



ANÁLISE DA MACRO E MICROACESSIBILIDADE NA EXCLUSÃO SOCIAL:  
ESTUDO DE CASO DA CIDADE DE BELO HORIZONTE

Evelyn Cortez Alves Bethonico

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Transportes.

Orientador: Licínio da Silva Portugal

Rio de Janeiro  
Setembro de 2023

ANÁLISE DA MACRO E MICROACESSIBILIDADE NA EXCLUSÃO  
SOCIAL: ESTUDO DE CASO DA CIDADE DE BELO HORIZONTE

Evelyn Cortez Alves Bethonico

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO  
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE)  
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS  
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM  
CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES.

Orientador: Licio da Silva Portugal

Aprovada por: Profa. Marina Leite de Barros Baltar

Prof. Licínio da Silva Portugal

Prof. Leandro Cardoso

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

SETEMBRO DE 2023

Bethonico, Evelyn Cortez Alves

ANÁLISE DA MACRO E  
MICROACESSIBILIDADE NA EXCLUSÃO SOCIAL:  
Estudo de Caso da Cidade de Belo Horizonte– Rio de  
Janeiro: UFRJ/COPPE, 2023.

XVII, 120 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Licinio da Silva Portugal

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de  
Engenharia de Transportes, 2023.

Referências Bibliográficas: p. 114-120.

1. Microaccessibility. 2. Macroaccessibility. 3. Social  
Exclusion. I. Portugal, Licinio *et al.* II. Universidade  
Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de  
Engenharia de Transportes. III. Título.

*“Se a educação sozinha não transforma  
a sociedade, sem ela tampouco a  
sociedade muda”*

*Paulo Freire*

*Ao Felipe,  
esse feliz presente que o mundo dos  
transportes me deu. E que nunca me  
deixou desistir desse sonho.*

# Agradecimentos

Não poderia começar este texto sem mencionar que cursar um mestrado foi, é e sempre será desafiador. Mas ter uma pandemia no meio do caminho transformou o desafio em algo ainda maior. A gratidão a cada um que de alguma forma fez parte desse processo e não me deixou desistir desse sonho cresce de forma exponencial.

Começo agradecendo aos meus pais, Érika e Luciano, que me deram a vida, a educação, o incentivo e a liberdade de ser quem eu quiser. Obrigada por tudo o que fizeram e fazem por mim e por todo amor! Esta conquista também é de vocês!

Ao meu irmão, Érick, pelo apoio emocional e por todo amor que sempre me deu.

À minha tia Elaine, a maior incentivadora da minha vida acadêmica. Obrigada por todo apoio emocional e de conhecimento que me deu. Como nada é por acaso, o destino permitiu que você esteja aqui no Brasil no momento da minha defesa para acompanhar de perto esta conquista, que também é sua.

À minha avó, Elizabeth (in memoriam), por toda torcida ao longo de toda a minha vida acadêmica e profissional. Sua torcida foi tão grande, que me permitiu ter a honra de te ter como plateia desta defesa no dia 5 de setembro de 2023, de receber seus parabéns por esta conquista e 3 dias depois, fazer sua passagem e ir de encontro a Deus. Obrigada por essa permissão, vó! Seguirei daqui fazendo o possível para te orgulhar daí!

Aos meus tios e padrinhos, Analucia e Antônio, pela torcida e incentivo de sempre!

Aos meus companheiros de faculdade, que se tornaram irmãos de caminhada e que por diversas vezes me tranquilizaram com escuta ativa, apoio e amor: Jéssica, Alessandra, Fernanda e Daniel.

Aos diversos profissionais que tive a sorte e honra de “esbarrar” ao longo do caminho e que talvez nem saibam, mas me inspiram e me ajudaram demais no processo. Agradeço especialmente à Richele Cabral, Miguel Ângelo, Luciana Pires, Natália Kozlowski, Mariana Thebit, Flavia Felix, Luiza Arouca e Cesar Parada.

À Eunice Horácio, agradeço por todo apoio antes e durante o mestrado! Nas orientações, ideias de pesquisa e por ser uma referência profissional para mim.

Ao meu querido orientador, Licínio Portugal, que já era uma referência acadêmica para mim antes de iniciar o mestrado e que após conhecê-lo pessoalmente tive a grata surpresa de encontrar um ser humano incrível. Com o senhor, aprendi muitas coisas, mas creio que a maior delas é entender que a humildade é a virtude dos excepcionais! Muito obrigada por todo apoio e paciência durante o processo. Sem o senhor este trabalho não seria metade do que é!

