocupação ao longo do Anel Rodoviário.

De acordo com Belo Horizonte (2020), 15 km² da área total do município (331 km²) é caracterizado como vilas e favelas. No total, são 218 vilas e favelas por toda a cidade, em seus mais diferentes portes. As áreas homogêneas que compõem a zona de influência do Anel Rodoviário possuem área total de 68 km², o que corresponde a 20,6% da área do município. Nelas, estão localizadas 70 vilas e favelas, o que corresponde a 32% do quantitativo do município (Figura 5.17). Em termos de abrangência territorial, as vilas e favelas localizadas na zona de influência da rodovia correspondem a 3 km², ou seja, o percentual de áreas de vulnerabilidade social no entorno do Anel Rodoviário (4,6%) é maior que a concentração fora da zona de influência da rodovia (3,7%).

Esse cenário reforça as discussões estabelecidas previamente sobre a renda declarada das pessoas que atravessam a pé as margens do Anel Rodoviário, onde observa-se uma predominância de pessoas que auto declararam não possuir renda na Pesquisa OD 2012 (41%). Dentre aqueles que informaram ter renda, a mesma está concentrada nas faixas igual ou inferior a 2 salários mínimos, não sendo registradas pessoas com renda superior a 3 salários mínimos para esse tipo de deslocamento.

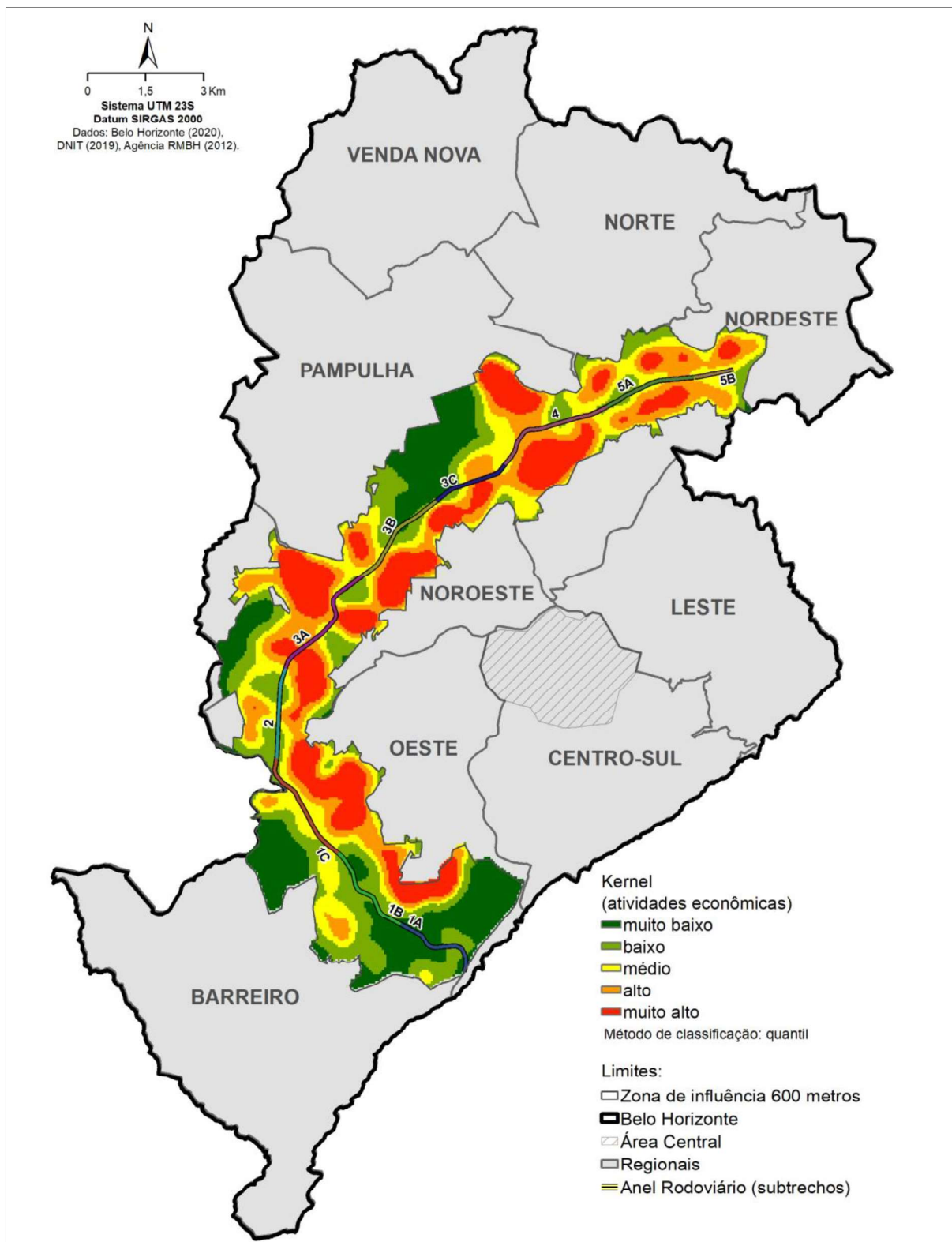


Figura 5.13: Estimativa de densidade de atividades econômicas localizadas nas áreas homogêneas da zona de influência do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, 2020.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020), DNIT (2019), Agência RMBH (2012).

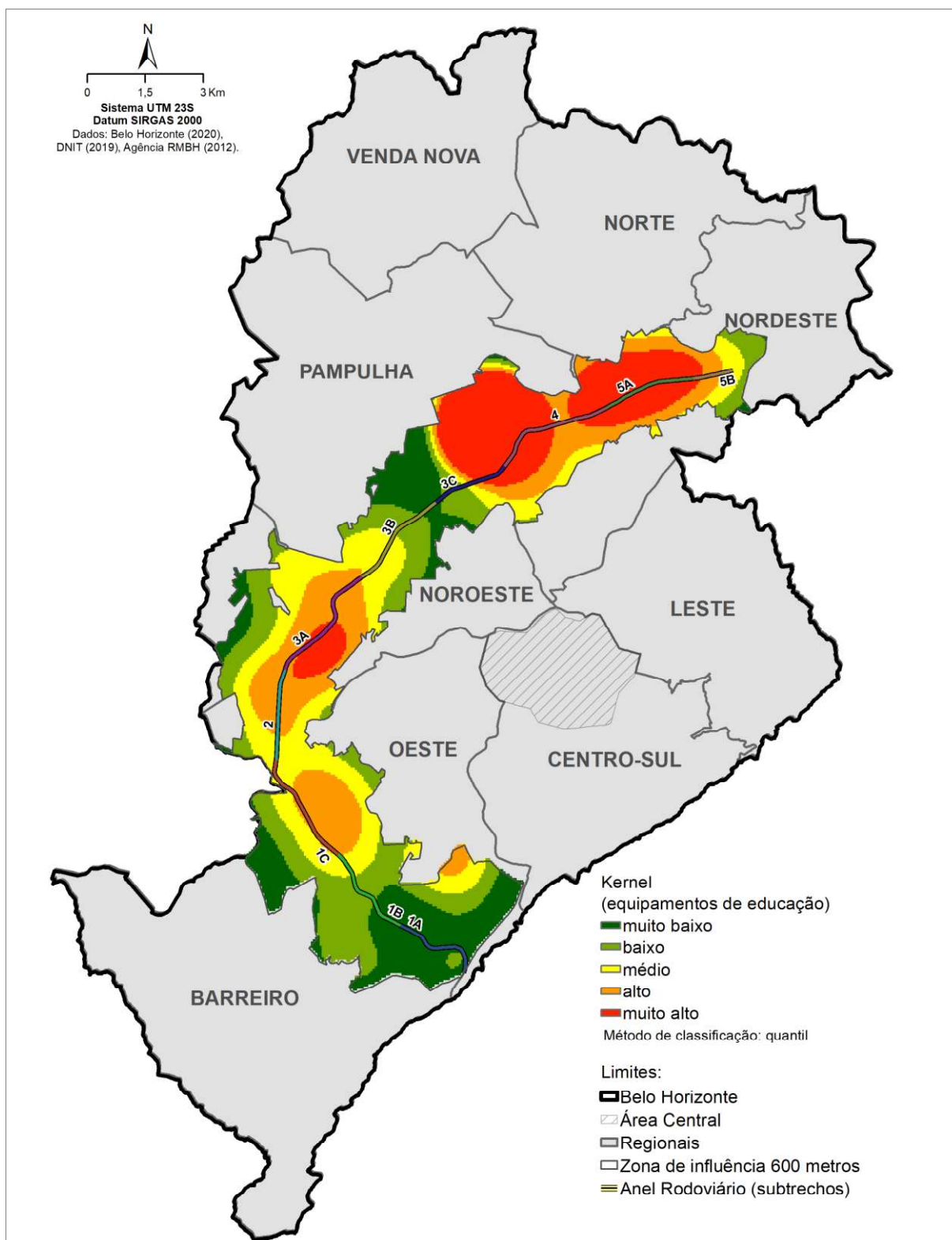


Figura 5.14: Estimativa de densidade de equipamentos de educação localizadas nas áreas homogêneas da zona de influência do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, 2020.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020), DNIT (2019), Agência RMBH (2012).

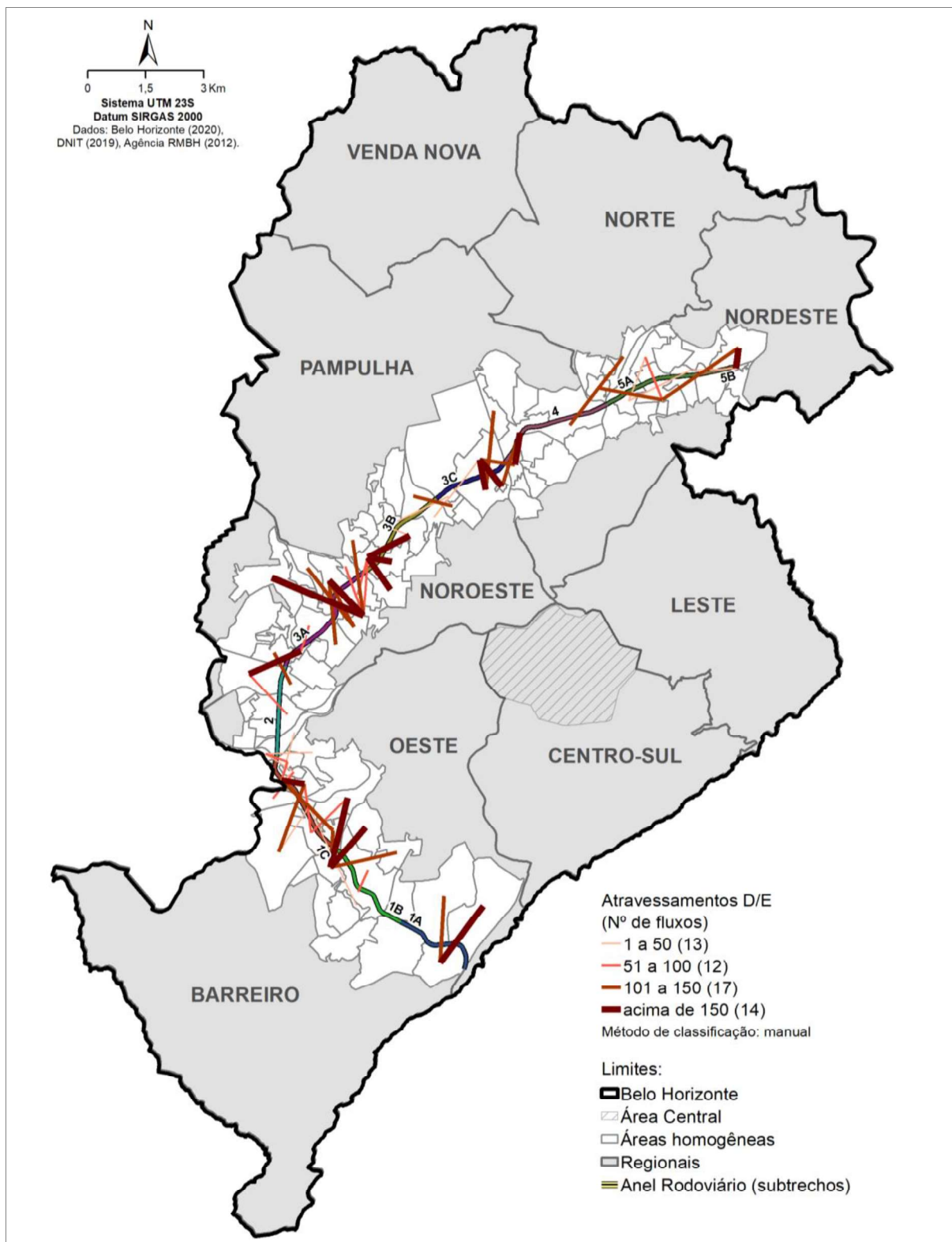


Figura 5.15: Fluxos de atravessamentos de pedestres no sentido margem direita para a margem esquerda do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, 2012.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020), DNIT (2019), Agência RMBH (2012).

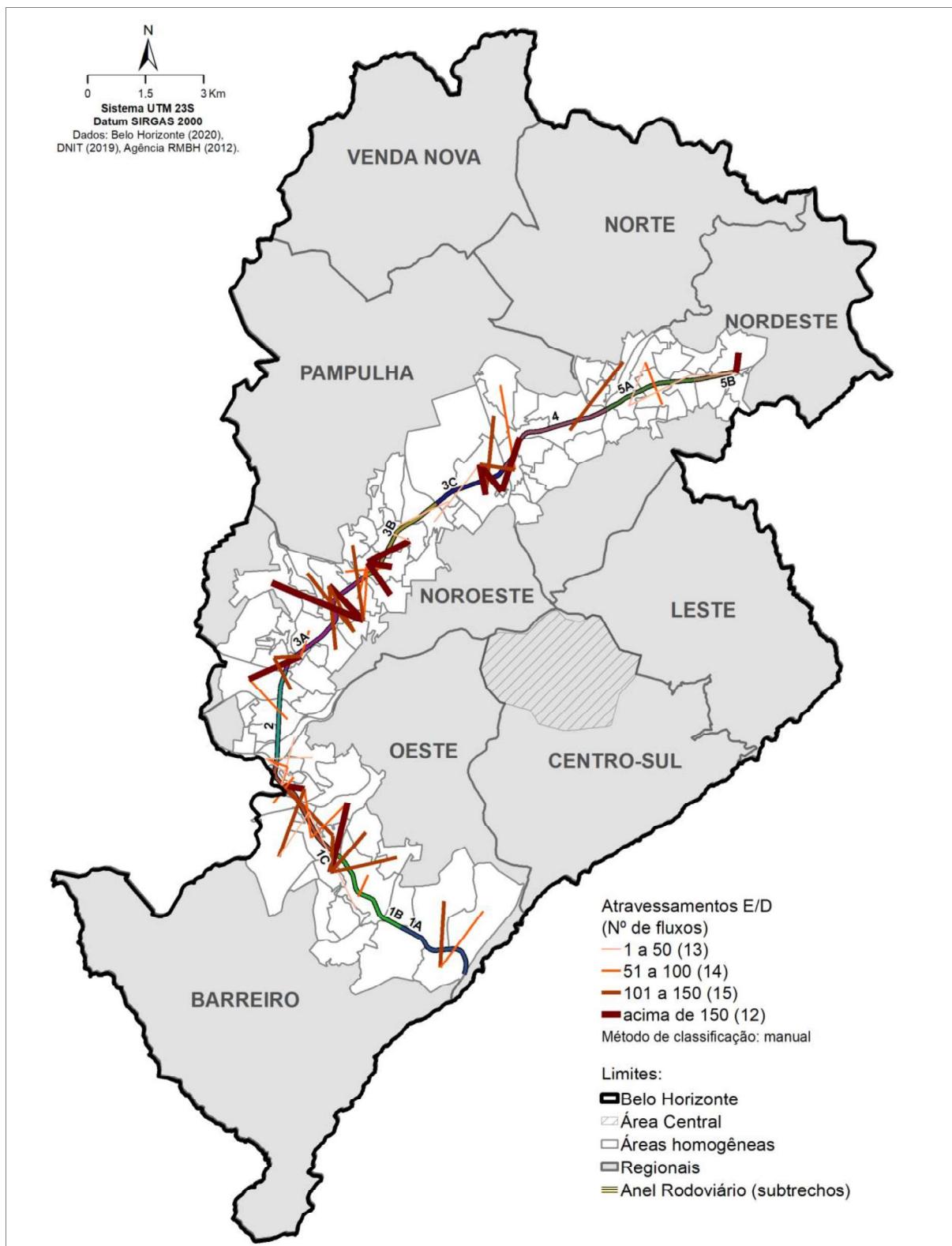


Figura 5.16: Fluxos de atravessamentos de pedestres no sentido margem esquerda para a margem direita do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, 2012.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020), DNIT (2019), Agência RMBH (2012).

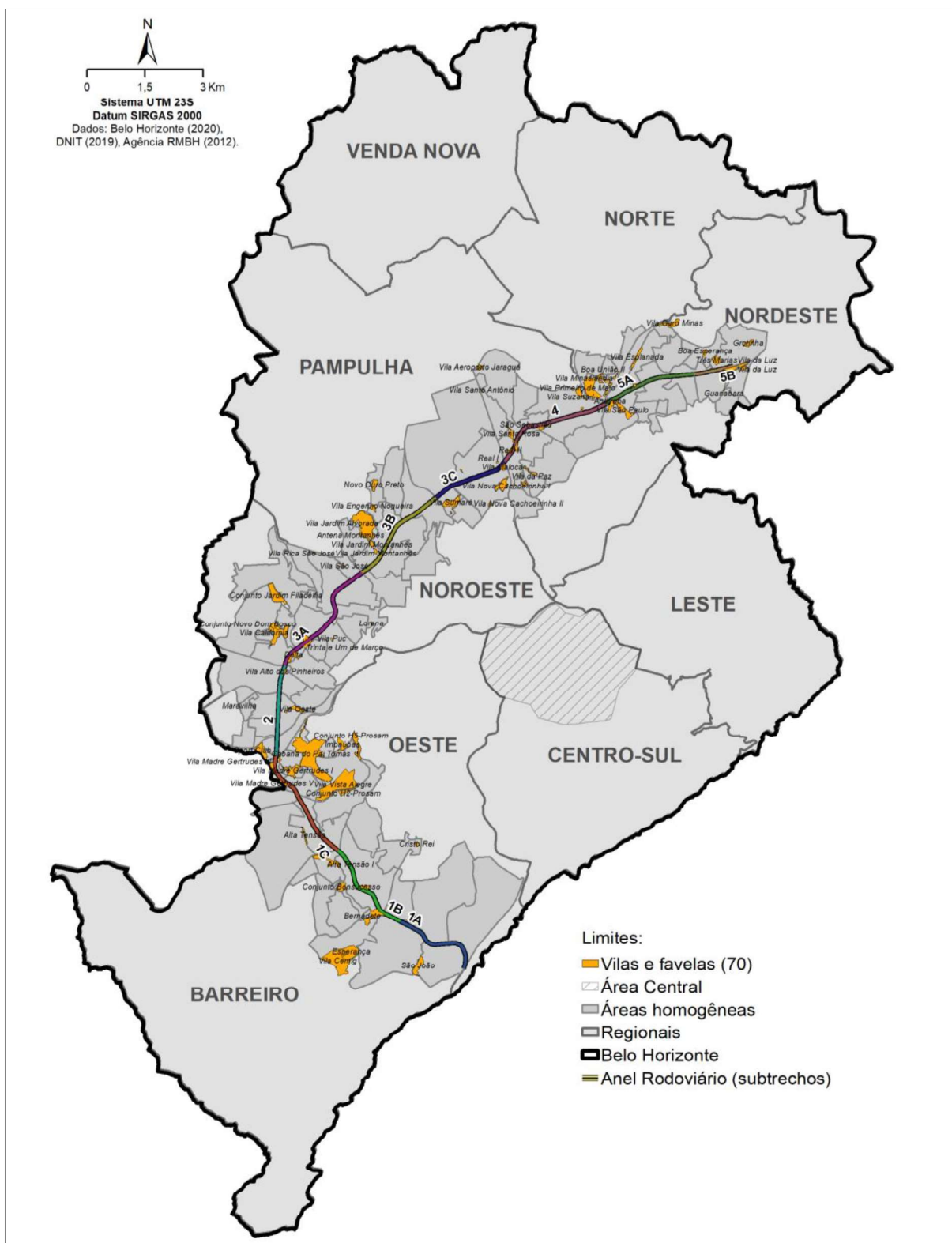


Figura 5.17: Vilas e favelas localizadas nas Áreas Homogêneas da zona de influência do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020), DNIT (2019), Agência RMBH (2012).

Para análise da mobilidade da população do entorno nos atravessamentos entre as margens do Anel Rodoviário, foram propostos três indicadores: *Razão de Mobilidade Pedonal* (RMP), *Mobilidade Pedonal na Rodovia* (MPR) e *Razão de Atravessamento Pedonal* (RAP). O primeiro indicador, *Razão de Mobilidade Pedonal* (RMP), permite verificar a participação do modo a pé no total de viagens internas à zona de influência de 600 metros da rodovia, incluindo tanto os atravessamentos quanto viagens realizadas entre AH's situadas na mesma margem da rodovia. Para isso, foram utilizadas as variáveis Va_i (Viagens a pé) e Vt_i (Viagens totais), cuja distribuição espacial foi representada nos cartogramas da Figura 5.18. A razão entre essas duas variáveis fornece o resultado do indicador RMP, por AH, representado no cartograma da Figura 5.19 e detalhado nos Apêndices A e B.