Agradeço à professora Marina Baltar e ao professor Leandro Cardoso, que gentilmente aceitaram o convite de compor minha banca, contribuindo com este trabalho!

À Jane e Helena da Secretaria do PET por tirarem minhas dúvidas e me “salvarem” diversas vezes.

A todos os colegas de turma do PET que ingressaram comigo nesta aventura em 2018.

E por fim, ao meu companheiro, marido, amigo e colega de profissão, Felipe Bethonico. Muito obrigada por todo apoio, especialmente na fase final de elaboração deste trabalho! Em você encontro apoio técnico, emocional, parceria e muito bom humor para enfrentar os desafios. Que sorte a minha! Obrigada por tudo!

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

ANÁLISE DA MACRO E MICROACESSIBILIDADE NA EXCLUSÃO SOCIAL:  
ESTUDO DE CASO DA CIDADE DE BELO HORIZONTE

Evelyn Cortez Alves Bethonico

Setembro/2023

Orientador: Licínio Portugal

Programa: Engenharia de Transportes

Este trabalho propõe o desenvolvimento de um procedimento metodológico para a identificação e avaliação de áreas que são potencialmente excluídas socialmente, tendo em conta as condições de acessibilidade tanto na macro quanto na microescala, bem como as variáveis relacionadas à renda média domiciliar. A abordagem é aplicada na cidade de Belo Horizonte, com base em dados populacionais, socioeconômicos e de acesso a oportunidades de instituições de ensino para identificar regiões de baixa renda que podem estar sendo excluídas devido a uma oferta inadequada de transporte público (macroacessibilidade) e/ou trechos desfavoráveis para pedestres (microacessibilidade). Este estudo contribui não apenas para o entendimento das disparidades socioeconômicas, mas também para embasar políticas de desenvolvimento urbano mais inclusivas e equitativas.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

ANALYSIS OF MACRO AND MICROACCESSIBILITY IN SOCIAL EXCLUSION:  
CASE STUDY FROM THE CITY OF BELO HORIZONTE

Evelyn Cortez Alves Bethonico

September/2023

Advisor: Licinio Portugal

Department: Transportation Engineering

This work proposes the development of a methodological procedure for the identification and assessment of areas that are potentially socially excluded, considering accessibility conditions at both macro and micro scales, as well as variables related to average household income. The approach is applied in the city of Belo Horizonte, based on population, socioeconomic, and educational opportunity access data to identify low-income regions that might be excluded due to inadequate public transportation (macro-accessibility) and/or pedestrian-unfriendly segments (micro-accessibility). The results highlight the ability of spatial analysis tools to identify areas lacking infrastructure and public transport, showing promising potential for application in different geographical contexts. This study contributes not only to comprehending socioeconomic disparities but also to underpinning more inclusive and equitable urban development policies.

# SUMÁRIO

Agradecimentos .....	vi
Lista de figuras.....	xiii
Lista de tabelas.....	xvii
1. Introdução .....	1
1.1. Descrição do problema de pesquisa e hipóteses .....	3
1.2. Objetivos Geral e Específicos.....	4
1.3. Justificativa e Relevância .....	4
1.4. Estrutura do Trabalho .....	8
2. Revisão Bibliográfica .....	9
2.1 Exclusão social.....	9
2.1.1 Exclusão social baseada na cor (etnia).....	9
2.1.2 Exclusão social baseada na pobreza .....	10
2.1.3 Exclusão social baseada no mercado de trabalho .....	12
2.1.4 Exclusão social relacionada ao transporte .....	13
2.2 Acessibilidade .....	16
2.2.1 Dimensões da Acessibilidade .....	18
2.2.2 Medidas de Acessibilidade .....	19
2.2.3 Escalas da Acessibilidade .....	22
2.2.4 Macroacessibilidade.....	23
2.2.5 Microacessibilidade .....	26
2.2.6 Relação entre acessibilidade e exclusão social .....	30
3. Caracterização da área de estudo .....	33
3.1 Considerações Iniciais.....	33
3.2 Informações Gerais .....	33
3.3 Distribuição de renda, distribuição populacional e desigualdade .....	35
3.4 Contexto histórico de urbanização e reflexos na dinâmica atual de Belo Horizonte .....	40
3.5 Desenvolvimento dos transportes públicos coletivos e reflexos na conformação atual.....	44
4. Procedimento metodológico .....	52