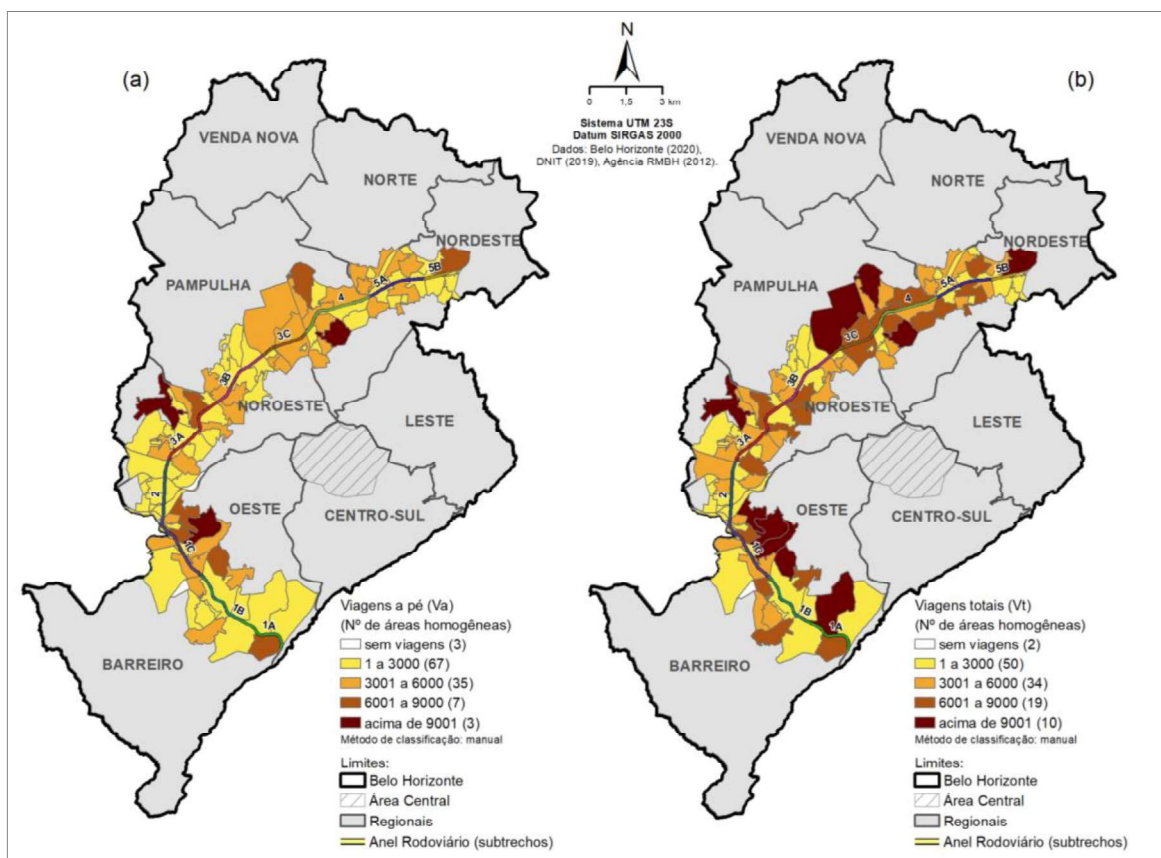


Figura 5.18: Representação das variáveis: (a) 'Viagens a pé' Va_i e (b) 'Viagens totais' Vt_i , utilizadas no cálculo do indicador Razão de Mobilidade Pedonal (RMP).

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020); DNIT (2019); Agência RMBH (2012).

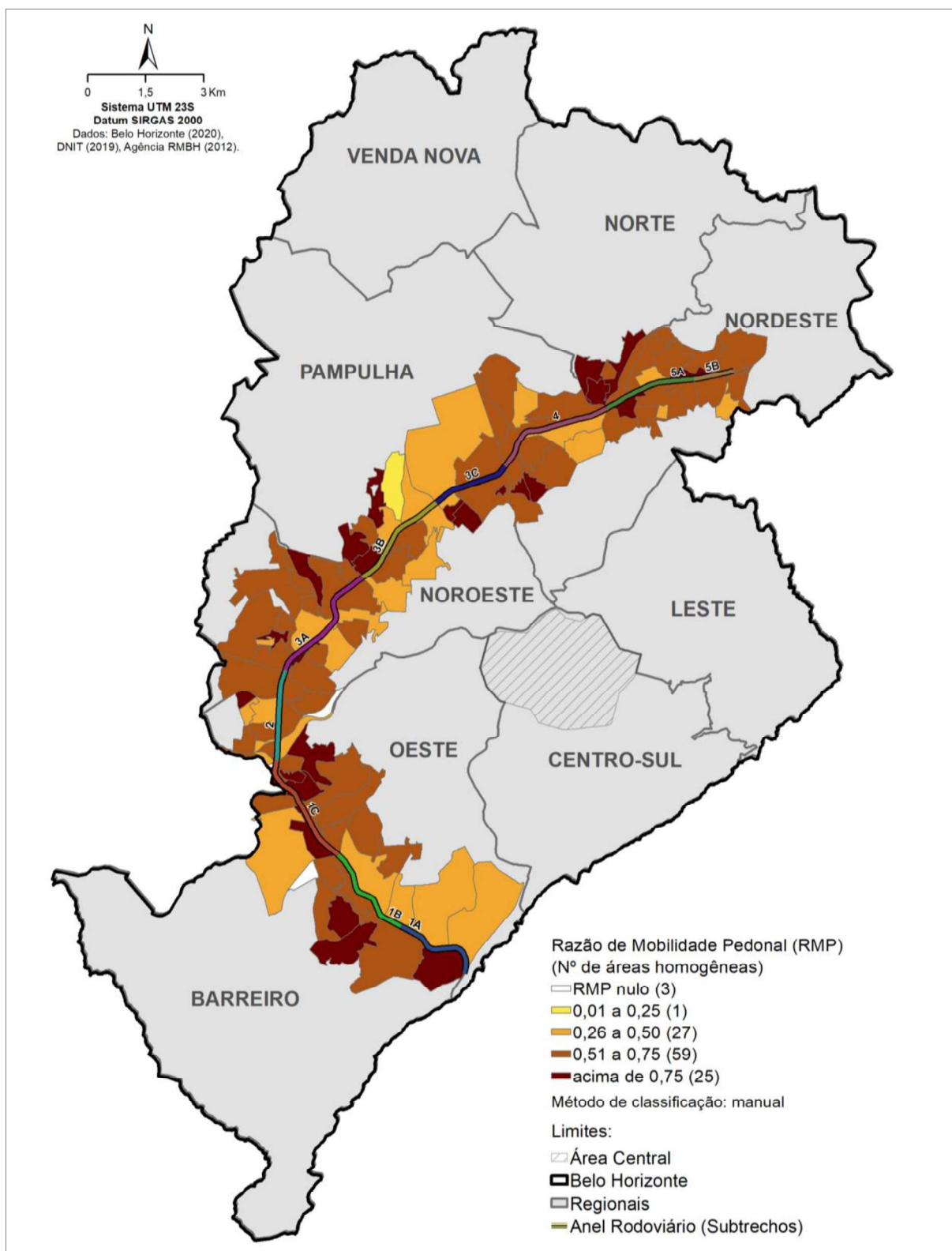


Figura 5.19: Resultados do indicador Razão de Mobilidade Pedonal (RMP) nas Áreas Homogêneas localizadas na zona de influência do Anel Rodoviário de Belo Horizonte (MG).

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020); DNIT (2019); Agência RMBH (2012).

Em geral, nota-se que não há uma distribuição espacial uniforme da mobilidade pedonal ao longo do Anel Rodoviário. Na verdade, existem porções em que as viagens a pé assumem maior relevância, como nos Subtrechos 1C, 5A e 5B. Chama atenção, contudo, que em boa parte das AH's do entorno prevalecem os deslocamentos a pé. Em 28 AH's a participação da mobilidade a pé é inferior a 0,50, ou seja, os deslocamentos a pé se não sobressaem aos realizados pelos demais modos. Ao mesmo tempo, na maioria das AH's localizadas na zona de influência do Anel Rodoviário (84) os deslocamentos a pé sobressaem os demais, visto que os valores observados para o indicador RMP são superiores a 0,51. Por sua vez, em três áreas o RMP calculado foi nulo devido a inexistência de viagens totais ou de viagens pelo modo a pé. As AH's localizadas na margem direita apresentaram RMP médio de 0,59, com destaque para a área 1111, que obteve o RMP máximo (0,89), localizada no Subtrecho 1C (Regional Oeste), abrangendo os bairros Vista Alegre/Madre Gertrudes. Observa-se que apenas nos Subtrechos 1A, 2 e 3B o RMP médio foi inferior a 0,50, o que indica que as viagens pelo modo a pé não são predominantes, em média, nas AH que os compõem. Também se destacam na margem direita, com os maiores valores de RMP, as áreas: 1369 (Subtrecho 3A - Regional Noroeste), localizada nos bairros João Pinheiro/Delta (VF)/Vila Trinta e Um de Março (VF), com RMP 0,88; 1343 (Subtrecho 3C - Regional Noroeste), no bairro Vila Sumaré (VF) com RMP 0,88; 1344 (Subtrecho 3C - Regional Noroeste), no bairro Aparecida Sétima Seção, com RMP 0,87; 1145 (Subtrecho 1C - Regional Oeste), nos bairros Madre Gertrudes/Vila Madre Gertrudes I (VF)/Vila Madre Gertrudes II (VF), com RMP 0,84. Essas áreas abrangem, ao mínimo, um bairro classificado como vila/favela pela Prefeitura de Belo Horizonte, conforme destacado pela sigla VF.

Na margem esquerda, o RMP médio e o RMP máximo foram superiores aos valores encontrados na margem direita, sendo 0,62 e 0,91, respectivamente. A área que apresentou o maior peso de viagens a pé sobre o total foi a 1215, localizada no Subtrecho 1A (Regional Barreiro) e composta pelos bairros Olhos D'Água/Pilar/Vila Olhos D'Água/Vila Pilar/São João (VF). Destacam-se, ainda, as áreas: 1112 (Subtrecho 1C - Regional Oeste), nos bairros Madre Gertrudes/Vila Madre Gertrudes III (VF)/Vila Madre Gertrudes V (VF) com RMP 0,89; 1802 (Subtrecho 5A - Regional Norte), nos bairros Primeiro de Maio/Vila Primeiro de Maio (VF)/Vila Minaslândia (VF) com RMP 0,88; 1804 (Subtrecho 5A - Regional Norte), nos bairros Minaslândia/Primeiro de Maio/Vila Primeiro de Maio (VF) com RMP 0,84; 1213 (Subtrecho 1B - Regional Barreiro), nos bairros Bonsucesso/Araguaia com RMP 0,83. Ainda, na margem

esquerda, apenas nas AH's localizadas no Subtrecho 3C encontrou-se um resultado de RMP médio inferior a 0,50, indicando a não predominância dos deslocamentos pelo modo a pé.

O segundo indicador é o *Mobilidade Pedonal na Rodovia* (MPR) que busca mensurar a relevância dos atravessamentos de pedestres entre as margens do Anel Rodoviário sobre as viagens pelo modo a pé, para cada AH da zona de influência da rodovia. Para o seu cálculo foram utilizadas as variáveis Va_i (Viagens a pé), previamente apresentada para o indicador RMP, e Vp_i (Viagens de atravessamento a pé), cuja distribuição espacial foi representada no cartograma (a) da Figura 5.21. A razão entre essas duas variáveis fornece o resultado do indicador MPR. Os resultados estão apresentados no cartograma da Figura 5.20 e nos Apêndices C e D.

Observando os resultados, nota-se que, em geral, os atravessamentos não sobressaem os deslocamentos a pé na maioria das AH's. Em apenas cinco delas os atravessamentos a pé representam mais de 50% das viagens pelo modo a pé. Dessas, três estão localizadas na margem direita, a saber: 1394, localizada na Regional Noroeste (Subtrecho 3C), bairro Sumaré, com valor de MPR igual a 1,00, ou seja, todas as viagens a pé registradas nessa área são de atravessamento para a margem oposta do Anel Rodoviário; 1661, bairros Vila da Luz (VF)/Goiânia (Regional Nordeste - Subtrecho 5B), MPR 0,80; 1150, no bairro Olhos d'Água (Regional Oeste - Subtrecho 1A), MPR 0,56. Na margem oposta, à esquerda, os atravessamentos de pedestres se destacam em duas áreas localizadas na Regional Oeste, sendo estas: 1112, compreendida pelos bairros Madre Gertrudes/Vila Madre Gertrudes III (VF)/Vila Madre Gertrudes V (VF) (Subtrecho 1C), com MPR 0,66; 1155, nos bairros Sport Club (VF)/Camargos (Subtrecho 2), com MPR 0,57.

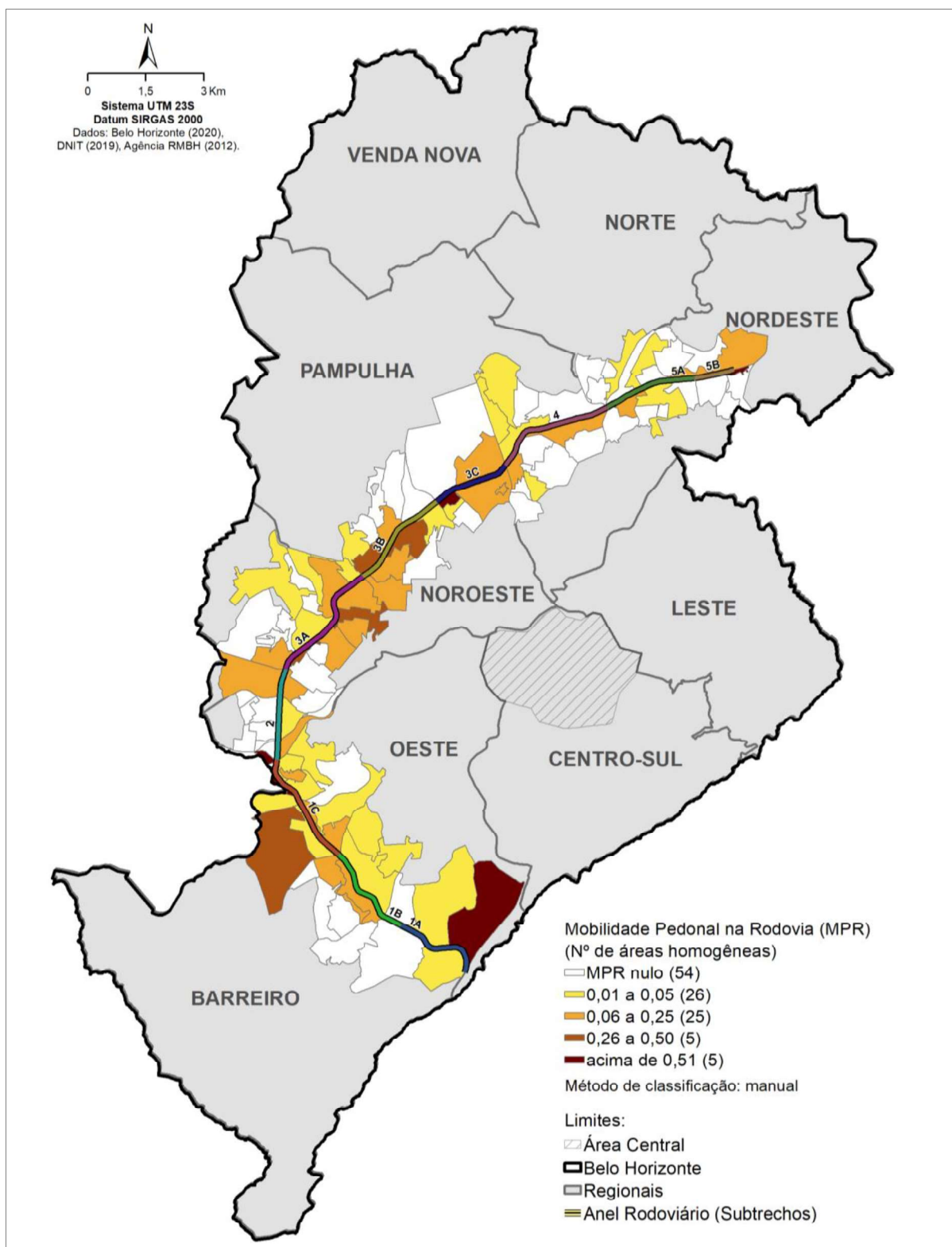


Figura 5.20: Resultado do indicador Mobilidade Pedonal na Rodovia (MPR) nas Áreas Homogêneas localizadas na zona de influência do Anel Rodoviário de Belo Horizonte (MG).

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020); DNIT (2019); Agência RMBH (2012).

O último indicador proposto para análise da mobilidade é o indicador *Razão de Atravessamento Pedonal* (RAP), que tem por objetivo verificar a prevalência dos deslocamentos a pé em relação aos modos motorizados (individuais e coletivos). Para isso, foram utilizadas as variáveis Vp_i (Viagens de atravessamento a pé) e Vm_i (Viagens de atravessamento motorizado), representadas nos cartogramas da Figura 5.21. A razão entre essas duas variáveis fornece o resultado do indicador RAP, por Área Homogênea, representado no cartograma da Figura 5.22 e nos Apêndices E e F.

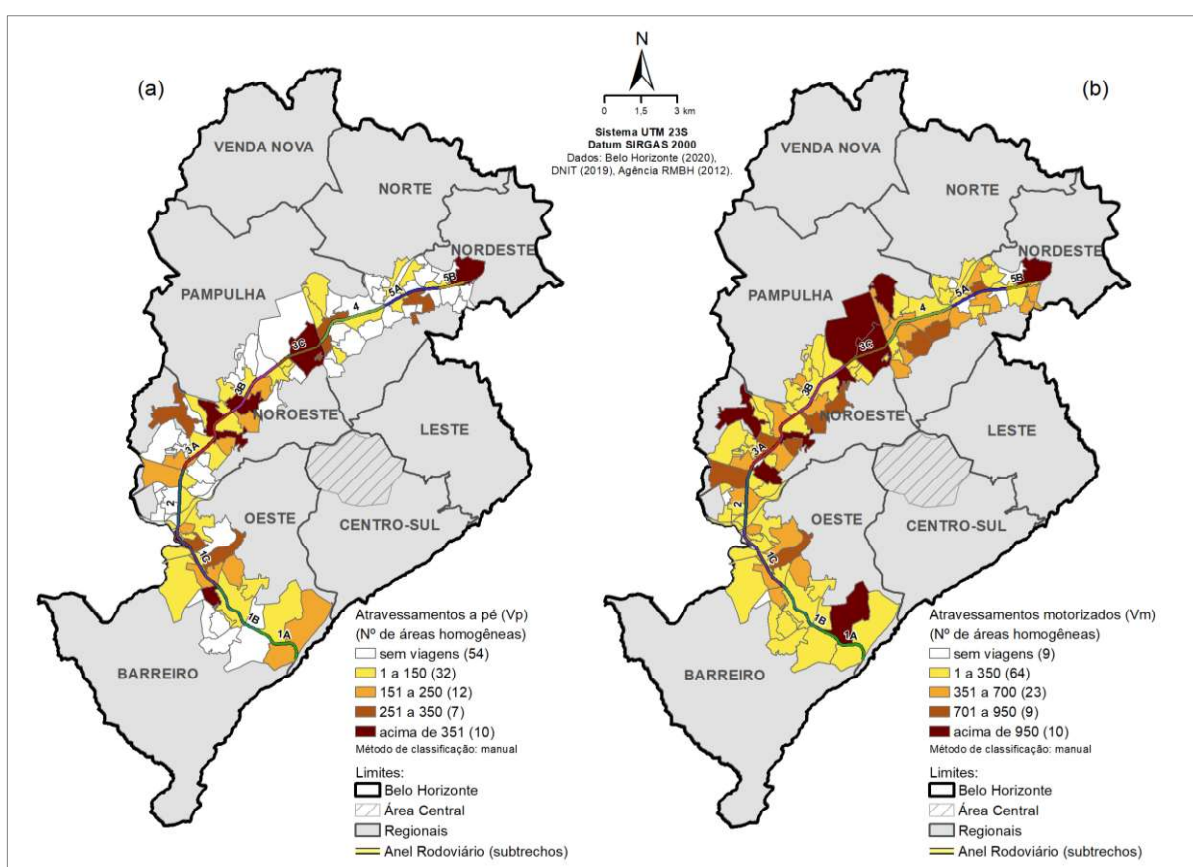


Figura 5.21: Representação das variáveis: (a) 'Atravessamentos a pé' Vp_i e (b) 'Atravessamentos motorizados' Vm_i , utilizadas no cálculo do indicador Razão de Atravessamento Pedonal (RAP).
 Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020); DNIT (2019); Agência RMBH (2012).

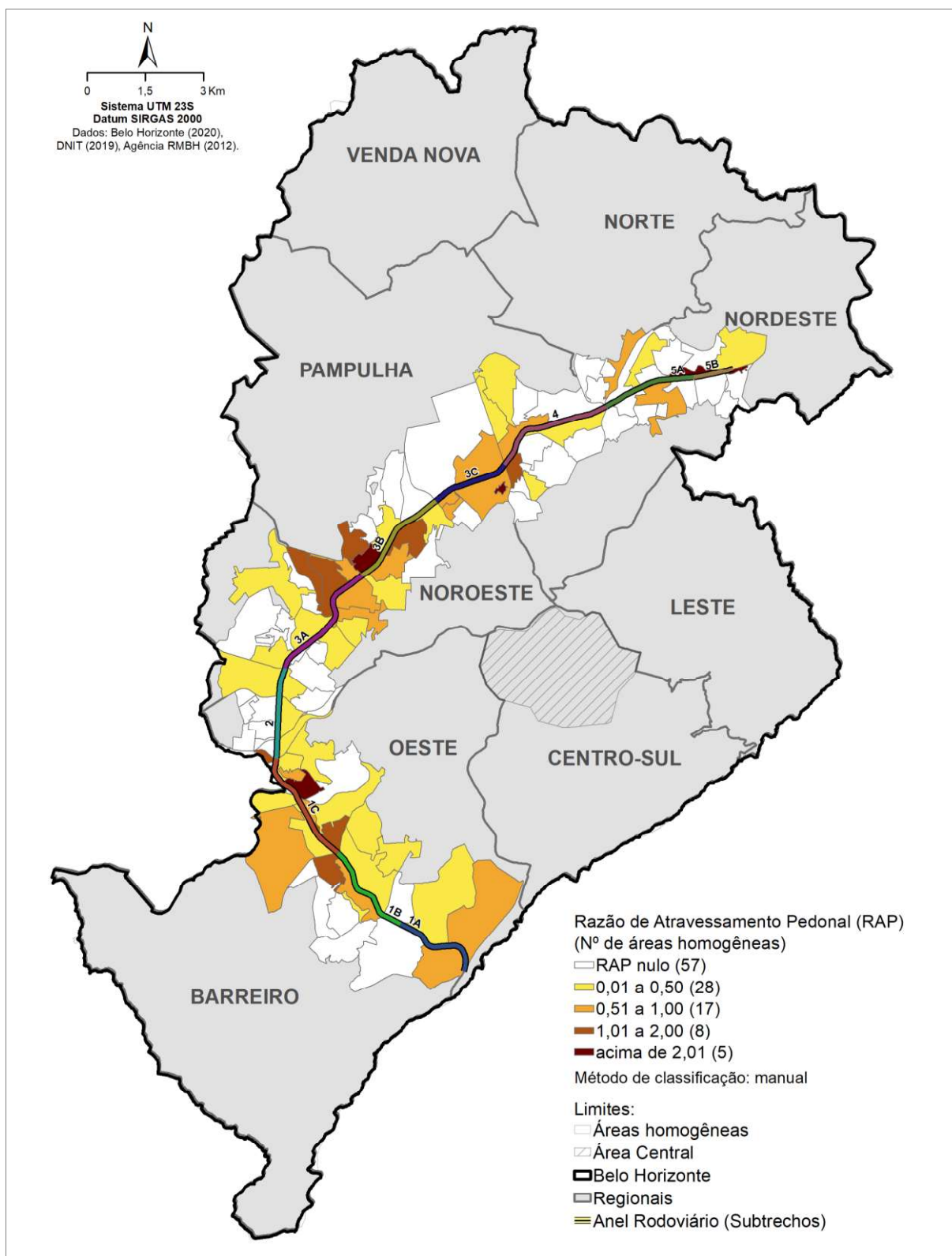


Figura 5.22: Resultado do indicador Razão de Atravessamento Pedonal (RAP) nas Áreas Homogêneas localizadas na zona de influência do Anel Rodoviário de Belo Horizonte (MG).
Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020); DNIT (2019); Agência RMBH (2012).

A análise do cartograma da Figura 5.22 permite identificar que em 13 AH's os atravessamentos entre as margens do Anel Rodoviário pelo modo a pé superam os atravessamentos motorizados coletivos e individuais, destacadas pelas duas últimas classes. Ainda, em 57 áreas o resultado de RAP foi nulo, visto que não foram identificados atravessamentos a pé e/ou motorizados. Já na maioria das áreas onde houve registros de viagens (45), há uma predominância pelo deslocamento motorizado entre as margens da rodovia. Dentre as áreas em que os valores identificados para o indicador RAP foram superiores a 1,01 (prevalência dos atravessamentos a pé), na margem direita pode-se citar a AH 1395 como a área de maior peso da mobilidade a pé nos atravessamentos no Anel Rodoviário. Essa AH está localizada no Subtrecho 3C e refere-se ao bairro Vila Nova Cachoeirinha (VF), na Regional Noroeste, obtendo Razão de Atravessamento a Pé igual a 5,21, ou seja, os atravessamentos a pé superam em mais de cinco vezes os atravessamentos motorizados para viagens com origem nesse local. Também se destacam como áreas de predominância de atravessamentos a pé: 1111, localizada no Subtrecho 1C (Regional Oeste), abrangendo os bairros Vista Alegre/Madre Gertrudes, com RAP 2,58; 1661, no bairro Vila da Luz (VF)/Goiânia (Regional Nordeste - Subtrecho 5B), com RAP 2,04; 1316, no bairro Alto Caiçaras (Regional Noroeste - Subtrecho 3B), com RAP 1,56; 1615, nos bairros Cachoeirinha/Vila Inestan (VF) (Regional Nordeste - Subtrecho 4), com RAP 1,51; 1138, no bairro Betânia (Regional Oeste - Subtrecho 1C), com RAP 1,17.

Na margem esquerda foram identificadas sete áreas com predominância dos atravessamentos a pé sobre os motorizados, sendo duas localizadas no Subtrecho 3B - Regional Pampulha (1315, bairros Jardim Alvorada/Vila Jardim Montanhês (VF) RAP 4,84; 1388, bairros Jardim Alvorada/Vila Jardim Alvorada (VF) RAP 1,03), duas no Subtrecho 3A - Regional Pampulha (1305, bairro Alípio de Melo RAP 1,03; 1303, bairros Jardim São José/Inconfidência/Dom Bosco RAP 1,01), uma no Subtrecho 5B - Regional Nordeste (1664, bairro Dom Silvério RAP 2,13), uma no Subtrecho 1B - Regional Barreiro (1246, bairros Novo das Indústrias/Alta Tensão (VF) RAP 1,07) e, finalmente, uma no Subtrecho 2 - Regional Oeste (1155, bairros Sport Club (VF)/Camargos RAP 1,01).

No âmbito da acessibilidade, buscou-se analisar os elementos físicos que auxiliam ou não os atravessamentos, tornando, assim, o acesso à margem oposta do Anel Rodoviário mais ou menos atrativo para os pedestres. Para isso, foi aplicado o *Indicador de Acesso à Passarela* (IAP) que permitiu verificar a relação entre a quantidade de passarelas que efetivamente atende

determinada AH (p_i) e a distância mínima de acesso à passarela mais próxima (D_i). A razão entre essas duas variáveis fornece o resultado do indicador IAP, por AH, representado no cartograma da Figura 5.20 e nos Apêndices G e H.

Em linhas gerais, as áreas situadas mais próximas ao bordo da rodovia estão classificadas com os valores mais elevados do IAP, ou seja, possuem melhores condições de acesso às passarelas, tanto pelo quesito quantidade quanto pela distância mínima para alcançá-las. Visivelmente, as áreas mais bem atendidas, seguindo os parâmetros estabelecidos, estão localizadas entre os Subtrechos 1C e 5B, com destaque para os Subtrechos 1C, 3C e 4.

Cerca de 22% das AH's localizadas na zona de influência do Anel Rodoviário (25) estão no nível mais baixo acessibilidade que pode ser considerada baixa entre as margens da rodovia, com valores de IAP inferiores a 1,50, conforme destacado pela cor amarelo claro no cartograma. Nesses casos, o valor baixo do IAP ocorre devido ao fato de se ter apenas uma passarela disponível para os pedestres a uma distância superior a 600 metros do centroide da AH. Dentre essas, destacam-se as AH's 1388 (Subtrecho 3B - Regional Pampulha) e 1215 (Subtrecho 1A - Regional Barreiro), ambas localizadas na margem esquerda, por possuírem grande relevância dos atravessamentos a pé sobre os motorizados, dado pelo indicador de mobilidade RAP. No total, 2.635 atravessamentos entre as margens do Anel Rodoviário (em ambos os sentidos) são comprometidos pelo baixo acesso entre essas 25 AH's e as passarelas, o que equivale a 19% dos deslocamentos diários.

Observa-se, também, que a distância mínima média de acesso às passarelas é de 720 metros para as AH's localizadas na margem direita e 770 metros para as localizadas na margem esquerda. Por se tratar de uma distância média euclidiana, ou seja, em linha reta, essa estimativa desconsidera as rotas de acesso do sistema viário, bem como as rampas e escadas para acesso à essas infraestruturas. Logo, constata-se que as condições de atravessamentos dos pedestres, na prática, pode (e deve) ser mais crítica do que apresentado pelos indicadores.

Por sua vez, valores de IAP acima de 3,51 indicam a disponibilidade de duas passarelas ou mais a uma distância inferior a 600 metros do centroide da AH, exceto na área 1614, localizada no Subtrecho 4 entre os bairros Maria Virgínia/Palmares/São Sebastião (VF) (Regional Nordeste), em que, apesar da disponibilidade de apenas uma passarela, a mesma encontra-se a cerca de 210 metros para o acesso. Nesse quesito, foram identificadas 33 AH's, destacando-se positivamente seis áreas em que foram observadas, concomitantemente ao bom acesso à passarela, a prevalência dos deslocamentos a pé em relação aos modos motorizados

(individuais e coletivos) nos atravessamentos entre as margens do Anel Rodoviário. Na margem direita têm-se: 1615, nos bairros Cachoeirinha/Vila Inestan (VF) (Regional Nordeste - Subtrecho 4), com RAP 1,51 e IAP 14,18; 1111, localizada no Subtrecho 1C (Regional Oeste), abrangendo os bairros Vista Alegre/Madre Gertrudes, com RAP 2,58 e IAP 6,61; 1395, localizada no bairro Vila Nova Cachoeirinha (VF) (Regional Noroeste - Subtrecho 3C), com RAP 5,21 e IAP 6,49; 1316, no bairro Alto Caiçaras (Regional Noroeste - Subtrecho 3B), com RAP 1,56 e IAP 5,05. Na margem esquerda têm-se: 1155, nos bairros Sport Club (VF)/Camargos (Subtrecho 2), com RAP 1,01 e IAP 7,87; 1664, no bairro Dom Silvério (Subtrecho 5B - Regional Nordeste), com RAP 2,13 e IAP 4,20. Nota-se, ainda, a ausência de atravessamentos pelo modo a pé em 11 AH's (33,3%) consideradas de alta acessibilidade.

Alerta-se, também, para a quantidade significativa de áreas consideradas sem acessibilidade (28), devido, principalmente, à indisponibilidade de passarelas em uma distância inferior de 1000 metros do centroide da AH. Essas áreas com o IAP nulo indicam que os potenciais atravessamentos podem ser afetados pela falta de infraestrutura adequada à uma distância acessível. Ao todo, nessas áreas são estimados 2.010 atravessamentos diários, em ambos os sentidos de deslocamento, o que equivale a 14,2% dos atravessamentos a pé na rodovia. Destacam-se as situações mais críticas aquelas em que são registradas os maiores quantitativos, bem como as maiores relevâncias de atravessamentos a pé sobre os motorizados, sendo estas áreas: 1150 - Olhos D'Água (Regional Oeste), Subtrecho 1A; 1133 - Palmeiras (Regional Oeste), Subtrecho 1B; 1305 - Inconfidência (Regional Pampulha), Subtrecho 3A; 1209 - Bairro das Indústrias I (Regional Barreiro), Subtrecho 1C.

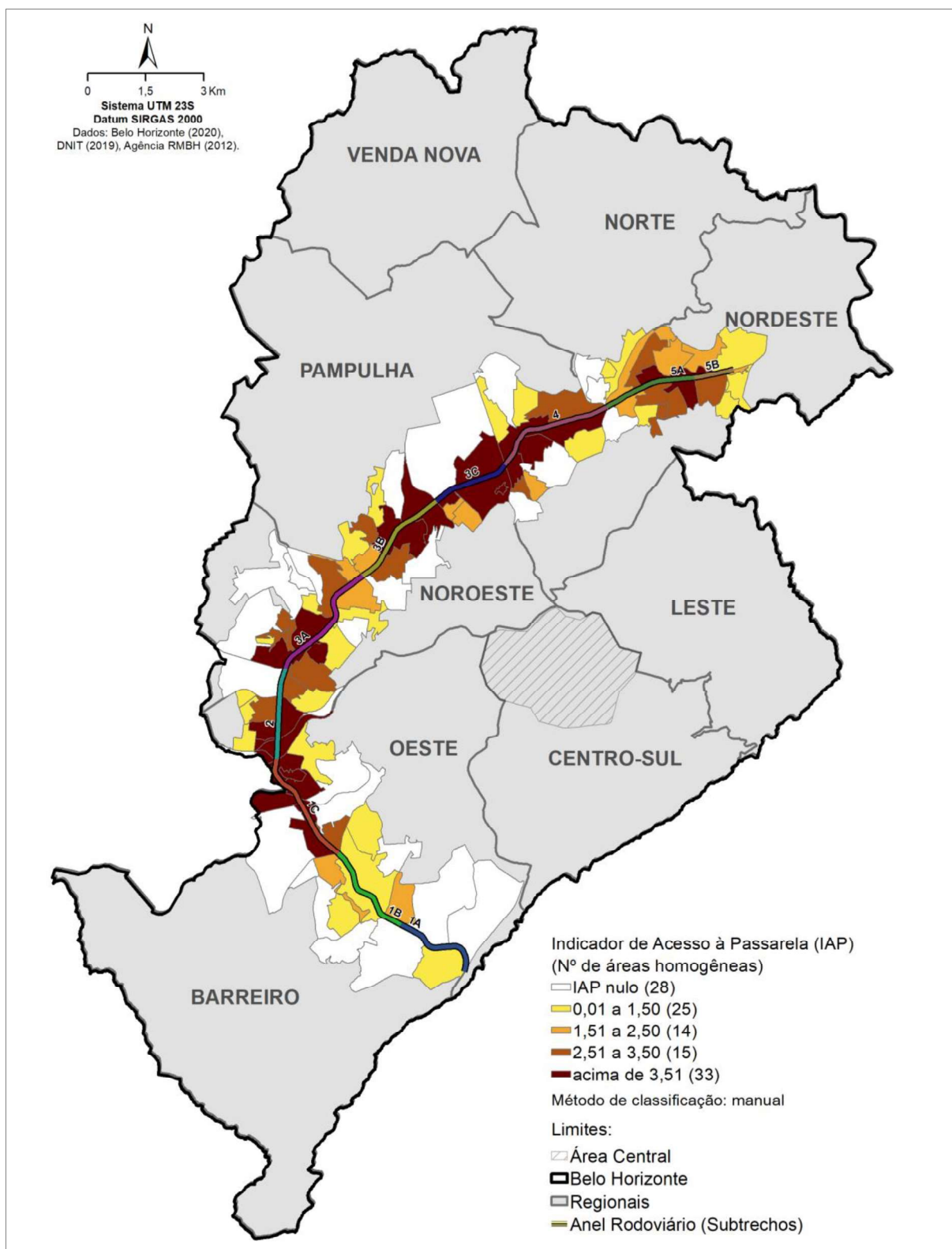


Figura 5.23: Resultado do Indicador de Acesso à Passarela (IAP) nas Áreas Homogêneas localizadas na zona de influência do Anel Rodoviário de Belo Horizonte (MG).

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2020); DNIT (2019); Agência RMBH (2012).

De posse dos resultados obtidos para os indicadores de mobilidade e acessibilidade no Anel Rodoviário, realizou-se uma avaliação a partir do cruzamento entre o *Indicador de Acesso à Passarela* (IAP) e *Mobilidade Pedonal na Rodovia* (MPR). Foi criado um agrupamento correlacionando as AH's identificadas com maiores níveis de mobilidade ($MPR \geq 0,26$) e menores níveis de acessibilidade ($IAP \leq 2,50$), ou seja, indicando os locais em que a infraestrutura de acesso (passarelas) não atende adequadamente à demanda de viagens de atravessamento entre as margens da rodovia. Com isso, foram identificadas cinco AH's, que estão identificadas e destacadas na Figura 5.24. Esse cenário pode ser relacionado à ocorrência do efeito barreira para a mobilidade dos pedestres na área de estudo, evidenciando os impactos da falta de acesso adequado para aqueles que querem (ou necessitam) atravessar o Anel Rodoviário.

Duas dessas cinco AH's já se destacaram previamente na análise da acessibilidade por resultarem em valores nulos de IAP devido a inexistência de passarelas a uma distância inferior a 1000 metros, sendo: 1150, no bairro Olhos D'Água (Regional Oeste) - Subtrecho 1A; 1209, no Bairro das Indústrias I (Regional Barreiro), Subtrecho 1C. Nestas AH's originam, ao todo, 319 atravessamentos por dia e possuem MPR de 0,56 e 0,30, respectivamente. Estima-se para as demais AH's identificadas no contexto de baixa acessibilidade e alta mobilidade 2.495 atravessamentos totais, o que corresponde a 18% das viagens a pé diárias entre as margens do Anel Rodoviário, sendo estas: 1301, 1661 e 1315. A AH 1301 abrange os bairros Padre Eustáquio/Minas Brasil/Lorena (VF), na Regional Noroeste (Subtrecho 3A) e é atendida por uma passarela a uma distância de 890 metros. Na AH 1661, nos bairros Vila da Luz (VF)/Goiânia (Regional Nordeste - Subtrecho 5B), a passarela mais próxima está localizada a 610 metros, enquanto que na AH 1315, localizada na Regional Pampulha com abrangência dos bairros Jardim Alvorada/Vila Jardim Montanhês (VF) (Subtrecho 3B), a passarela mais próxima está localizada a 520 metros. A identificação dessas áreas com maior mobilidade (demanda por atravessamentos) e baixa acessibilidade (por passarelas) indicam locais prioritários para o poder público agir no intuito de induzir a mobilidade e/ou facilitar a acessibilidade, bem como trazer luz às áreas potenciais para a criação de novas passarelas, principalmente próximo às AH's onde o atendimento não foi identificado (IAP nulo).

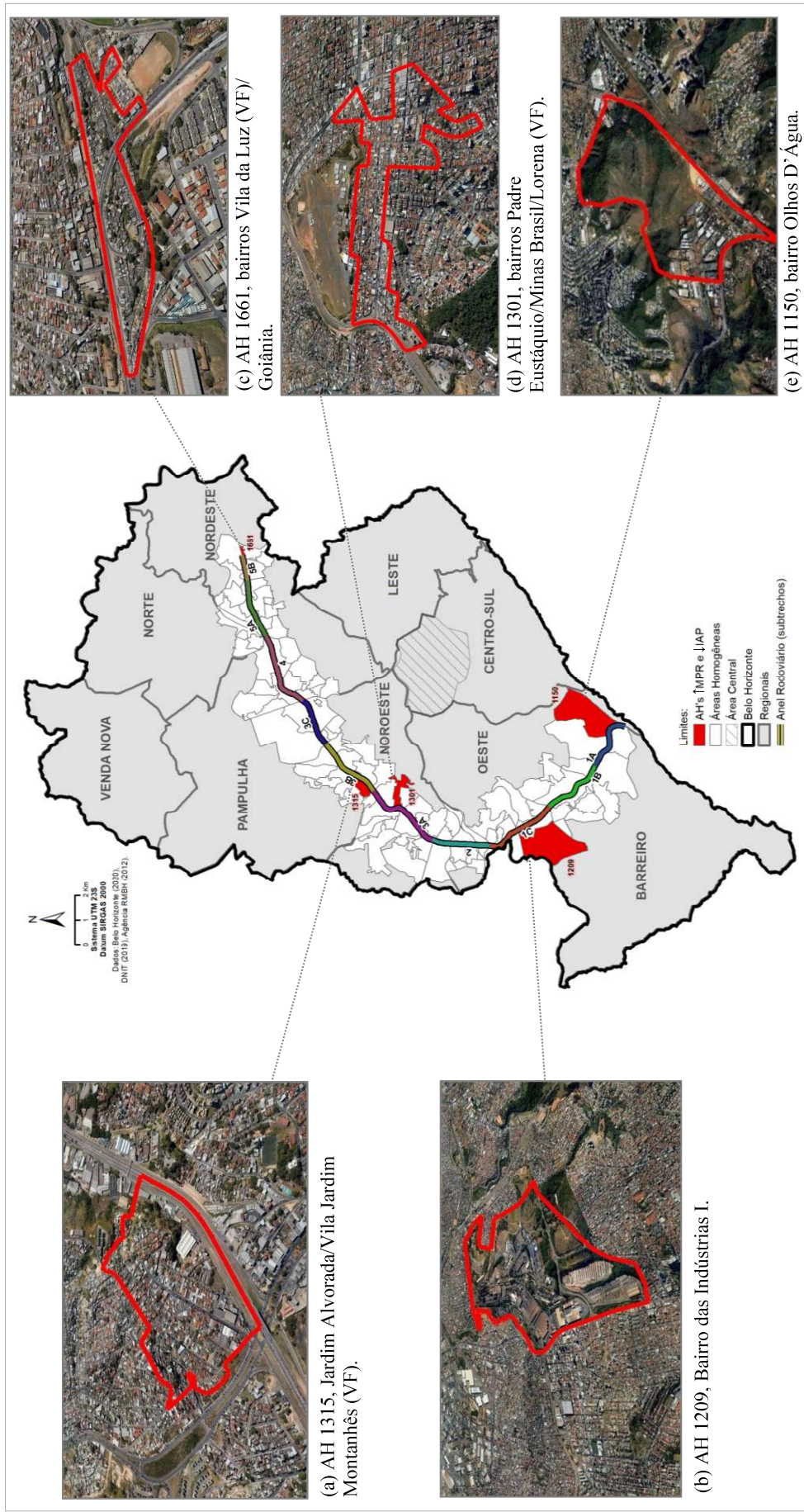


Figura 5.24: Análise conjunta dos indicadores de mobilidade (MIPR) e acessibilidade (JIAP) no Anel Rodoviário de Belo Horizonte, com detalhamento por imagem de satélite das AH's destacadas, 2019.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Agência RMBH (2012), Belo Horizonte (2020); DNIT (2019); Google Earth (2020).