4.1	Considerações iniciais .....	52
4.2	Procedimento proposto.....	53
4.3	Tratamento de dados para construção de bases geográficas .....	56
4.3.1	Criação de camadas de localização das escolas.....	58
4.3.2	Criação da camada Renda.....	59
4.3.3	Criação da camada População .....	60
4.4	Base de dados geográficos de Microacessibilidade .....	61
4.4.1	Desmembramento da Camada unida walk nos três níveis de ensino....	62
4.4.2	Classes da camada de declividade .....	62
4.4.3	Associação dos atributos de Microacessibilidade.....	65
4.4.4	Criação das camadas de resultado - Microacessibilidade .....	66
4.5	Base de dados geográficos de Macroacessibilidade.....	67
4.5.1	Desmembramento da Camada unida public_transport nos três níveis de ensino	67
4.5.2	Importação e tratamento de dados do GTFS.....	68
4.5.3	Adição do <i>headway</i> proveniente do GTFS à camada Rede de ônibus .	70
4.5.4	Associação dos atributos e criação das camadas de resultado de Macroacessibilidade .....	71
4.6	Análise conjunta das escalas micro e macro .....	73
4.7	Associação das áreas excluídas com a variável renda.....	75
5.	Resultados e análises .....	76
5.1	Considerações iniciais .....	76
5.2	Análise das condições de acessibilidade na microescala .....	76
5.2.1	Acesso a escolas públicas de educação infantil .....	76
5.2.2	Acesso a escolas públicas de ensino fundamental .....	79
5.2.3	Acesso a escolas públicas de ensino médio .....	82
5.3	Análise das condições de acessibilidade na macroescala.....	84
5.3.1	Acesso a escolas públicas de educação infantil .....	84
5.3.2	Acesso a escolas públicas de ensino fundamental .....	88
5.3.3	Acesso a escolas públicas de ensino médio .....	91
5.4	Análise da acessibilidade global (microacessibilidade x macroacessibilidade)	94
5.4.1	Acesso a escolas públicas de educação infantil .....	94
5.4.2	Acesso a escolas públicas de ensino fundamental .....	95
5.4.3	Acesso a escolas públicas de ensino médio .....	96

5.5	Análise dos fatores socioeconômicos associados à exclusão social .....	97
5.5.1	Acesso a escolas públicas de educação infantil .....	98
5.5.2	Acesso a escolas públicas de ensino fundamental .....	102
5.5.3	Acesso a escolas públicas de ensino médio .....	104
5.6	Síntese dos resultados.....	106
6.	Conclusões e recomendações.....	109
6.1	Limitações e recomendações para trabalhos futuros.....	113
	Referências bibliográficas.....	114

# Lista de figuras

Figura 1 – Trabalhos que tratam da acessibilidade sob a dimensão macro do transporte público .....	5
Figura 2 – Trabalhos que tratam da acessibilidade sob a dimensão micro da caminhada.....	5
Figura 3 – Trabalhos que tratam da acessibilidade sob as dimensões macro (transporte público) e micro (caminhada) .....	7
Figura 4 – Índice Global de Pobreza Multidimensional: dimensões e indicadores da pobreza	11
Figura 5 – Medida de contorno. Oportunidades (pontos roxos) são classificadas por zonas de tempo (A – até 15 minutos, B – entre 15 e 30 minutos e C – mais de 30 minutos) a partir do ponto de referência (ponto preto).....	20
Figura 6 – Medida de gravidade. As oportunidades (pontos roxos) são representadas pelos tempos reais de viagem em minutos a partir do ponto de referência (ponto preto)	21
Figura 7 – Rota ciclável em Paris, a cidade de 15 minutos .....	28
Figura 8 – Comparativo de dimensões territoriais dos municípios de Brasília, Rio de Janeiro e Belo Horizonte.....	34
Figura 9 – Série histórica do Coeficiente de Gini para a cidade de Belo Horizonte	35
Figura 10 – Série histórica da renda média da cidade de Belo Horizonte .....	36
Figura 11 – % de pessoas em situação de pobreza nas RM's brasileiras .....	37
Figura 12 – Regionais de Belo Horizonte.....	38
Figura 13 – Renda média nas regionais de Belo Horizonte.....	39
Figura 14 – Distribuição populacional nas regionais de Belo Horizonte. ....	40
Figura 15 – Planta da Cidade de Belo Horizonte em 1895.....	42
Figura 16 – Expansão da Mancha Urbana de Belo Horizonte.....	44
Figura 17 – Primeira linha de ônibus de Belo Horizonte, em 1923.....	45
Figura 18 – Linha do tempo: desenvolvimento dos sistemas de transporte público coletivos na cidade de Belo Horizonte .....	49
Figura 19 – Abrangência dos sistemas de transporte público coletivo da cidade de Belo Horizonte.....	50
Figura 20 – Distribuição modal (%) dentre os modos de transporte coletivos na Cidade de Belo Horizonte.....	51