Para estimar o risco potencial de travessia dos pedestres entre as margens do Anel Rodoviário e, com isso, buscar mensurar os impactos do efeito barreira e evidenciar os conflitos entre veículos e pedestres na rodovia, foram propostos os indicadores *Risco Potencial* (RP), *Risco da Travessia* (RT) e *Índice de Risco da Travessia* (IRT).

O primeiro indicador, *Risco Potencial* (RP), relaciona variáveis de infraestrutura viária que potencializam ou atenuam o risco para o atravessamento dos pedestres. Nesse sentido, considera-se que o risco do subtrecho será maior quanto maior for o volume médio de veículos que circulam no local. Essas informações estão disponíveis na Tabela 5.2 e foram extraídas de DNIT (2019), que fornece o quantitativo de veículos que trafegam na pista situada à esquerda (VMDa_E), sentido Regional Nordeste, e à direita (VMDa_D), sentido Regionais Barreiro/Oeste. A soma desses dois volumes resulta no volume médio diário anual total em ambos os sentidos do subtrecho (VMDa_T), quantitativo considerado no cálculo do indicador RP.

Tabela 5.2: Estimativa de volume médio diário anual (VMDa) de veículos por trecho no Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, 2019.

Subtrecho	Extensão (km)	VMDa_E (veículos/dia)	VMDa_D (veículos/dia)	Nível de serviço - E	Nível de serviço - D
1A	2,5	11572	11580	B	B
1B	2,6	11572	11580	B	B
1C	3,1	11572	11580	B	B
2	2,6	53047	61495	F	F
3A	3,3	35703	39696	D	E
3B	2,8	35703	39696	D	E
3C	2,1	35703	39696	D	E
4	3,2	12753	12864	B	B
5A	2,8	11357	11795	B	B
5B	1,2	11357	11795	B	B

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: DNIT (2019).

Além das estimativas de volume médio diário, o DNIT (2019) também fornece o nível de serviço nos trechos da via. Observa-se que o Subtrecho 2, localizado entre a Av. Amazonas/BR-381/BR-262 e a Av. Vereador Cícero Ildefonso/BR-040, possui, além do maior

fluxo diário de veículos (114.542 veículos/dia), a pior classificação de nível de serviço (F), que se refere à saturação da capacidade viária e fluxo forçado, com a ocorrência frequente de congestionamentos. Os Subtrechos 3A, 3B e 3C também encontram-se em situação de alerta, com níveis de serviço variando entre as classificações D e E e um fluxo diário médio de 75.399 veículos. Já nos demais subtrechos, a classificação do nível de serviço (B) refere-se às condições de estabilidade no tráfego. Em contrapartida, considera-se que a presença de passarelas podem atenuar o risco para os pedestres que desejam realizar o atravessamento entre as margens do Anel Rodoviário. A combinação dessas duas variáveis (volume de tráfego e passarelas), ponderadas pela extensão do subtrecho, resulta no indicador Risco da Via (Tabela 5.3).

Complementarmente à análise combinada entre os indicadores de acessibilidade e mobilidade IAP e MPR, realizou-se uma análise conjunta desses com o *Risco Potencial* (RP), por este indicador evidenciar os riscos da via a partir do fluxo de veículos e da oferta de passarelas. Os resultados estão apresentados no cartograma da Figura 5.25. Dessa forma, para as cinco AH's que resultaram, concomitantemente, em baixa acessibilidade e alta mobilidade, apenas uma encontra-se em um subtrecho classificado com Risco Potencial menor, sendo essa a AH 1209 localizada no Subtrecho 1C. Já as AH's 1150, 1301 e 1315 estão localizadas nos Subtrechos 1A, 3A e 3B, respectivamente, classificados com Risco Potencial médio.

Destaca-se, ainda, a AH 1661 que além de apresentar a pior combinação entre baixa acessibilidade e alta mobilidade, também está localizada na borda do Subtrecho 5B, classificado com maior RP. Nesse local encontra-se a ocupação Vila da Luz, situada na margem direita da rodovia (Figura 5.26). Não raro, a Vila da Luz é palco de debates sobre as condições de segurança viária pela própria localização junto ao bordo do Anel Rodoviário, evidenciados pela mídia devido, principalmente, à frequente ocorrência de sinistros de trânsito no local.

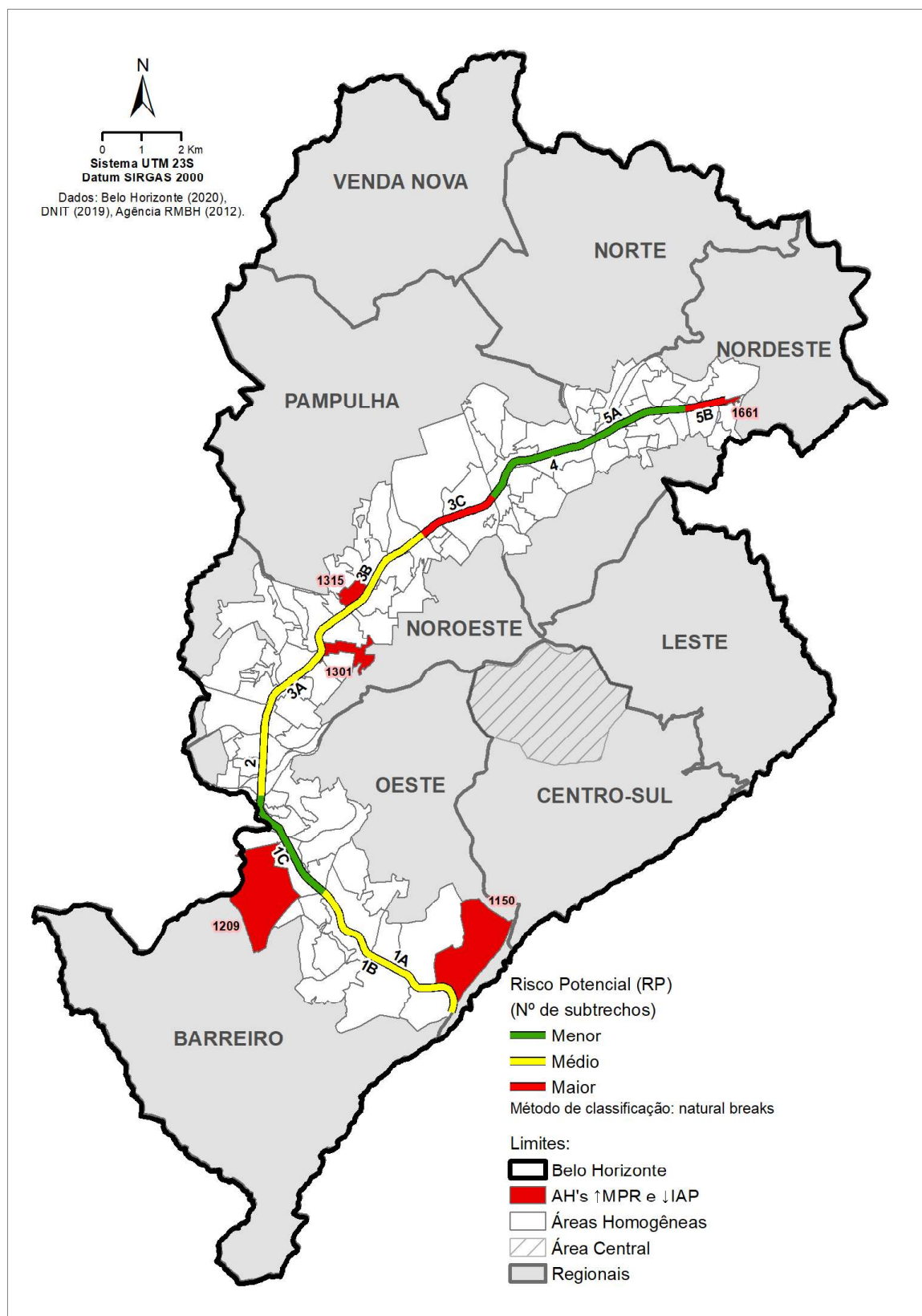


Figura 5.25: Análise conjunta dos indicadores de mobilidade (MPR), acessibilidade (IAP) e risco (RP) no Anel Rodoviário de Belo Horizonte.

Fonte: Elaboração própria.



Figura 5.26: Ocupação Vila da Luz, localizada na margem do Anel Rodoviário de Belo Horizonte.

Fonte: Google Earth (2021).

Para auferir o *Risco da Travessia* (RT), considerou-se, além do Risco Potencial, a quantidade de viagens de atravessamento de pedestres na barreira, ponderada pela extensão do subtrecho. A partir dessas informações, os escores obtidos para o indicador RT foram padronizados, obtendo-se, assim, o *Índice de Risco da Travessia* (IRT), conforme apresentado na Tabela 5.3 e no cartograma da Figura 5.27.

Tabela 5.3: Estimativas do volume total de veículos, atravessamentos e dos riscos da Via (RV) e da Travessia (RT), por subtrecho, no Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo.

Subtrecho	Extensão (km)	VMDa_T (veic/dia)	p	Vp (viagens/dia)	Risco Potencial (RP)	Risco da Travessia (RT)	Índice de Risco da Travessia (IRT)
1A	2,5	23152	2	481	2315,2	445485,7	0,07
1B	2,6	23152	2	1516	2226,2	1298170,1	0,26
1C	3,1	23152	5	1935	298,7	186456,1	0,01
2	2,6	114542	4	133	2753,4	141044,8	0,00
3A	3,3	75399	3	3384	2538,7	2603469,8	0,56
3B	2,8	75399	3	2126	2992,0	2272225,6	0,49
3C	2,1	75399	3	1643	3989,4	3121297,1	0,68
4	3,2	25617	4	1026	500,3	160359,4	0,00
5A	2,8	23152	3	751	918,7	246412,3	0,02
5B	1,2	23152	2	1127	4823,3	4527918,4	1,00

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: DNIT (2019).

Analisando os resultados, observa-se que os Subtrechos 1A, 1B, 1C, 2, 4 e 5A foram classificados com menor risco para a travessia dos pedestres. Destaca-se o Subtrecho 2 que, mesmo apresentando o maior fluxo diário de veículos, possui a menor extensão, a menor quantidade de atravessamentos, dada a menor densidade populacional do entorno, e é atendido por quatro passarelas, fatores que fizeram com que o subtrecho registrasse o menor Risco da Travessia considerando os critérios estabelecidos para esse fim.

Os Subtrechos 3A, 3B e 3C, localizados entre a Av. Vereador Cícero Ildefonso/BR-040 e a Av. Presidente Antônio Carlos entre as regionais Noroeste e Pampulha, foram classificados com risco médio. Nesses subtrechos encontram-se sete das treze AH's que se destacaram no indicador de mobilidade RAP, visto que os atravessamentos a pé entre as margens do Anel Rodoviário sobressaíram os atravessamentos motorizados (1303, 1305, 1315, 1316, 1388, 1394 e 1395). Esse cenário reforça a importância de se fornecer condições mais seguras para o atravessamento dos pedestres que, apenas nessas AH's citadas, realizam 2436 viagens/dia.

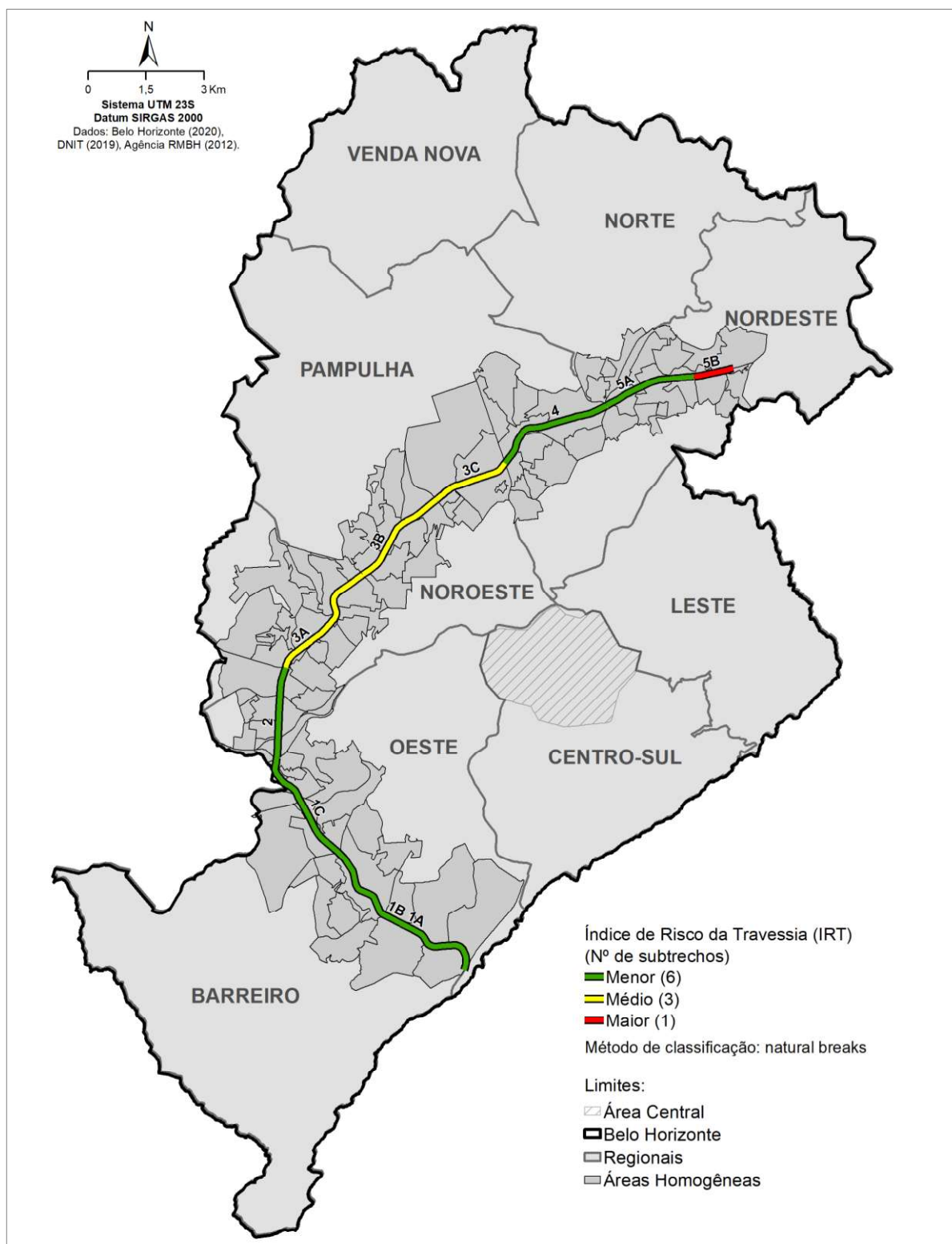


Figura 5.27: Índice de Risco da Travessia (IRT) e classificação por subtrecho do Anel Rodoviário de Belo Horizonte (MG).

Fonte: Elaboração própria.

Assim como identificado na análise do Risco Potencial, o Subtrecho 5B, localizado entre as rodovias MG-05 e BR-262/BR-381, na Regional Nordeste, foi novamente classificado como o de maior risco para a travessia dos pedestres. Nesse local encontram-se duas das treze AH's em que há prevalência dos atravessamentos a pé sobre os motorizados (1661 e 1664), totalizando 655 viagens/dia (58,1%) dos deslocamentos que se originam em áreas situadas no subtrecho.

As abordagens encontradas na literatura para avaliação do efeito barreira sobre os pedestres são diversas, porém, essa relação usualmente ocorre pela quantificação dos sinistros de trânsito (WOLFF; GILLHAM, 1991; MINDELL; KARLSEN, 2012). Nesse sentido, foi realizado o levantamento de ocorrências de atropelamentos com e sem vítimas fatais no Anel Rodoviário para o período de 2016 a 2020. De posse desses dados, que estão apresentados na Tabela 5.4, foi possível estabelecer relações entre o Índice de Risco da Travessia e a média de atropelamentos por quilômetro, por subtrecho, apresentado no gráfico da Figura 5.28.

Tabela 5.4: Histórico de atropelamentos com e sem vítimas fatais por subtrecho do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, 2016-2020.

Subtrecho	Atropelamentos (com e sem vítimas fatais)					Total por Subtrecho
	2016	2017	2018	2019	2020	
1A	2	3	0	0	1	6
1B	2	0	2	2	4	10
1C	4	4	2	7	3	20
2	8	10	2	4	5	29
3A	5	8	9	13	6	41
3B	6	6	2	4	11	29
3C	14	8	9	11	10	52
4	9	5	11	5	5	35
5A	13	20	9	11	8	61
5B	16	7	15	10	13	61
Total	79	71	61	67	66	344

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: BHTRANS (2016-2020).

O subtrecho classificado com maior risco (5B) também é o que registrou entre os anos de 2016 a 2020 a maior média de atropelamentos (com e sem vítimas fatais) por quilômetro. No total, foram 61 atropelamentos nesse período, resultando em uma média de 10,2

atropelamentos/km. Nos trechos de risco médio, 3A, 3B e 3C, as médias de atropelamentos também foram expressivas no período, sendo registrados 2,5, 2,1 e 5,0 atropelamentos/km, respectivamente.

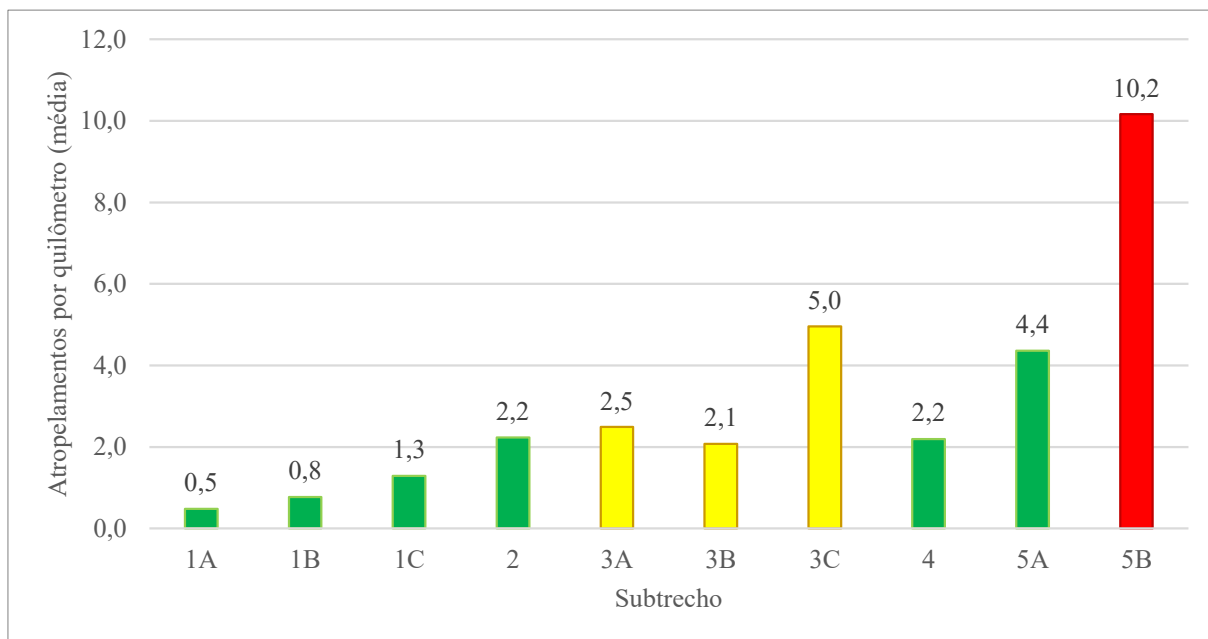


Figura 5.28: Média de atropelamentos por quilômetro, 2016-2020, com destaque, em cores, para a classificação dada pelo Índice de Risco da Travessia (menor: verde; médio: amarelo; maior: vermelho), por subtrecho do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo.

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: BHTRANS (2016-2020).

Esses trechos possuem em comum a jurisdição da rodovia, que fica a cargo do DNIT, e características físicas de segregação de pistas. Conforme apresentado na Figura 5.29, em toda a extensão do Anel Rodoviário, a segregação física contínua entre as duas pistas de tráfego ocorre com defensas de concreto do tipo *New Jersey*. Apesar de disciplinar o tráfego de veículos e evitar a ocorrência de acidentes de maior gravidade, como colisões frontais, as defensas de concreto não impedem o atravessamento de pedestres entre as margens da rodovia, conforme acontece nos Subtrechos 3A, 3B, 3C e 5B, que obtiveram as piores classificações de risco. Todavia, nas proximidades das passarelas localizadas nos Subtrechos 1A, 1B, 1C e 2, apenas, nota-se a instalação de gradis metálicos que são utilizados para direcionar os atravessamentos de pedestres para as passarelas, conforme ilustrado na Figura 5.30. Esses subtrechos foram

classificados com menor risco para os pedestres e possuem em comum a jurisdição realizada pela Via 040, além de serem os únicos com radares de controle de velocidade para veículos ativos desde 2019. Enquanto nesses subtrechos a média total acumulada de atropelamentos por quilômetro no período de 2016 a 2020 foi de 6,0, para a extensão da subsequente da rodovia, composta pelos Subtrechos 3A a 5B, foram observados 18,1 atropelamentos/km no mesmo período, índice 66% maior.



Figura 5.29: Segregação das pistas do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo realizada por dispositivos do tipo New Jersey.

Fonte: Google Earth (2020).



Figura 5.30: Gradis de segregação de pistas utilizados nas proximidades das passarelas instalados entre o Subtrechos 1A e 2 do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo.

Fonte: Google Earth (2020).

Para além da ocorrência do efeito barreira evidenciado no Anel Rodoviário, ao analisar em conjunto a mobilidade, a acessibilidade e os riscos, bem como os atropelamentos de pedestres, torna-se possível destacar a contradição que essa rodovia exerce sobre a mobilidade a pé, por expor os pedestres a riscos durante a travessia entre as margens, principalmente nos locais destacados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, pela sua própria infraestrutura, localização e fluxo de tráfego, pode ser considerado uma barreira psicológica e física ao atravessamento de pedestres, como descrito pelo conceito apresentado por Grisolia *et al.* (2014). A descontinuidade no tecido urbano provocada pela instalação desse tipo de infraestrutura impacta diretamente o acesso e a dinâmica de mobilidade do entorno e se traduz em um grande desafio para os deslocamentos dos pedestres, como pela falta de segurança na travessia entre as margens (RAJÉ, 2014), aumento na duração das viagens a pé (GRISOLÍA *et al.*, 2014), ambiente desagradável para o caminhar devido ao ruído e poluição do ar (MINDELL; ANCIAES, 2020), inequidade do uso da rua, principalmente pelas pessoas com deficiência, crianças, idosos e mulheres (MINDELL; ANCIAES, 2020), redução da permeabilidade urbana, sendo particularmente impactante entre os bairros localizados aos longo da rodovia (MINDELL; ANCIAES, 2020) e aumento dos índices de atropelamentos (MINDELL; KARLSEN, 2012). Prevalece, nesse sentido, um ambiente em que se observa uma série de conflitos e contradições relacionadas à (re)produção do espaço urbano e conflitos, materializado pela atual dicotomia entre fluxos veículos e pessoas.

As análises da mobilidade, da acessibilidade e do risco de atravessamento no Anel Rodoviário, bem como as análises históricas dos atravessamentos e das características socioeconômicas dos pedestres, expuseram evidências sobre os conflitos e as contradições que essa importante rodovia representa no espaço urbano de Belo Horizonte. Os fluxos de atravessamentos foram reduzidos, mesmo em áreas onde se registou crescimento populacional, e o perfil dos pedestres também se modificou ao longo do período histórico analisado, com destaque para a idade, sexo e renda. O retrato atual refletiu a prevalência dos atravessamentos pelos modos motorizados, em desigualdades no acesso às passarelas e no risco elevado para os pedestres, cenário que se confirma pelas expressivas ocorrências de atropelamentos na rodovia, que podem ser consideradas marcos das implicações dessa grande barreira na mobilidade dos pedestres que residem em seu entorno.

Algumas considerações adicionais podem ser tomadas de fato a confirmar o Anel Rodoviário como uma manifestação de espaço de ocorrência do efeito barreira e reprodução de conflitos e contradições sociais. Primeiramente, a predominância dos atravessamentos entre as

margens por modos motorizados, tanto coletivos quanto individuais, constatado pelo indicador de Razão de Atravessamento Pedonal (RAP), é um indício de que o alto fluxo de veículos na rodovia é de fato um efeito barreira considerável para os atravessamentos a pé. Soma-se a desigualdade de distribuição e de acesso às passarelas ao longo da rodovia, ainda bastante incipiente. As passarelas em si incorrem em prejuízos nos deslocamentos dos pedestres, que são obrigados a percorrer um caminho mais longo para alcançar o destino desejado (GRISOLÍA et al, 2014). A acessibilidade à essas infraestruturas ainda é comprometida, conforme apontado pelo Indicador de Acesso à Passarela (IAP), que define que esse espaço, que deveria servir para uma transposição mais segura, acaba tornando-se inutilizado ou pouco convidativo ao uso.

Outro indicativo do efeito inibidor do Anel Rodoviário nos atravessamentos entre as margens do Anel Rodoviário se revela pelo indicador de mobilidade MPR (Mobilidade Pedonal na Rodovia), no qual observa-se uma baixa relevância dos atravessamentos a pé sobre os deslocamentos a pé totais. A partir dos resultados observados para esse indicador, conclui-se que há uma baixa troca entre as comunidades localizadas nas margens opostas da rodovia, um impacto da ocorrência do efeito barreira previsto por Mindell e Anciaes (2020). Também foi possível constatar a relevância dos atravessamentos pelo modo a pé por pedestres oriundos de AH's que contemplam áreas de vulnerabilidade social, o que demonstra o impacto seletivo do efeito. Destacam-se as AH's 1661 (Vila da Luz) e 1155 (Sport Club), localidades em que os atravessamentos a pé parecem fazer parte da rotina cotidiana dos moradores. No entanto, a localização dessas áreas de vilas e favelas, identificadas (e destacadas) ao longo de toda a análise proposta, estão, em grande parte, situadas em ocupações irregulares às margens da rodovia, ao longo da faixa de domínio não edificável que, de acordo com a legislação vigente, deveria ser preservada em, no mínimo, 15 metros de cada lado (BRASIL, 2020).

Complementarmente, o Índice de Risco da Travessia (IRT) permitiu constatar o relevante papel que a infraestrutura da rodovia possui no que tange os riscos de atravessamentos dos pedestres e manifestação dos conflitos e contradições da rodovia pelos atropelamentos e perda de vidas. A comparação dos resultados desse índice com a ocorrência média de atropelamentos por quilômetro corroborou para a análise proposta, indicando os locais críticos para os pedestres, como o Subtrecho 5B, indicando uma perigosa convergência entre mobilidade alta, acessibilidade baixa e risco elevado. As estruturas utilizadas para segregação das pistas (barreiras de concreto e defensas metálicas) e a presença de sistemas de controle de velocidade dos veículos (radares eletrônicos), mesmo não sendo abordadas como variáveis nos

índices propostos, auxiliam no entendimento da forma como a operação viária ocorre cotidianamente.

Desde sua inauguração, o Anel Rodoviário tem registrado um aumento do fluxo de tráfego devido a importância da rodovia para os deslocamentos locais e regionais, com registro de operação no limite da capacidade, retenções durante diversas horas do dia, e, sobretudo, contradições em função a sua utilização como via urbana (PDDI, 2011). Esse cenário faz refletir sobre as relações de interdependência entre provisão de acessibilidade e produção do espaço (CARLOS, 2015), ou seja, nota-se que a própria construção do Anel Rodoviário estimulou a ocupação lindeira, inclusive nas áreas que compõem a zona de influência estabelecida para a rodovia, favorecendo o incentivo ao tráfego urbano nesta espacialidade. A rodovia tornou-se indutora do crescimento urbano tanto dos bairros do seu entorno quanto da Região Metropolitana de Belo Horizonte e viu, ao longo dos anos, o seu uso ser modificado. Conjuntamente, observa-se a presença expressiva de ocupações irregulares nas margens da rodovia que, conforme identificado, onde seus moradores possuem desejos e necessidades de acesso e mobilidade característicos que priorizam a modalidade a pé. A falta de planejamento eficaz e de fiscalização efetiva sobre os padrões de uso e ocupação do solo lindeiro ao Anel Rodoviário também são aspectos que potencializam a ocorrência do efeito barreira e potencializam os conflitos e contradições observados na via.

Em busca de reverter esse cenário, dado o reconhecimento da relevância desse eixo viário para o município e para a região, o poder público tem buscado alternativas para minimizar os impactos e as problemáticas ocasionadas pela inserção do Anel Rodoviário no espaço urbano do município de Belo Horizonte. Nesse contexto surge o projeto do Rodoanel, documentado no Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte (PDDI, 2011), que se encontra atualmente em fase de licitação (Agência RMBH, 2022). Esse novo eixo viário contempla, na versão final do projeto, a construção de quatro alças (Norte, Oeste, Sudoeste e Sul), tendo um traçado que passará por 16 municípios da RMBH. As obras deverão ser concluídas até 2028. A partir da sua inauguração, prevê-se um redirecionamento do tráfego viário, principalmente de médio e grande porte, que hoje circula no Anel Rodoviário para o Rodoanel. Nesse cenário proposto, o Anel Rodoviário passará a receber prioritariamente o trânsito urbano e transporte de carga com destino à Capital, enquanto o transporte intermunicipal e interestadual de pessoas e de carga, se deslocaria para a nova rodovia (PDDI, 2011).

Por um lado, o Rodoanel tende a amenizar determinadas problemáticas recorrentes no Anel Rodoviário, com a expectativa de redução dos índices de sinistros tão alarmantes registrados no local, sendo este o principal tema de promoção do projeto pelo poder público. Ao mesmo tempo, alguns pontos de alerta devem ser destacados. O primeiro está relacionado ao próprio desenho do eixo viário, que tem sido objeto de amplo debate entre os envolvidos (comunidades, poder público estadual, municípios e iniciativa privada) sobre questões de cunho ambiental, populacional, habitacional, segurança viária, por exemplo. Além disso, a construção do Rodoanel expõe, mesmo que em pontos específicos, a ampliação dos impactos do efeito barreira em áreas urbanizadas já consolidadas, contempladas no traçado da rodovia. A construção do Rodoanel também poderá potencializar a ocorrência do efeito barreira em regiões de expansão urbana induzidas da rodovia. O próprio documento norteador do planejamento estratégico da Região Metropolitana de Belo Horizonte já prevê essa possibilidade ao trazer como “inegável o potencial transformador do Rodoanel sobre o uso do solo no seu entorno, e o seu poder de atração sobre a expansão da mancha urbana” (PDDI, 2011, p. 224). No entanto, faz-se necessário (e urgente) o estabelecimento de legislações eficientes de planejamento (e fiscalização) do uso do solo pelos municípios atendidos pelo traçado da rodovia, visto que o próprio exemplo do Anel Rodoviário evidencia diversos problemas atrelados à inserção desse tipo de infraestrutura/barreira em ambientes urbanos.

Por fim, é relevante refletir sobre os desafios de se mensurar a ocorrência do efeito barreira que as rodovias urbanas impõem aos pedestres. Porém, mesmo com as limitações dadas pelo recorte temporal e espacial utilizado nessa pesquisa, bem como os ajustes metodológicos necessários e restrições na obtenção de dados, essa tese buscou apresentar alternativas para avaliar, por meio de indicadores específicos, o efeito barreira no Anel Rodoviário de Belo Horizonte nos atravessamentos a pé com origem e destino em seu entorno, considerado como uma física e psicológica das manifestações dos conflitos e contradições sociais decorrentes do processo de produção e apropriação do espaço urbano. Ademais, as análises e os indicadores desenvolvidos neste que é o primeiro trabalho a relacionar o impacto do efeito barreira com os deslocamentos de pedestres na área de estudo podem ser úteis para repensar as políticas públicas de mobilidade urbana e também para reavaliar algumas premissas estabelecidas para o planejamento da RMBH, constituindo uma fonte de informações para gestores e para a sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABLEY, S; TURNER, S. **Predicting walkability**. Nova Zelândia: Nz Transport Agency, 2011. 114 p.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10697: Pesquisa de sinistros de trânsito – terminologia**. 3ª ed. Rio de Janeiro: ABNT, 16 p., 2020.

AGÊNCIA RMBH. **Relatório Completo e Arquivos da Pesquisa OD 2012**. Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte, Governo do Estado de Minas Gerais. 2012. Disponível em: <http://www.agenciarmbh.mg.gov.br/mobilidade-rmbh-2/>. Acesso em: 20 nov. 2020.

ANCIAES, P. R. **Exploring community severance in Latin American cities: Learning from Street Mobility Project**. Presented at: Series of four presentations, Seminars on Transport and Health, UCL Santander Catalyst Award, Bogotá, Colombia; São Paulo, Brazil; Santiago, Chile; Temuco, Chile. 2017. Disponível em: <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10039266>. Acesso em: 17 dez. 2020.

ANCIAES, P. R. Measuring community severance for transport policy and project appraisal. **WIT Transactions on The Built Environment**, v. 130, p. 559-569, 2013. doi:10.2495/UT130451

ANCIAES, P. R. **What do we mean by “community severance”?** Street mobility and network accessibility series: Working Paper 04, p. 1-18, ago. 2015.

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 & Health**, v. 3, n. 3, p. 268-277, set. 2016.

ANCIAES, P. R.; JONES, P.; METCALFE, P. J. A stated preference model to value reductions in community severance caused by roads. **Transport Policy**, v. 64, p. 10-19, mai. 2018.

ANDRADE, R. Q.; LIBÂNIO, A. A. C.; BESSA JÚNIOR, J. E.; COELHO, R. S. **Avaliação do impacto da velocidade regulamentar no desempenho operacional do Anel Rodoviário de Belo Horizonte**. In: Anais 33º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes da ANPET, Balneário Camburiú, p. 3434-3441, 2019.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Relatório 2018 – Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da ANTP**. 127 p, mai. 2020.

ARAGÃO, J. J. G.; LIMA NETO, O.; BRASILEIRO, A.; SANTOS, E. M.; SENNA, J. M.; ORRICO FILHO, R. D. Transportes no Brasil: que história contar?. **Transportes**, v. 9, n. 2, p. 87-107, 2001.

BALBIM, R. **Mobilidade: Uma Abordagem Sistêmica**. In: BALBIM, R.; KRAUSE, C.; LINKE, C. C. (Orgs) *Cidade e movimento: mobilidades e interações no desenvolvimento*. Brasília: Ipea; ITDP, 2016, p. 23-42, cap. 1.

BAPTISTA NETO, O. **Impactos da moderação de tráfego na vitalidade urbana**. 2012. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

BARBOSA, J. L. **O significado da mobilidade na construção democrática da cidade**. In: BALBIM, R.; KRAUSE, C.; LINKE, C. C. (Orgs) *Cidade e movimento: mobilidades e interações no desenvolvimento*. Brasília: Ipea; ITDP, 2016, p. 43-56, cap. 2.

BATISTA, C. A. S.; MATOS, B. A.; LOBO, C. F. F. Acidentalidade no Anel Rodoviário de Belo Horizonte: conflitos e contradições da mobilidade viária urbana. IN: **Anais do XVIII Congresso Rio de Transportes**, Rio de Janeiro, p. 1-13, 2021.

BELO HORIZONTE. **BH MAP: Base de dados georreferenciados da Prefeitura de Belo Horizonte**. 2020. Disponível em: <http://bhmap.pbh.gov.br/>. Acesso em: 30 dez. 2020.

BELO HORIZONTE. **Lei N° 11.181, de 8 de agosto de 2019**. Aprova o Plano Diretor do Município de Belo Horizonte e dá outras providências. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/lei/11181/2019>. Acesso em: 11 jan. 2021.

BERTUSSI, G. L.; ELLERY JUNIOR, R. Infraestrutura de transporte e crescimento econômico no Brasil. **Journal of Transport Literature**, vol. 6, n. 4, pp. 101-132, 2012.

BHTRANS. **Dados abertos: dados de acidentes de trânsito com vítima ocorridos nas vias municipais ou nas vias de Belo Horizonte**. Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S. A., Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. 2016-2020. Disponível em <https://prefeitura.pbh.gov.br/bhtrans/informacoes/dados/dados-abertos>. Acesso em: 19 nov. 2021.

BHTRANS. **Manual das pesquisas Origem e Destino 2002 e 2012**. Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S. A., Diretoria de Planejamento, Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. 2016. 154 p.

BIANCHI, I. M. **A microacessibilidade em vias urbanas estruturais: o caso da 3ª Perimetral de Porto Alegre**. 2011. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano e Regional) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

BRADSHAW, C. Creating — and using — a rating system for neighborhood walkability: towards an agenda for “local heroes”. In: **14TH INTL PEDESTRIAN CONF. Proceedings**, 1993.

BRASIL. **Decreto N° 8.324, de 27 de outubro de 1910**. Aprova o regulamento para o serviço subvencionado de transportes por automóveis. Disponível em:

<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1910-1919/decreto-8324-27-outubro-1910-527901-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 03 nov. 2020.

BRASIL. **Decreto Nº 5.141, de 5 de janeiro de 1927**. Crêa o Fundo Especial para Construção e Conservação de Esfadas de Rodagem Federaes [...], e dá outras providencias. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1920-1929/decreto-5141-5-janeiro-1927-562830-publicacaooriginal-86934-pl.html>. Acesso em: 03 nov. 2020.

BRASIL. **Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997**. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503compilado.htm. Acesso em: 13 out. 2020.

BRASIL. **Lei nº 10.233, de 05 de junho de 2001**. Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110233.htm. Acesso em: 18 out. 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012**. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; [...]; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm. Acesso em: 13 out. 2020.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm. Acesso em: 04 abr. 2022.

BRASIL. **Resolução nº 9, de 12 de agosto de 2020**. Dispõe sobre o uso das faixas de domínio de rodovias federais sob circunscrição do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-9-de-12-de-agosto-de-2020-273292434>. Acesso em: 20 fev. 2022.

BRASIL. **Departamento Nacional de Estradas de Rodagem**. Dibrarq: Arquivo Nacional, Ministério da Justiça e Segurança Pública, 20--. Disponível em: <http://dibrarq.arquivonacional.gov.br/index.php/departamento-nacional-de-estradas-de-rodagem-brasil-1937-2001>. Acesso em: 10 fev. 2022.

CALLIARI, M. S. P. **O pedestre e a cidade: mobilidade e fruição em São Paulo**. 2019. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

CARCANHOLO, M. D. A importância da categoria valor de uso na teoria de Marx. **Pesquisa & Debate**, São Paulo, v. 9, n. 2(14), p. 17-43, 1998.

CARDOSO, L. **Transporte público, acessibilidade urbana e desigualdades socioespaciais na Região Metropolitana de Belo Horizonte**. 2007. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

CARDOSO, L.; CARVALHO, I. R. V.; NUNES, N. T. R. Caminhabilidade como instrumento de mobilidade urbana: reflexões sobre a realidade de Belo Horizonte. **Revista dos Transportes Públicos - ANTP**, São Paulo, n. 152, p.73-94, jul. 2019.

CARLOS, A. F. A. **A cidade**. 8. ed. 2ª reimpressão. São Paulo: Editora Contexto, 2009. 98 p.

CARLOS, A. F. A. A reprodução do espaço urbano como momento da acumulação capitalista. **Crise urbana**, p. 25 – 36, 2015.

CARMONA, M.; HEATH, T.; OC, T.; TISDELL, S. **Public Places Urban Spaces: The Dimensions of Urban Design**. **Routledge Architectural**, New York: Press, 2010, 404 p.

CASTELLS, M. **A questão urbana**. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 2000.

CORDEIRO, C. H. O. L.; BARBOSA, H. M.; NOBREGA, R. A. A. **Estudo exploratório de acidentes com motocicletas associados às infrações de trânsito e volumes de tráfego em vias urbanas de Belo Horizonte**. In: Anais 7º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, Maceió, 2016.

COSTA, G. M. **A contribuição da teoria do espaço de Lefebvre para a análise urbana**. In: Anais X Encontro Anual da ANPUR. Belo Horizonte, p. 9-14, 2003.

COSTA, P. B.; NETO, G. C M.; BERTOLDE, A. I. Urban mobility indexes: a brief review of the literature. **Transportation Research Procedia**, v. 25C, 2017, p. 3649-3659.

CORRÊA, R. L. O espaço urbano: notas teórico-metodológicas. **GEOSUL**, n. 15, 1993, p. 13-18.

CORRÊA, R. L. **O espaço urbano**. 4. ed. 5ª reimpressão. São Paulo: Ática, 2004.

CORRÊA, R. L. Sobre agentes sociais, escala e produção do espaço: um texto para discussão. In: CARLOS, A. F. A.; SOUZA, M. L.; SPOSITO, M. E. B. (Orgs). **A produção do espaço urbano: agentes e processos, escalas e desafios**. 1 ed. São Paulo: Contexto, 2012.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Norma DNIT 003/2009: Criação e Incorporação de acesso, anel ou contorno rodoviário - Procedimento**. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Ministério dos Transportes. Rio de Janeiro: IPR, 2009, 7 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES; UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Elaboração de ações preventivas e corretivas de segurança rodoviária, por meio de identificação e mapeamento dos segmentos críticos da malha viária do DNIT: Fase 3 – Metodologia e Assessoramento do Levantamento, Coleta e Processamento de Dados de Segurança Viária**. Produto Complementar:

Coleta e Análise de dados da Segurança Viária no Anel Rodoviário de Belo Horizonte/MG. DNIT; UFSC: 2010, 52 p. Disponível em: <https://www.labtrans.ufsc.br/wp-content/uploads/2020/12/Coleta-e-Analise-de-dados-da-Seguranca-Via-Viaria-no-Anel-Rodoviario-de-Belo-HorizonteMG.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2021.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Plano Nacional de Contagem de Tráfego: Estimativa do Volume Médio Diário Anual – VMDa 2018**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Ministério dos Transportes. 2018. Disponível em <http://servicos.dnit.gov.br/dadospinct/Modelagem>. Acesso em: 30 mar. 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Publicação IPR - 740: Manual de Projeto Geométrico em Travessias Urbanas**. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Ministério dos Transportes. Rio de Janeiro: IPR, 2010. 392 p.

DINIZ, E. P. H.; PINHEIRO, L. C.; PROIETTI, F. A. Quando e onde se acidentam e morrem os motociclistas em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 31, n.12, p. 2621-2634, dez, 2015.

DUARTE, C. F. Um tempo-lugar para o cultivo dos corpos e do espírito. In: SILVA, R. C. M. (Org) **A cidade pelo avesso: Desafios do urbanismo contemporâneo**. Rio de Janeiro: Viana & Mosley Editora, 2006, p. 59-67.

EPL. **Rodovias: BR-040 (MG/GO/DF)**. Empresa de Planejamento e Logística S.A. Disponível em: <https://www.epl.gov.br/contrato-assinado-rodovia-br-040-mg-go-df>. Acesso em: 13 fev. 2022.

FELTRAN, F. Instrumentos de efetivação do direito à cidade: a lei 12.587/2012 - Política Nacional de Mobilidade Urbana como instrumento de efetivação do direito à cidade. **Revista Direito e Dialogicidade**, v. 7, n. 1, 2016.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Gestão do espaço metropolitano: homogeneidade e desigualdade na RMBH - relatório final**. Volumes 1 e 2. Fundação João Pinheiro, Governo do Estado de Minas Gerais, 2007. 786 p.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Relatório Consolidado: Pesquisa Origem e Destino 2001-2002**. Volume 1. Fundação João Pinheiro, Escola do Governo de Minas Gerais, Governo do Estado de Minas Gerais, 2002. 90 p.

GEHL, J. **Cidades para pessoas**. 3ª edição. Tradução de Anita Di Marco. São Paulo: Perspectiva, 2015. 276 p.

GEHL, J.; SVARRE, B. B. **A dimensão humana: uma abordagem sustentável do planejamento urbano**. In: ANDRADE, V.; LINKE, C. C (Orgs). **Cidade de Pedestres: a caminhabilidade no Brasil e no mundo**. Rio de Janeiro: Babilonia Cultura Editorial, 2017. cap. 1, p. 13-18.

GOMES, V. G. **A rua como espaço de conteúdo social, estudos na área de Planejamento de Acessibilidade.** In: TICYUrb Proceedings of the Third International Conference of Young Urban Researchers, v. 1, p. 14-24, 2018.

GOOGLE EARTH. **Imagens de satélite:** Google Earth Pro. 2019, 2020, 2021.

GOTTDIENER, M. **A produção social do espaço urbano.** 2ª ed. 2 reimp. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2016. 312 p.

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, p. 298-309, 2014. DOI: 10.1080/15568318.2013.769038.

G1 MG. **Belo Horizonte em 120 anos: fotos.** 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/minas-gerais/viva-bh/noticia/belo-horizonte-em-120-anos-fotos.ghtml>. Acesso em: 30 dez. 2020.

HARVEY, D. **A liberdade da cidade.** In: Cidades Rebeldes – passe livre e manifestações que tomaram as ruas do Brasil. Ermínia Maricato [et al]. - 1. ed. - São Paulo: Boitempo: Carta Maior, 2013.

HARVEY, D. **The urban process under capitalism.** In: DEAR, M. e SCOTT, A. J. (ed.), Urbanization and urban planning in capitalist societies. New York: Methuen and Co., p. 91-122, 1981.

HODGSON, F. C.; PAGE, M.; TIGHT, M. R. **A review of the factors which influence pedestrian use of the streets.** Working Paper 581. Institute of Transport Studies, Leeds. Disponível em: <http://eprints.whiterose.ac.uk/2337>. Acesso em: 18 dez. 2020.

INSTITUTE FOR TRANSPORTATION & DEVELOPMENT POLICY. **Manual do BRT Bus Rapid Transit - Guia de Planejamento.** (Traduzido por Brasil: Ministério das Cidades). 3a. edição. 883 p., 2008.

INSTITUTE FOR TRANSPORTATION & DEVELOPMENT POLICY; EMBARQ. **Vida e morte das rodovias urbanas.** 2013. Disponível em: <https://itdpbrasil.org/vida-e-morte-das-rodovias-urbanas/>. Acesso em: 10 dez. 2020.

INSTITUTE FOR TRANSPORTATION & DEVELOPMENT POLICY. **Gestão da Mobilidade:** Modelo de mobilidade atual e seus impactos. MobiliCAMPUS: 2021. Disponível em: <http://mobicampus.org.br/>. Acesso em: 19 ago. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de dados: Censo 2000.** 2000. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/25089-censo-1991-6.html?=&t=series-historicas>. Acesso em: 06 set. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de dados: Censo 2010.** 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/25089-censo-1991-6.html?=&t=series-historicas>. Acesso em: 06 set. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geociências: malhas territoriais**. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 10 fev. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas da População: Tabelas 2020**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?edicao=28674&t=resultados>. Acesso em: 11 jan. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Biblioteca IBGE: Contagem (3118601)**. Fotografia ID 46419, 19---. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=446419&view=detalhes>. Acesso em: 10 fev. 2022.

JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades**. 3ª ed. Tradução: Carlos S. Mendes Rosa. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2011, 510 p.

JANNUZZI, P. M. **Indicadores Sociais No Brasil**. 3ª ed. São Paulo: Alínea, 2006, 144 p.

JAYME, J. G.; TREVISAN, E. Intervenções urbanas, usos e ocupações de espaços na região central de Belo Horizonte. *Civitas*, v. 12, n. 2, p. 359-377, 2012.

LARA, F. L. **A arquitetura moderna brasileira e o automóvel: o casamento do século**. In: BALBIM, R.; KRAUSE, C.; LINKE, C. C. (Orgs.) *Cidade e Movimento: mobilidade e interações no desenvolvimento urbano*. Brasília: Ipea; ITDP, 2016, cap. 6, p. 131-142.

LEFEBVRE, H. **A produção do espaço**. Tradução Doralice Barros Pereira e Sérgio Martins (do original: *La production de l'espace*. 4e éd. Paris: Éditions Anthropos, 2000), 2006, 265 p.

LESSA, D. A.; LOBO, C.; CARDOSO, L. Accessibility and urban mobility by bus in Belo Horizonte/Minas Gerais – Brazil. *Journal of Transport Geography*, v. 77, p. 1-10, 2019.

LESSA, D. A.; LOBO, C.; MIRANDA, G. C. **A mobilidade urbana e o transporte coletivo por ônibus em Belo Horizonte: cenários e projeções para 2022 e 2032**. Anais do XXXI Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET, Recife, 2017.

LISBOA, Câmara Municipal de. **Plano de Acessibilidade Pedonal de Lisboa: Volume 2 – Área Operacional Via Pública**, dez. 2013, 335 p. Disponível em: <http://acessibilidade.cm-lisboa.pt>. Acesso em: 22 dez. 2020.

LOBO, C.; CARDOSO, L.; LESSA, D. A.; MIRANDA, G. C. Acessibilidade ao sistema de transporte coletivo por ônibus: indicadores para os municípios da periferia metropolitana e os campos de Belo Horizonte, Brasil. *Cuadernos de Geografia: Revista Colombiana de Geografia*, v. 29, n. 1, p. 190-206, jun. 2020. DOI: 10.15446/rcdg.v29n1.76010.

LOBODA, C. R.; MIYAZAKI, V. K. Entre a centralidade e a circulação: uma abordagem sobre o transporte coletivo em duas cidades médias brasileiras. *Caminhos de Geografia*, v. 13, n. 44, p. 256–264, dez. 2012.

LOCKWOOD, I. M. ITE traffic calming definition. **ITE Journal** (Institute of Transportation Engineers), v. 67, n. 7, p. 22-24, jul. 1997.

LUCAS, K. **Transport and social exclusion**. In: LUCAS, K. (Edit.) *Running on Empty: Transport, social exclusion and environmental justice*. Great Britain: University of Bristol, 2004, cap. 3.

LUCINDA, C. R.; PEREIRA, L. M. S. Efeitos da Política de Redução do IPI sobre o mercado de automóveis novos. In: **Anais ANPEC 2017 – Encontro da Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia**. 2017.

MACIOROWSKI, M. M. **Vias urbanas e transportes não motorizados: o efeito barreira e os desafios na busca da mobilidade urbana sustentável**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

MAGAGNIN, RENATA CARDOSO; SILVA, ANTONIO NELSON RODRIGUES DA. A percepção do especialista sobre o tema mobilidade urbana. **Transportes**, v. 16, n. 1, p. 25-35, jun. 2008

MALATESTA, M. **Caminhabilidade e segurança: O desafio do desenho urbano nas cidades brasileiras**. In: ANDRADE, V.; LINKE, C. C (Orgs). *Cidade de Pedestres: a caminhabilidade no Brasil e no mundo*. Rio de Janeiro: Babilonia Cultura Editorial, 2017, cap. 6, p. 69-82.

MARQUEZ, R. **Vida Pedestres**. In: *Piseagrama* n. 07. Belo Horizonte: Rona Editora, 2015, p. 51-59.

MARTINE, G.; MCGRANAHAN, G. A transição urbana brasileira: trajetória, dificuldades e lições aprendidas. In: BENINGER, R. (Org.). **População e Cidades: subsídios para o planejamento e para as políticas sociais**. Campinas: Núcleo de Estudos de População-Nepo/Unicamp; Brasília: UNFPA, 2010.

MARTÍNEZ, E.; ALBORNOZ, M. **Indicadores de ciencia y tecnología: Estado del arte y perspectivas**. Unesco: Caracas, 1998, 296 p.

MARICATO, E. Metrôpole, legislação e desigualdade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 17 n. 48, p. 151-167, mai.-ago. 2003.

MARICATO, E. Urbanismo na periferia do mundo globalizado: metrópoles brasileiras. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 4, p. 21-33, 2000.

MATOS, R. E. S. **Espacialidades em rede: população, urbanização e migração no Brasil contemporâneo**. Belo Horizonte: C/ Arte Editora, 2005, v.1, p. 17-59.

MENEZES, M. R. **O lugar do pedestre no Plano Piloto de Brasília**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, 2008. 206 p.

METHORST, R.; MONTERDE I BORT, H.; RISSER, R.; SAUTER, M. T.; WALKER, J. **COST 358 Pedestrians' Quality Needs - PQN final report**. Cheltenham: Walk21, 2010. 79 p.

MINDELL, J. S.; ANCIAES, P. R. Transport and community severance. In: **Advances in Transportation and Health**, cap. 7, p. 175-196, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819136-1.00007-3>

MINDELL, J. S.; KARLSEN, S. Community severance and health: what do we actually know?. **Journal of Urban Health**, vol. 89, p. 232-246, abr. 2012.

MIRANDA, G. C.; PENA, M. S.; RAMOS, J. R. L.; ELMIRO, M. A. T. Uso de imagens Rapideye e análise multicritério na construção de traçados para o contorno sul do rodoanel de Belo Horizonte. **Geografias**, Edição Especial: II Simpósio Modelagem de Sistemas Ambientais e Gestão da Paisagem: Desafios e aplicações, Belo Horizonte, p. 119-130, 2017.

MOREIRA, C. M.; BRASIL, J. C. **Plano de logística metropolitana: principais resultados do diagnóstico do deslocamento de cargas na Região Metropolitana de Belo Horizonte**. In: Anais 33º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes da ANPET, Balneário Camburiú, p. 2318-2329, 2019.

MOUETTE, D.; WAISMAN, J. Proposta de uma metodologia de avaliação do efeito barreira. **Revista dos Transportes Públicos - ANTP**, v. 26, 2004, p.33-54.

MUSEU HISTÓRICO ABÍLIO BARRETO. **Coleção Belo Horizonte: BH.URB.1969/003**. Fundação Municipal de Cultura, 1969.

NASCIMENTO, L. V. M. **Análise de fatores para a caminhabilidade na cidade de Manaus**. In: Anais II ENSUR – Encontro de Sustentabilidade Urbana, Campina Grande, 2016.

NATIONAL ASSOCIATION OF CITY TRANSPORTATION OFFICIALS. **Guia Global de Desenho das Ruas**. Global Designing Cities Initiative. Tradução: Daniela Tiemi Nishimi de Oliveira. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2018.

O GLOBO. **Obras no Anel Rodoviário de Belo Horizonte serão concluídas até o fim do ano**. 03 de Setembro de 1962, Vespertina, Geral, página 11.

O GLOBO. **Goulart vai inaugurar o Anel Rodoviário de Belo Horizonte**. 19 de Novembro de 1963, Matutina, Geral, página 18.

O GLOBO. **Belo Horizonte, o acesso difícil**. 09 de Julho de 1976, Matutina, Economia, página 11.

OLIVEIRA, E. L. O meio construído e as cidades na obra de Jane Jacobs. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 11, p. 251-264, 2020.

OLIVEIRA, M. J. A. **A relevância do custo do congestionamento na cidade de Belo Horizonte no processo de decisão de investimentos públicos**. Dissertação (Mestrado em

Administração), Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

OLIVEIRA, A. V. M.; TUROLLA, F. A. Financiamento da infraestrutura de transportes. **Journal of Transport Literature**, vol. 7, n. 1, p. 103-126, 2013.

PAIVA, J. S. C. Revisão crítica do projeto urbanístico para a cidade de Belo Horizonte. IN: **Anais do 1º Encontro Latino-Americano de Engenharia e Sociedade**, São Paulo, 2019, p. 1-10.

PARK, R. E. A cidade: sugestões para a investigação do comportamento humano no meio urbano. **American Journal of Sociology**, n. XX, p. 577-612, 1916. Tradução: Sérgio Magalhães Santeiro. In: VELHO, O. G (Org.). **O fenômeno urbano**. 2ª. Ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1973.

PARK, S. **Defining, measuring, and evaluating path walkability, and testing its impacts on transit users' mode choice and walking distance to the station**. 2008. Tese (Doutorado em Philosophy, City and Regional Planning), University of California, Berkeley, 2008.

PEÑALOSA, E. **Why buses represent democracy in action**. TEDCity 2.0, 2013, Brazilian translation by Neto Ferreira, reviewed by Leonardo Silva. Disponível em: https://www.ted.com/talks/enrique_penalosa_why_buses_represent_democracy_in_action. Acesso em: 08 set. 2021.

PEREIRA, L. A. G.; LESSA, S. N. O processo de planejamento e desenvolvimento do transporte rodoviário no Brasil. **Caminhos de Geografia**, v. 12, n. 40, p. 26-46, 2011.

PIMENTEL, T. V. C. Belo Horizonte ou o estigma da cidade moderna. **Varia História**, Belo Horizonte, n.18, p.61-66, 1997.

PITILIN, T. R.; SANCHES, S. P. A Caminhabilidade: uma análise bibliométrica. **Revista de Morfologia Urbana**, v. 8, n. 2, p. 1-11, 2020.

RAIA JUNIOR, A. A. **Acessibilidade e Mobilidade na Estimativa de um Índice de Potencial de Viagens utilizando Redes Neurais Artificiais e Sistemas de Informação**. 2000. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

RAJÉ, F. Engineering social exclusion? Poor transport links and severance. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Municipal Engineer**, v. 157, n. ME4, p. 267–273, dez. 2004.

RODRIGUES, J. M. **Acessibilidade, caminhabilidade e políticas para portadores de deficiência no Brasil**. In: BALBIM, R.; KRAUSE, C.; LINKE, C. C. (Orgs) Cidade e movimento: mobilidades e interações no desenvolvimento. Brasília: Ipea; ITDP, 2016, p. 117-128, cap. 9.

- SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. 1 ed. São Paulo: Ed. Hucitec, 1993.
- SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4. ed, 9. reimp. São Paulo: Ed. Edusp, 2017.
- SANTOS, M. **Manual de geografia urbana**. 3. ed. São Paulo: Edusp, 2008.
- SANTOS, M. **Pensando o espaço do homem**. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2004.
- SANTOS, M. Materiais para estudo da urbanização brasileira no período tecno científico. **Boletim Paulista de Geografia – BPG**, v. 67, p. 5-16, 1989.
- SANTOS, L. C.; MAYORGA, C. Entre as fronteiras do morar e o direito de decidir: uma etnografia das famílias removidas da Vila da Paz na cidade de Belo Horizonte. **Revista de Direito da Cidade**, v. 9, n. 1, p. 233-275, 2017.
- SATHISAN, S.; SRINIVASAN, N. Evaluation of accessibility of urban transportation networks. **Transportation Research Record**, n. 1617, p. 78-83, 1998.
- SCHOLES, S.; BONIFACE, S.; STOCKTON, J.; MINDELL, J. **Developing a questionnaire to assess community severance, walkability, and wellbeing: results from the Street Mobility Project in London**. Street mobility and network accessibility series: Working Paper 05, fev. 2016.
- SILVA, M. C. Desigualdade e exclusão social: de breve revisitação a uma síntese proteórica. **Configurações [Online]**, n. 5/6, p. 11-40, 2009.
- SILVA, A. N. R.; COSTA, M. S.; MACEDO, M. H. Multiple views of sustainable urban mobility: The case of Brazil. **Transport Policy**, n. 15, p. 350–360, 2008. doi:10.1016/j.tranpol.2008.12.003
- SILVA JÚNIOR, S. B., FERREIRA, M. A. G. Rodovias em áreas urbanizadas e seus impactos na percepção dos pedestres. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 1, n. 20, p. 221-237, 2008.
- SILVEIRA, M. R.; COCCO, R. G. Transporte público, mobilidade e planejamento urbano: contradições essenciais. **Estudos Avançados**, n.27, v.79, p. 41-53, 2013.
- SOGUEL, N. C. Costing the traffic barrier: A contingent valuation survey. **Environmental and Resource Economics**, n. 6, p. 301-308. 1995. DOI: 10.1007/BF00705983.
- SOLNIT, R. **Wanderlust: A history of walking**. New York: Penguin Books, 2001, 378 p.
- SOUSA, M. T. R.; BRAGA, R. As influências do efeito de barreira na dinâmica das cidades: o caso da cidade de Rio Claro-SP. **Geografia Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p.53-70, 2011.
- SOUTHWORTH, M. Designing the Walkable City. **Journal of Urban Planning and Development**, n. 131, v. 4, p. 246-257, dez. 2005.

SOUZA, M. **Acalme-se, alivie o acelerador. Respeite nossa cidade.** Mobilize.org, Editorial Newsletter, n. 170, 2015.

SPECK, J. **Cidade Caminhável.** 1. Ed. Tradução: Anita Dimarco. São Paulo: Perspectiva, 2016, 272 p.

SPOSITO, E. S.; FERREIRA, M. A. A. M.; BORGES, R. E.; SOGAME, M. Dissertação, tese e metodologia. **Revista Formação (Online)**, v. 1, n. 3, p. 109-120, 1996. doi.org/10.33081/formacao.v1i3.2439.

STANLEY, J.; RATTRAY, A. **Social severance.** In: The Valuation of Social Cost Allen and Unwin, Ed. Pearce: London, p. 141-163, 1978.

SUTTI, D. C.; PAIVA, L. **Urbanismo caminhável: Experiências da circulação de pedestres na cidade.** In: ANDRADE, V.; LINKE, C. C (Orgs). **Cidade de Pedestres: a caminhabilidade no Brasil e no mundo.** Rio de Janeiro: Babilônia Cultura Editorial, 2017. cap. 13, p. 177-190.

THOMSON, H.; JEPSON, R.; HURLEY, F.; DOUGLAS, M. Assessing the unintended health impacts of road transport policies and interventions: translating research evidence for use in policy and practice. **BMC Public Health**, n. 8 v. 339, set. 2008.

TÔRRES, C. **A sociedade do Anel II.** BH-Uma foto por dia, 2013. Disponível em: <http://www.bhumafotopordia.com/2013/10/a-sociedade-do-anel-ii-uma-das-mais.html>. Acesso em: 13 fev. 2022.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. **Highway Capacity Manual.** 5 ed. TRB Publications. 2010. 311 p.

TREUKE, S. **A reprodução dos padrões de segregação residencial em Salvador (Brasil): uma análise crítica das intervenções habitacionais do estado ao exemplo de Novos Alagados.** 2019. In: COCKBURN, J. C.; ANTÍA, S. A. (Orgs). **Segregación socio-espacial en las ciudades latino-americanas.** CLACSO, 2019, p. 121-144. DOI: <https://doi.org/10.2307/j.ctvtxw2m3.8>.

TSAY, S. Caminhando pelo mundo: Conversas globais e ações locais. In: ANDRADE, V.; LINKE, C. C (Orgs). **Cidade de Pedestres: a caminhabilidade no Brasil e no mundo.** Rio de Janeiro: Babilônia Cultura Editorial, 2017, p. 31-42, cap. 3.

VALE, D. S.; SARAIVA, M.; PEREIRA, M. Active accessibility: A review of operational measures of walking and cycling accessibility. **The Journal Of Transport And Land Use**, Lisbon, p. 209-235. nov. 2016.

VASCONCELLOS, E. A. Andar nas cidades do Brasil. In: ANDRADE, V.; LINKE, C. C (Orgs). **Cidade de Pedestres: a caminhabilidade no Brasil e no mundo.** Rio de Janeiro: Babilônia Cultura Editorial, 2017, p. 43-53, cap. 4.

VASCONCELLOS, E. A. **Mobilidade cotidiana, segregação urbana e exclusão.** In: BALBIM, R.; KRAUSE, C.; LINKE, C. C. (Orgs) Cidade e movimento: mobilidades e interações no desenvolvimento. Brasília: Ipea; ITDP, 2016, p. 57-80, cap. 3.

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte e meio ambiente: conceitos e informações para análise de impactos.** São Paulo: Ed. do Autor, 2006. 200 p.

VASCONCELLOS, E. A.; CARVALHO, C. H. R.; PEREIRA, R. H. M.. **Transporte e Mobilidade Urbana.** Brasília: Textos para Discussão Cepal-Ipea, n. 34, 2011.

VAUGHAN, L.; ANCIAES, P.; MINDELL, J. Cars, conflict and community severance. In: APPEYARD, B. (Ed.) **Livable Streets 2.0**, Elsevier, cap. 9, 2020.

VÉRAS, M. P. B. Na metrópole do subdesenvolvimento industrializado: das contradições às experiências urbanas. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, v. 16, n. 47, p. 174-176, out. 2001.

VIEIRA, R.; PEREIRA, L. N.; MUSSI, C. S. Análise da caminhabilidade em cidades turísticas através de Sistemas de Informações Geográficas (SIG): um estudo de caso no litoral centro-norte de Santa Catarina, Brasil. In: **Anais TMS ALGARVE 2014 – Tourism & Management Studies International Conference**, Olhão, Portugal, 2014.

VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil.** São Paulo: Studio Nobel, 1998, cap.5, p. 113-134.

VILLAÇA, F. **A recente urbanização brasileira.** In: CASTRIOTA, L. B. (Org.) Urbanização Brasileira: redescobertas. Belo Horizonte: C/ Arte, 2003.

VIOLA, P. D. D. **Potencial de viagens por bicicleta em Belo Horizonte: um estudo exploratório da Pesquisa Origem e Destino de 2012.** Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes), Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, 2017.

WOLFF, S. P.; GILLHAM, C. J. Public health versus public policy? An appraisal of British urban transport policy. **Public Health**, n. 105, v. 3, p. 217-228, 1991. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0033-3506\(05\)80111-8](https://doi.org/10.1016/S0033-3506(05)80111-8).

APÊNDICES

APÊNDICE A – Resultados do indicador *Razão de Mobilidade Pedonal (RMP)* por Área Homogênea localizada na margem direita do Anel Rodoviário

Área Homogênea	Nome da AH (bairro principal)	Regional Administrativa	Subtrecho	V _a	V _t	RMP
1111	Vista Alegre	Oeste	1C	6357,74	7133,81	0,89
1369	João Pinheiro	Noroeste	3A	855,52	969,27	0,88
1343	Vila Sumaré	Noroeste	3C	3724,02	4231,84	0,88
1344	Aparecida Sétima Seção	Noroeste	3C	4417,72	5059,19	0,87
1145	Vila Madre Gertrudes I	Oeste	1C	1840,56	2190,22	0,84
1395	Vila Nova Cachoeirinha I	Noroeste	3C	1455,18	1736,09	0,84
1605	Eymard	Nordeste	5A	1065,31	1310,28	0,81
1616	Vila N. Cachoeirinha IV	Nordeste	4	1090,00	1370,16	0,80
1657	Santa Cruz	Nordeste	4	4066,79	5160,13	0,79
1114	Cabana do Pai Tomás	Oeste	1C	8455,77	11012,00	0,77
1110	Nova Cintra	Oeste	1C	13602,12	18159,18	0,75
1672	Pirajá	Nordeste	5A	2680,15	3629,38	0,74
1618	Cachoeirinha	Nordeste	4	3930,98	5422,63	0,72
1606	São Paulo	Nordeste	5A	4878,74	6807,86	0,72
1113	Madre Gertrudes	Oeste	1C	3857,00	5439,03	0,71
1656	Santa Cruz	Nordeste	4	4459,16	6393,74	0,70
1613	Santa Cruz	Nordeste	4	11568,07	16587,15	0,70
1628	Maria Goretti	Nordeste	5A	5479,19	7946,30	0,69
1136	Estrela do Oriente	Oeste	1B	6758,56	10226,98	0,66
1661	Vila da Luz	Nordeste	5B	704,06	1073,90	0,66
1348	Oeste	Oeste	2	1409,62	2161,22	0,65
1634	Goiânia	Nordeste	5B	1526,42	2351,62	0,65
1615	Cachoeirinha	Nordeste	4	1768,79	2752,38	0,64
1138	Betânia	Oeste	1C	3610,72	5696,57	0,63
1345	Nova Cachoeirinha	Noroeste	3C	4997,98	7893,70	0,63
1352	João Pinheiro	Noroeste	2	5290,06	8411,07	0,63
1133	Palmeiras	Oeste	1B	4695,83	7470,40	0,63
1316	Alto Caiçaras	Noroeste	3B	779,46	1250,02	0,62
1380	Alto dos Pinheiros	Noroeste	2	1021,04	1654,94	0,62
1363	Oeste	Noroeste	2	2088,60	3458,33	0,60
1135	Betânia	Oeste	1C	5662,53	9634,93	0,59
1137	Bairro das Indústrias II	Oeste	1C	270,42	465,01	0,58
1317	Caiçara-Adelaide	Noroeste	3B	4692,10	8173,14	0,57
1635	Maria Goretti	Nordeste	5A	2215,92	3938,97	0,56
1362	Minas Brasil	Noroeste	3A	2383,16	4304,73	0,55
1302	Padre Eustáquio	Noroeste	3A	530,36	962,03	0,55

Área Homogênea	Nome da AH (bairro principal)	Regional Administrativa	Subtrecho	V _{a_i}	V _{t_i}	RMP
1353	Dom Cabral	Noroeste	3A	1030,76	1882,88	0,55
1660	Goiânia	Nordeste	5B	782,61	1457,28	0,54
1301	Padre Eustáquio	Noroeste	3A	3547,63	6965,60	0,51
1394	Sumaré	Noroeste	3C	5,12	10,72	0,48
1318	Monsenhor Messias	Noroeste	3B	3089,65	6541,30	0,47
1139	Palmeiras	Oeste	1B	1343,81	2945,89	0,46
1341	Alto Caiçaras	Noroeste	3B	2306,64	5161,73	0,45
1150	Olhos d'Água	Oeste	1A	369,16	878,78	0,42
1671	Maria Goretti	Nordeste	5A	144,67	366,73	0,39
1115	Jardinópolis	Oeste	2	382,92	997,61	0,38
1152	Buritis	Oeste	1B	229,80	604,62	0,38
1604	Palmares	Nordeste	4	2484,62	6574,07	0,38
1614	Maria Virgínia	Nordeste	4	1323,69	3538,20	0,37
1342	Caiçaras	Noroeste	3B	1777,75	4956,21	0,36
1636	Goiânia	Nordeste	5B	822,73	2402,72	0,34
1142	Buritis	Oeste	1A	2870,96	9022,83	0,32
1354	Coração Eucarístico	Noroeste	3A	961,26	3582,83	0,27
1381	Oeste	Noroeste	2	0,00	75,00	0,00

APÊNDICE B – Resultados do indicador *Razão de Mobilidade Pedonal (RMP)* por Área Homogênea localizada na margem esquerda do Anel Rodoviário

Área Homogênea	Nome da AH (bairro principal)	Regional Administrativa	Subtrecho	V _{ai}	V _{ti}	RMP
1215	Olhos d'Água	Barreiro	1A	6922,09	7599,96	0,91
1112	Madre Gertrudes	Oeste	1C	673,81	759,63	0,89
1802	Primeiro de Maio	Norte	5A	3633,78	4134,70	0,88
1804	Minaslândia	Norte	5A	3378,86	4008,21	0,84
1213	Bonsucesso	Barreiro	1B	2862,48	3433,11	0,83
1374	Santa Maria	Oeste	2	1186,02	1430,03	0,83
1388	Jardim Alvorada	Pampulha	3B	4388,91	5308,69	0,83
1315	Jardim Alvorada	Pampulha	3B	3239,18	3952,76	0,82
1370	Vila Califórnia	Noroeste	3A	3725,64	4577,62	0,81
1801	Providência	Norte	5A	3558,25	4378,78	0,81
1664	Dom Silvério	Nordeste	5B	1295,90	1647,56	0,79
1212	Flávio Marques Lisboa	Barreiro	1B	5896,96	7515,48	0,78
1414	Ouro Preto	Pampulha	3B	612,80	786,88	0,78
1208	Bairro das Indústrias I	Barreiro	1C	4263,47	5513,08	0,77
1305	Inconfidência	Pampulha	3A	4350,00	5703,21	0,76
1306	Novo Glória	Noroeste	3A	13899,58	18461,50	0,75
1350	Camargos	Oeste	2	1735,28	2312,74	0,75
1239	Bonsucesso	Barreiro	1A	1126,63	1522,08	0,74
1246	Bairro Novo das Indústrias	Barreiro	1B	5151,34	6977,94	0,74
1670	Vila Esplanada	Nordeste	5A	1246,97	1695,26	0,74
1640	Dom Silvério	Nordeste	5B	2755,99	3752,98	0,73
1245	Bonsucesso	Barreiro	1B	197,69	271,39	0,73
1409	Universitário	Pampulha	4	5777,27	7970,21	0,72
1385	Glória	Noroeste	3A	2595,09	3585,77	0,72
1303	Jardim São José	Pampulha	3A	6129,50	8577,54	0,71
1405	Indaiá	Pampulha	4	3841,49	5468,85	0,70
1304	Vila Jardim São José	Pampulha	3A	1048,11	1499,69	0,70
1632	São Gabriel	Nordeste	5A	3935,27	5733,95	0,69
1141	Virgínia	Oeste	2	51,30	75,89	0,68
1638	Nazaré	Nordeste	5B	8703,42	12951,96	0,67
1207	Bairro das Indústrias I	Barreiro	1C	3824,37	5735,43	0,67
1633	São Gabriel	Nordeste	5A	5113,07	7711,47	0,66
1244	Araguaia	Barreiro	1B	2427,93	3671,83	0,66
1404	Suzana	Pampulha	4	4694,41	7105,38	0,66
1365	Conjunto Califórnia I	Noroeste	3A	3525,05	5337,33	0,66
1161	Camargos	Oeste	2	402,21	614,67	0,65
1367	Álvaro Camargos	Noroeste	3A	1081,18	1699,43	0,64
1386	Dom Bosco	Noroeste	3A	1548,53	2454,45	0,63
1803	Providência	Norte	5A	876,67	1393,36	0,63
1210	Bonsucesso	Barreiro	1B	743,11	1219,62	0,61
1340	Jardim Alvorada	Pampulha	3B	801,91	1385,91	0,58

Área Homogênea	Nome da AH (bairro principal)	Regional Administrativa	Subtrecho	Va _i	Vt _i	RMP
1364	Califórnia	Noroeste	2	2044,24	3536,05	0,58
1407	Liberdade	Pampulha	4	7401,91	13605,87	0,54
1410	São Francisco	Pampulha	3C	3656,00	7041,59	0,52
1366	Califórnia	Noroeste	3A	378,71	729,90	0,52
1376	Camargos	Oeste	2	266,95	522,21	0,51
1408	Santa Rosa	Pampulha	4	2357,30	4641,94	0,51
1368	Dom Bosco	Noroeste	3A	2746,78	5663,25	0,49
1209	Bairro das Indústrias I	Barreiro	1C	371,24	799,50	0,46
1155	Sport Club	Oeste	2	258,95	567,91	0,46
1631	São Gabriel	Nordeste	5A	1339,57	2946,77	0,45
1375	Santa Maria	Oeste	2	1075,96	2418,20	0,44
1349	Santa Maria	Oeste	2	1472,58	3384,92	0,44
1389	Engenho Nogueira	Pampulha	3B	107,42	252,58	0,43
1442	Engenho Nogueira	Pampulha	3B	110,54	297,79	0,37
1411	Campus UFMG	Pampulha	3C	4116,23	11686,36	0,35
1372	Camargos	Oeste	2	211,15	685,86	0,31
1379	Conjunto Califórnia II	Noroeste	3A	81,47	296,69	0,27
1444	Engenho Nogueira	Pampulha	3B	53,48	437,76	0,12
1146	Camargos	Oeste	1C	0,00	0,00	0,00
1256	Bairro Novo das Indústrias	Barreiro	1B	0,00	0,00	0,00

APÊNDICE C – Resultados do indicador *Mobilidade Pedonal na Rodovia (MPR)* por Área Homogênea localizada na margem direita do Anel Rodoviário

Área Homogênea	Nome da AH (bairro principal)	Regional Administrativa	Subtrecho	V _{pi}	V _{ai}	MPR
1394	Sumaré	Noroeste	3C	5,12	5,12	1,00
1661	Vila da Luz	Nordeste	5B	563,25	704,06	0,80
1150	Olhos d'Água	Oeste	1A	207,96	369,16	0,56
1316	Alto Caiçaras	Noroeste	3B	237,42	779,46	0,30
1301	Padre Eustáquio	Noroeste	3A	992,75	3547,63	0,28
1369	João Pinheiro	Noroeste	3A	224,98	855,52	0,26
1395	Vila Nova Cachoeirinha I	Noroeste	3C	291,04	1455,18	0,20
1137	Bairro das Indústrias II	Oeste	1C	53,14	270,42	0,20
1302	Padre Eustáquio	Noroeste	3A	98,35	530,36	0,19
1615	Cachoeirinha	Nordeste	4	304,04	1768,79	0,17
1354	Coração Eucarístico	Noroeste	3A	110,08	961,26	0,11
1345	Nova Cachoeirinha	Noroeste	3C	559,21	4997,98	0,11
1380	Alto dos Pinheiros	Noroeste	2	102,73	1021,04	0,10
1362	Minas Brasil	Noroeste	3A	215,34	2383,16	0,09
1614	Maria Virgínia	Nordeste	4	116,99	1323,69	0,09
1605	Eymard	Nordeste	5A	90,61	1065,31	0,09
1115	Jardinópolis	Oeste	2	32,28	382,92	0,08
1317	Caiçara-Adelaide	Noroeste	3B	389,98	4692,10	0,08
1145	Vila Madre Gertrudes I	Oeste	1C	128,57	1840,56	0,07
1138	Betânia	Oeste	1C	243,68	3610,72	0,07
1318	Monsenhor Messias	Noroeste	3B	196,70	3089,65	0,06
1628	Maria Goretti	Nordeste	5A	318,13	5479,19	0,06
1135	Betânia	Oeste	1C	318,73	5662,53	0,06
1111	Vista Alegre	Oeste	1C	345,56	6357,74	0,05
1348	Oeste	Oeste	2	71,50	1409,62	0,05
1139	Palmeiras	Oeste	1B	57,76	1343,81	0,04
1113	Madre Gertrudes	Oeste	1C	152,79	3857,00	0,04
1142	Buritis	Oeste	1A	105,54	2870,96	0,04
1136	Estrela do Oriente	Oeste	1B	237,15	6758,56	0,04
1343	Vila Sumaré	Noroeste	3C	105,52	3724,02	0,03
1133	Palmeiras	Oeste	1B	118,58	4695,83	0,03
1657	Santa Cruz	Nordeste	4	98,35	4066,79	0,02
1342	Caiçaras	Noroeste	3B	39,74	1777,75	0,02
1114	Cabana do Pai Tomás	Oeste	1C	29,41	8455,77	0,00
1110	Nova Cintra	Oeste	1C	0,00	13602,12	0,00
1152	Buritis	Oeste	1B	0,00	229,80	0,00
1341	Alto Caiçaras	Noroeste	3B	0,00	2306,64	0,00
1344	Aparecida Sétima Seção	Noroeste	3C	0,00	4417,72	0,00
1352	João Pinheiro	Noroeste	2	0,00	5290,06	0,00
1353	Dom Cabral	Noroeste	3A	0,00	1030,76	0,00
1363	Oeste	Noroeste	2	0,00	2088,60	0,00

Área Homogênea	Nome da AH (bairro principal)	Regional Administrativa	Subtrecho	Vp _i	Va _i	MPR
1381	Oeste	Noroeste	2	0,00	0,00	0,00
1604	Palmares	Nordeste	4	0,00	2484,62	0,00
1606	São Paulo	Nordeste	5A	0,00	4878,74	0,00
1613	Santa Cruz	Nordeste	4	0,00	11568,07	0,00
1616	Vila N. Cachoeirinha IV	Nordeste	4	0,00	1090,00	0,00
1618	Cachoeirinha	Nordeste	4	0,00	3930,98	0,00
1634	Goiânia	Nordeste	5B	0,00	1526,42	0,00
1635	Maria Goretti	Nordeste	5A	0,00	2215,92	0,00
1636	Goiânia	Nordeste	5B	0,00	822,73	0,00
1656	Santa Cruz	Nordeste	4	0,00	4459,16	0,00
1660	Goiânia	Nordeste	5B	0,00	782,61	0,00
1671	Maria Goretti	Nordeste	5A	0,00	144,67	0,00
1672	Pirajá	Nordeste	5A	0,00	2680,15	0,00

APÊNDICE D – Resultados do indicador *Mobilidade Pedonal na Rodovia (MPR)* por Área Homogênea localizada na margem esquerda do Anel Rodoviário

Área Homogênea	Nome da (bairro principal)	AH	Regional Administrativa	Subtrecho	V _{p_i}	V _{a_i}	MPR
1112	Madre Gertrudes		Oeste	1C	447,87	673,81	0,66
1155	Sport Club		Oeste	2	147,06	258,95	0,57
1315	Jardim Alvorada		Pampulha	3B	1036,58	3239,18	0,32
1209	Bairro das Indústrias I		Barreiro	1C	111,10	371,24	0,30
1410	São Francisco		Pampulha	3C	792,81	3656,00	0,22
1210	Bonsucesso		Barreiro	1B	135,20	743,11	0,18
1246	Bairro Novo das Indústrias		Barreiro	1B	711,45	5151,34	0,14
1364	Califórnia		Noroeste	2	239,71	2044,24	0,12
1303	Jardim São José		Pampulha	3A	655,51	6129,50	0,11
1389	Engenho Nogueira		Pampulha	3B	10,23	107,42	0,10
1664	Dom Silvério		Nordeste	5B	92,02	1295,90	0,07
1365	Conjunto Califórnia I		Noroeste	3A	228,81	3525,05	0,06
1638	Nazaré		Nordeste	5B	563,25	8703,42	0,06
1245	Bonsucesso		Barreiro	1B	12,36	197,69	0,06
1304	Vila Jardim São José		Pampulha	3A	58,63	1048,11	0,06
1409	Universitário		Pampulha	4	291,04	5777,27	0,05
1208	Bairro das Indústrias I		Barreiro	1C	163,17	4263,47	0,04
1632	São Gabriel		Nordeste	5A	133,24	3935,27	0,03
1801	Providência		Norte	5A	116,99	3558,25	0,03
1405	Indaiá		Pampulha	4	119,93	3841,49	0,03
1215	Olhos d'Água		Barreiro	1A	167,54	6922,09	0,02
1305	Inconfidência		Pampulha	3A	105,26	4350,00	0,02
1388	Jardim Alvorada		Pampulha	3B	105,12	4388,91	0,02
1306	Novo Glória		Noroeste	3A	295,30	13899,58	0,02
1368	Dom Bosco		Noroeste	3A	56,77	2746,78	0,02
1207	Bairro das Indústrias I		Barreiro	1C	66,88	3824,37	0,02
1407	Liberdade		Pampulha	4	95,28	7401,91	0,01
1141	Virgínia		Oeste	2	0,00	51,30	0,00
1146	Camargos		Oeste	1C	0,00	0,00	0,00
1161	Camargos		Oeste	2	0,00	402,21	0,00
1212	Flávio Marques Lisboa		Barreiro	1B	0,00	5896,96	0,00
1213	Bonsucesso		Barreiro	1B	0,00	2862,48	0,00
1239	Bonsucesso		Barreiro	1A	0,00	1126,63	0,00
1244	Araguaia		Barreiro	1B	0,00	2427,93	0,00
1256	Bairro Novo das Indústrias		Barreiro	1B	0,00	0,00	0,00
1340	Jardim Alvorada		Pampulha	3B	0,00	801,91	0,00
1349	Santa Maria		Oeste	2	0,00	1472,58	0,00
1350	Camargos		Oeste	2	0,00	1735,28	0,00
1366	Califórnia		Noroeste	3A	0,00	378,71	0,00
1367	Álvaro Camargos		Noroeste	3A	0,00	1081,18	0,00
1370	Vila Califórnia		Noroeste	3A	0,00	3725,64	0,00

Área Homogênea	Nome da AH (bairro principal)	Regional Administrativa	Subtrecho	V _{p_i}	V _{a_i}	MPR
1372	Camargos	Oeste	2	0,00	211,15	0,00
1374	Santa Maria	Oeste	2	0,00	1186,02	0,00
1375	Santa Maria	Oeste	2	0,00	1075,96	0,00
1376	Camargos	Oeste	2	0,00	266,95	0,00
1379	Conjunto Califórnia II	Noroeste	3A	0,00	81,47	0,00
1385	Glória	Noroeste	3A	0,00	2595,09	0,00
1386	Dom Bosco	Noroeste	3A	0,00	1548,53	0,00
1404	Suzana	Pampulha	4	0,00	4694,41	0,00
1408	Santa Rosa	Pampulha	4	0,00	2357,30	0,00
1411	Campus UFMG	Pampulha	3C	0,00	4116,23	0,00
1414	Ouro Preto	Pampulha	3B	0,00	612,80	0,00
1442	Engenho Nogueira	Pampulha	3B	0,00	110,54	0,00
1444	Engenho Nogueira	Pampulha	3B	0,00	53,48	0,00
1631	São Gabriel	Nordeste	5A	0,00	1339,57	0,00
1633	São Gabriel	Nordeste	5A	0,00	5113,07	0,00
1640	Dom Silvério	Nordeste	5B	0,00	2755,99	0,00
1670	Vila Esplanada	Nordeste	5A	0,00	1246,97	0,00
1802	Primeiro de Maio	Norte	5A	0,00	3633,78	0,00
1803	Providência	Norte	5A	0,00	876,67	0,00
1804	Minaslândia	Norte	5A	0,00	3378,86	0,00

APÊNDICE E – Resultados do indicador *Razão de Atravessamento Pedonal (RAP)* por Área Homogênea localizada na margem direita do Anel Rodoviário

Área Homogênea	Nome da AH (bairro principal)	Regional Administrativa	Subtrecho	V _{pi}	V _{mi}	RAP
1395	Vila Nova Cachoeirinha I	Noroeste	3C	291,04	55,81	5,21
1111	Vista Alegre	Oeste	1C	345,56	133,74	2,58
1661	Vila da Luz	Nordeste	5B	563,25	275,79	2,04
1316	Alto Caiçaras	Noroeste	3B	237,42	151,82	1,56
1615	Cachoeirinha	Nordeste	4	304,04	201,27	1,51
1138	Betânia	Oeste	1C	243,68	207,62	1,17
1394	Sumaré	Noroeste	3C	5,12	5,60	0,91
1628	Maria Goretti	Nordeste	5A	318,13	375,39	0,85
1137	Bairro das Indústrias II	Oeste	1C	53,14	66,20	0,80
1302	Padre Eustáquio	Noroeste	3A	98,35	126,69	0,78
1150	Olhos d'Água	Oeste	1A	207,96	292,02	0,71
1317	Caiçara-Adelaide	Noroeste	3B	389,98	617,79	0,63
1145	Vila Madre Gertrudes I	Oeste	1C	128,57	219,23	0,59
1301	Padre Eustáquio	Noroeste	3A	992,75	1779,34	0,56
1343	Vila Sumaré	Noroeste	3C	105,52	191,80	0,55
1345	Nova Cachoeirinha	Noroeste	3C	559,21	1084,45	0,52
1136	Estrela do Oriente	Oeste	1B	237,15	512,31	0,46
1380	Alto dos Pinheiros	Noroeste	2	102,73	227,47	0,45
1133	Palmeiras	Oeste	1B	118,58	278,63	0,43
1113	Madre Gertrudes	Oeste	1C	152,79	398,78	0,38
1135	Betânia	Oeste	1C	318,73	836,80	0,38
1614	Maria Virgínia	Nordeste	4	116,99	406,59	0,29
1139	Palmeiras	Oeste	1B	57,76	209,32	0,28
1354	Coração Eucarístico	Noroeste	3A	110,08	419,38	0,26
1362	Minas Brasil	Noroeste	3A	215,34	820,57	0,26
1657	Santa Cruz	Nordeste	4	98,35	386,42	0,25
1318	Monsenhor Messias	Noroeste	3B	196,70	800,76	0,25
1115	Jardinópolis	Oeste	2	32,28	162,95	0,20
1348	Oeste	Oeste	2	71,50	571,91	0,13
1114	Cabana do Pai Tomás	Oeste	1C	29,41	350,27	0,08
1142	Buritis	Oeste	1A	105,54	1273,79	0,08
1342	Caiçaras	Noroeste	3B	39,74	1650,88	0,02
1110	Nova Cintra	Oeste	1C	0,00	561,27	0,00
1152	Buritis	Oeste	1B	0,00	17,36	0,00
1341	Alto Caiçaras	Noroeste	3B	0,00	728,82	0,00
1344	Aparecida Sétima Seção	Noroeste	3C	0,00	228,86	0,00
1352	João Pinheiro	Noroeste	2	0,00	982,28	0,00
1353	Dom Cabral	Noroeste	3A	0,00	94,21	0,00
1363	Oeste	Noroeste	2	0,00	256,72	0,00
1369	João Pinheiro	Noroeste	3A	224,98	0,00	0,00
1381	Oeste	Noroeste	2	0,00	55,39	0,00

Área Homogênea	Nome da AH (bairro principal)	Regional Administrativa	Subtrecho	Vp _i	Vm _i	RAP
1604	Palmares	Nordeste	4	0,00	739,59	0,00
1605	Eymard	Nordeste	5A	90,61	0,00	0,00
1606	São Paulo	Nordeste	5A	0,00	536,51	0,00
1613	Santa Cruz	Nordeste	4	0,00	911,80	0,00
1616	Vila Nova Cachoeirinha IV	Nordeste	4	0,00	151,67	0,00
1618	Cachoeirinha	Nordeste	4	0,00	421,68	0,00
1634	Goiânia	Nordeste	5B	0,00	88,42	0,00
1635	Maria Goretti	Nordeste	5A	0,00	0,00	0,00
1636	Goiânia	Nordeste	5B	0,00	570,98	0,00
1656	Santa Cruz	Nordeste	4	0,00	375,93	0,00
1660	Goiânia	Nordeste	5B	0,00	362,92	0,00
1671	Maria Goretti	Nordeste	5A	0,00	111,43	0,00
1672	Pirajá	Nordeste	5A	0,00	165,14	0,00

APÊNDICE F – Resultados do indicador *Razão de Atravessamento Pedonal (RAP)* por Área Homogênea localizada na margem esquerda do Anel Rodoviário

Área Homogênea	Nome da AH (bairro principal)	Regional Administrativa	Subtrecho	V _{p_i}	V _{m_i}	RAP
1315	Jardim Alvorada	Pampulha	3B	1036,58	214,28	4,84
1664	Dom Silvério	Nordeste	5B	92,02	43,23	2,13
1246	Bairro Novo das Indústrias	Barreiro	1B	711,45	666,02	1,07
1388	Jardim Alvorada	Pampulha	3B	105,12	99,26	1,06
1305	Inconfidência	Pampulha	3A	105,26	102,33	1,03
1155	Sport Club	Oeste	2	147,06	145,30	1,01
1303	Jardim São José	Pampulha	3A	655,51	648,32	1,01
1215	Olhos d'Água	Barreiro	1A	167,54	178,01	0,94
1209	Bairro das Indústrias I	Barreiro	1C	111,10	136,85	0,81
1410	São Francisco	Pampulha	3C	792,81	1317,41	0,60
1801	Providência	Norte	5A	116,99	203,09	0,58
1409	Universitário	Pampulha	4	291,04	510,47	0,57
1210	Bonsucesso	Barreiro	1B	135,20	251,99	0,54
1304	Vila Jardim São José	Pampulha	3A	58,63	112,43	0,52
1365	Conjunto Califórnia I	Noroeste	3A	228,81	503,64	0,45
1638	Nazaré	Nordeste	5B	563,25	1307,06	0,43
1207	Bairro das Indústrias I	Barreiro	1C	66,88	167,34	0,40
1208	Bairro das Indústrias I	Barreiro	1C	163,17	427,37	0,38
1364	Califórnia	Noroeste	2	239,71	714,61	0,34
1306	Novo Glória	Noroeste	3A	295,30	1079,91	0,27
1245	Bonsucesso	Barreiro	1B	12,36	50,00	0,25
1405	Indaiá	Pampulha	4	119,93	529,31	0,23
1632	São Gabriel	Nordeste	5A	133,24	621,09	0,21
1407	Liberdade	Pampulha	4	95,28	1041,77	0,09
1389	Engenho Nogueira	Pampulha	3B	10,23	125,41	0,08
1368	Dom Bosco	Noroeste	3A	56,77	804,06	0,07
1112	Madre Gertrudes	Oeste	1C	447,87	0,00	0,00
1141	Virgínia	Oeste	2	0,00	24,59	0,00
1146	Camargos	Oeste	1C	0,00	0,00	0,00
1161	Camargos	Oeste	2	0,00	89,50	0,00
1212	Flávio Marques Lisboa	Barreiro	1B	0,00	284,17	0,00
1213	Bonsucesso	Barreiro	1B	0,00	113,79	0,00
1239	Bonsucesso	Barreiro	1A	0,00	98,74	0,00
1244	Araguaia	Barreiro	1B	0,00	275,66	0,00
1256	Bairro Novo das Indústrias	Barreiro	1B	0,00	0,00	0,00
1340	Jardim Alvorada	Pampulha	3B	0,00	392,20	0,00
1349	Santa Maria	Oeste	2	0,00	692,65	0,00
1350	Camargos	Oeste	2	0,00	98,92	0,00
1366	Califórnia	Noroeste	3A	0,00	155,56	0,00
1367	Álvaro Camargos	Noroeste	3A	0,00	124,32	0,00
1370	Vila Califórnia	Noroeste	3A	0,00	333,84	0,00

Área Homogênea	Nome da AH (bairro principal)	Regional Administrativa	Subtrecho	V _{p_i}	V _{m_i}	RAP
1372	Camargos	Oeste	2	0,00	111,95	0,00
1374	Santa Maria	Oeste	2	0,00	196,81	0,00
1375	Santa Maria	Oeste	2	0,00	0,00	0,00
1376	Camargos	Oeste	2	0,00	255,26	0,00
1379	Conjunto Califórnia II	Noroeste	3A	0,00	52,51	0,00
1385	Glória	Noroeste	3A	0,00	186,80	0,00
1386	Dom Bosco	Noroeste	3A	0,00	174,42	0,00
1404	Suzana	Pampulha	4	0,00	241,69	0,00
1408	Santa Rosa	Pampulha	4	0,00	111,91	0,00
1411	Campus UFMG	Pampulha	3C	0,00	4584,38	0,00
1414	Ouro Preto	Pampulha	3B	0,00	114,54	0,00
1442	Engenho Nogueira	Pampulha	3B	0,00	81,54	0,00
1444	Engenho Nogueira	Pampulha	3B	0,00	134,01	0,00
1631	São Gabriel	Nordeste	5A	0,00	706,83	0,00
1633	São Gabriel	Nordeste	5A	0,00	228,33	0,00
1640	Dom Silvério	Nordeste	5B	0,00	0,00	0,00
1670	Vila Esplanada	Nordeste	5A	0,00	75,74	0,00
1802	Primeiro de Maio	Norte	5A	0,00	112,17	0,00
1803	Providência	Norte	5A	0,00	0,00	0,00
1804	Minaslândia	Norte	5A	0,00	93,88	0,00

APÊNDICE G – Resultados do Indicador de Acesso à Passarela (IAP) por Área Homogênea localizada na margem direita do Anel Rodoviário

Área Homogênea	Nome da AH (bairro principal)	Regional Administrativa	Subtrecho	Σp_i	D_i (km)	IAP
1615	Cachoeirinha	Nordeste	4	4	0,28	14,18
1113	Madre Gertrudes	Oeste	1C	3	0,33	9,04
1145	Vila Madre Gertrudes I	Oeste	1C	3	0,34	8,77
1137	Bairro das Indústrias II	Oeste	1C	2	0,27	7,46
1348	Oeste	Oeste	2	2	0,27	7,35
1369	João Pinheiro	Noroeste	3A	2	0,29	6,83
1111	Vista Alegre	Oeste	1C	3	0,45	6,61
1395	Vila Nova Cachoeirinha I	Noroeste	3C	3	0,46	6,49
1353	Dom Cabral	Noroeste	3A	2	0,35	5,75
1115	Jardinópolis	Oeste	2	3	0,55	5,50
1345	Nova Cachoeirinha	Noroeste	3C	2	0,38	5,32
1316	Alto Caiçaras	Noroeste	3B	2	0,40	5,05
1394	Sumaré	Noroeste	3C	2	0,40	4,99
1614	Maria Virgínia	Nordeste	4	1	0,21	4,83
1342	Caiçaras	Noroeste	3B	2	0,42	4,73
1656	Santa Cruz	Nordeste	4	2	0,45	4,48
1635	Maria Goretti	Nordeste	5A	2	0,45	4,46
1138	Betânia	Oeste	1C	2	0,63	3,18
1628	Maria Goretti	Nordeste	5A	2	0,64	3,12
1380	Alto dos Pinheiros	Noroeste	2	2	0,69	2,91
1616	Vila N. Cachoeirinha IV	Nordeste	4	2	0,72	2,79
1352	João Pinheiro	Noroeste	2	2	0,72	2,78
1634	Goiânia	Nordeste	5B	1	0,37	2,73
1317	Caiçara-Adelaide	Noroeste	3B	1	0,40	2,53
1671	Maria Goretti	Nordeste	5A	2	0,80	2,52
1302	Padre Eustáquio	Noroeste	3A	1	0,43	2,33
1344	Aparecida Sétima Seção	Noroeste	3C	2	0,93	2,15
1657	Santa Cruz	Nordeste	4	2	0,98	2,05
1343	Vila Sumaré	Noroeste	3C	1	0,50	1,99
1605	Eymard	Nordeste	5A	1	0,55	1,83
1152	Buritis	Oeste	1B	1	0,60	1,67
1661	Vila da Luz	Nordeste	5B	1	0,61	1,63
1672	Pirajá	Nordeste	5A	1	0,68	1,47
1354	Coração Eucarístico	Noroeste	3A	1	0,73	1,38
1660	Goiânia	Nordeste	5B	1	0,76	1,31
1604	Palmares	Nordeste	4	1	0,79	1,26
1139	Palmeiras	Oeste	1B	1	0,83	1,20

Área Homogênea	Nome da AH (bairro principal)	Regional Administrativa	Subtrecho	Σp_i	D_i (km)	IAP
1636	Goiânia	Nordeste	5B	1	0,87	1,15
1301	Padre Eustáquio	Noroeste	3A	1	0,89	1,13
1363	Oeste	Noroeste	2	1	0,89	1,12
1136	Estrela do Oriente	Oeste	1B	1	0,92	1,08
1114	Cabana do Pai Tomás	Oeste	1C	1	0,94	1,06
1110	Nova Cintra	Oeste	1C	0	1,41	0,00
1133	Palmeiras	Oeste	1B	0	1,45	0,00
1135	Betânia	Oeste	1C	0	1,11	0,00
1142	Buritis	Oeste	1A	0	1,66	0,00
1150	Olhos d'Água	Oeste	1A	0	1,37	0,00
1318	Monsenhor Messias	Noroeste	3B	0	1,08	0,00
1341	Alto Caiçaras	Noroeste	3B	0	1,06	0,00
1362	Minas Brasil	Noroeste	3A	0	1,05	0,00
1381	Oeste	Noroeste	2	0	1,23	0,00
1606	São Paulo	Nordeste	5A	0	1,14	0,00
1613	Santa Cruz	Nordeste	4	0	1,12	0,00
1618	Cachoeirinha	Nordeste	4	0	1,13	0,00

APÊNDICE H – Resultados do Indicador de Acesso à Passarela (IAP) por Área Homogênea localizada na margem esquerda do Anel Rodoviário

Área Homogênea	Nome da AH (bairro principal)	Regional Administrativa	Subtrecho	Σp_i	D_i (km)	IAP
1409	Universitário	Pampulha	4	2	0,04	45,45
1146	Camargos	Oeste	1C	3	0,14	20,83
1112	Madre Gertrudes	Oeste	1C	3	0,16	18,52
1161	Camargos	Oeste	2	3	0,18	16,76
1155	Sport Club	Oeste	2	3	0,38	7,87
1372	Camargos	Oeste	2	3	0,42	7,21
1410	São Francisco	Pampulha	3C	3	0,46	6,56
1631	São Gabriel	Nordeste	5A	2	0,37	5,36
1365	Conjunto Califórnia I	Noroeste	3A	2	0,40	4,95
1208	Bairro das Indústrias I	Barreiro	1C	2	0,41	4,93
1368	Dom Bosco	Noroeste	3A	2	0,42	4,73
1389	Engenho Nogueira	Pampulha	3B	2	0,47	4,26
1664	Dom Silvério	Nordeste	5B	2	0,48	4,20
1207	Bairro das Indústrias I	Barreiro	1C	2	0,53	3,75
1442	Engenho Nogueira	Pampulha	3B	2	0,54	3,72
1376	Camargos	Oeste	2	2	0,55	3,62
1349	Santa Maria	Oeste	2	1	0,34	2,99
1367	Álvaro Camargos	Noroeste	3A	2	0,71	2,81
1370	Vila Califórnia	Noroeste	3A	2	0,72	2,77
1632	São Gabriel	Nordeste	5A	2	0,72	2,77
1404	Suzana	Pampulha	4	1	0,38	2,64
1340	Jardim Alvorada	Pampulha	3B	2	0,77	2,59
1303	Jardim São José	Pampulha	3A	1	0,39	2,54
1246	Bairro Novo das Indústrias	Barreiro	1B	1	0,46	2,16
1315	Jardim Alvorada	Pampulha	3B	1	0,52	1,91
1640	Dom Silvério	Nordeste	5B	1	0,54	1,84
1304	Vila Jardim São José	Pampulha	3A	1	0,56	1,79
1633	São Gabriel	Nordeste	5A	1	0,57	1,77
1670	Vila Esplanada	Nordeste	5A	1	0,64	1,56
1245	Bonsucesso	Barreiro	1B	1	0,65	1,55
1215	Olhos d'Água	Barreiro	1A	1	0,69	1,45
1210	Bonsucesso	Barreiro	1B	1	0,77	1,31
1379	Conjunto Califórnia II	Noroeste	3A	1	0,78	1,28
1375	Santa Maria	Oeste	2	1	0,79	1,26
1350	Camargos	Oeste	2	1	0,83	1,20
1408	Santa Rosa	Pampulha	4	1	0,86	1,16
1386	Dom Bosco	Noroeste	3A	1	0,87	1,15

Área Homogênea	Nome da AH (bairro principal)	Regional Administrativa	Subtrecho	Σp_i	D_i (km)	IAP
1388	Jardim Alvorada	Pampulha	3B	1	0,87	1,15
1801	Providência	Norte	5A	1	0,89	1,13
1638	Nazaré	Nordeste	5B	1	0,92	1,09
1405	Indaiá	Pampulha	4	1	0,93	1,08
1374	Santa Maria	Oeste	2	1	0,97	1,03
1414	Ouro Preto	Pampulha	3B	1	0,98	1,02
1803	Providência	Norte	5A	1	0,98	1,02
1213	Bonsucesso	Barreiro	1B	1	0,99	1,01
1141	Virgínia	Oeste	2	0	1,03	0,00
1209	Bairro das Indústrias I	Barreiro	1C	0	1,21	0,00
1212	Flávio Marques Lisboa	Barreiro	1B	0	1,22	0,00
1239	Bonsucesso	Barreiro	1A	0	1,08	0,00
1244	Araguaia	Barreiro	1B	0	1,45	0,00
1256	Bairro Novo das Indústrias	Barreiro	1B	0	1,03	0,00
1305	Inconfidência	Pampulha	3A	0	1,04	0,00
1306	Novo Glória	Noroeste	3A	0	1,85	0,00
1364	Califórnia	Noroeste	2	0	1,12	0,00
1366	Califórnia	Noroeste	3A	0	1,30	0,00
1385	Glória	Noroeste	3A	0	1,21	0,00
1407	Liberdade	Pampulha	4	0	1,49	0,00
1411	Campus UFMG	Pampulha	3C	0	1,33	0,00
1444	Engenho Nogueira	Pampulha	3B	0	1,10	0,00
1802	Primeiro de Maio	Norte	5A	0	1,16	0,00
1804	Minaslândia	Norte	5A	0	1,44	0,00

ANEXOS

ANEXO A – Fatores que influenciam as rotas dos pedestres por categoria e tipo de interação

Interação	Categoria	Fatores
Interação do pedestre com o meio ambiente	Ambiente do pedestre	Uniformidade de superfície
		Sinais táteis
		Largura da calçada
		Tipo de pavimento
		Rampas
		Corrimão
		Guarda-corpos
		Obstruções pelo mobiliário urbano
		Bancos
		Pontos de encontro
		Sanitários
		Largura da faixa de rodagem e número de faixas
		Posicionamento do cruzamento
		Distância de cruzamento
		Travessia de pedestre em nível sinalizada: dispositivos e semaforização
		Sinalização semafórica do tráfego de nível
		Travessia de pedestre em nível não sinalizada
	Travessia de pedestre em desnível não sinalizada: passarelas, pontes.	
	Drenagem, formação de poças, respingo dos veículos	
	Limpeza: lixo, sujeira de animais, pichação	
	Rede de pedestres	Conectividade
		Linhas de desejo
	Forma urbana	Muros brancos/pretos (sem atratividade)
Funcionalidade		
Legibilidade		
Senso de lugar		
Uso da terra	Escala: dominação humana ou de outro modo (ex. automóvel)	
	Localização dos serviços	
Interação do pedestre com outros usuários do sistema de tráfego	Tráfego	Traçado das ruas e distância da quadra
		Volume, velocidade, composição, faróis, medo, ansiedade, intimidação, perigo.
	Segurança pessoal	Outros usuários/pedestres
Comportamento intimidador (ex. bêbados)		

Fonte: Hodgson *et al.* (2004, p. 11, tradução nossa)