Figura 21 – Procedimento metodológico proposto.....	54
4. Figura 22 – Base de dados do IPEA.....	56
Figura 23 – Camadas de dados obtidas através do WFS da Prefeitura de Belo Horizonte .....	57
Figura 24 – Geração das camadas com dados provenientes do IPEA .....	58
Figura 25 – Criação de camadas de localização das escolas .....	59
Figura 26 – Classes de renda em quintis.....	60
Figura 27 – Classes de população em quartis .....	61
Figura 28 – Classes de inaccessibilidade a estabelecimentos de ensino infantil por caminhada.....	62
Figura 29 – Inclinação longitudinal em passeios de Belo Horizonte .....	64
Figura 30 – Classes da camada de declividade.....	65
Figura 31 – Associação dos atributos de microaccessibilidade.....	65
Figura 32 – Criação das camadas de resultado .....	67
Figura 33 – Classes de inaccessibilidade a estabelecimentos de ensino infantil.....	68
Figura 34 – Tratamento de dados de GTFS para obtenção dos headways .....	69
Figura 35 – Adição da informação dos headways à camada Rede de Ônibus.....	70
Figura 36 – Adição da informação dos headways à camada Rede de Ônibus.....	71
Figura 37 – Buffers de 500m e 1000m a partir de hexágono para avaliar acesso ao transporte público (pontos de ônibus) .....	72
Figura 38 – Análise de oferta (headways) para avaliar o acesso ao transporte público. 73	
Figura 39 – Análise global e situação de interesse. ....	74
Figura 40 – Análise das variáveis de microaccessibilidade no acesso a escolas de educação infantil – hexágonos que não acessam nenhuma oportunidade em 30 minutos de caminhada. ....	77
Figura 41 – Microaccessibilidade em áreas com acesso restrito a escolas de educação infantil. 78	
Figura 42 – Travessias de pedestres em Belo Horizonte .....	79
Figura 43 – Análise das variáveis de microaccessibilidade no acesso a escolas de ensino fundamental – hexágonos que não acessam nenhuma oportunidade em 30 minutos de caminhada. ....	80
Figura 44 – Microaccessibilidade em áreas com acesso restrito a escolas de ensino fundamental. ....	81

Figura 45 – Análise das variáveis de microacessibilidade no acesso a escolas de ensino médio – hexágonos que não acessam nenhuma oportunidade em 30 minutos de caminhada.....	82
Figura 46 – Microacessibilidade em áreas com acesso restrito a escolas de ensino médio	83
Figura 47 – Atendimento do transporte público no acesso a escolas de educação infantil – distância até o ponto de ônibus mais próximo. ....	85
Figura 48 – Headway das linhas mais próximas no acesso a escolas de educação infantil.	86
Figura 49 –Avaliação da macroacessibilidade a escolas de educação infantil. ....	87
Figura 50 – Atendimento do transporte público no acesso a escolas de ensino fundamental – distância até o ponto de ônibus mais próximo.....	88
Figura 51 – Headway das linhas mais próximas no acesso a escolas de ensino fundamental .....	89
Figura 52 –Avaliação da macroacessibilidade a escolas de ensino fundamental. .	90
Figura 53 – Atendimento do transporte público no acesso a escolas de ensino médio – distância até o ponto de ônibus mais próximo.....	91
Figura 54 – Headway das linhas mais próximas no acesso a escolas de ensino médio.	92
Figura 55 –Avaliação da macroacessibilidade a escolas de ensino médio. ....	93
Figura 56 –Análise da acessibilidade global a escolas de educação infantil. ....	95
Figura 57 –Análise da acessibilidade global a escolas de ensino fundamental. ....	96
Figura 58 –Análise da acessibilidade global a escolas de ensino médio. ....	97
Figura 59 –Análise da acessibilidade global a escolas de educação infantil associada à variável renda.....	99
Figura 60 –Classificação da acessibilidade global – educação infantil .....	101
Figura 61 –Análise da acessibilidade global a escolas de ensino fundamental associada à variável renda. ....	102
Figura 62 –Classificação da acessibilidade global – ensino fundamental .....	103
Figura 63 –Análise da acessibilidade global a escolas de ensino médio associada à variável renda. ....	104
Figura 64 – Classificação da acessibilidade global – ensino médio .....	105
Figura 65 – Locais onde há deslocamento de 30 minutos ou mais para uma escola pública por caminhada.....	106

Figura 66 – Locais onde há deslocamento de 30 minutos ou mais para uma escola pública por transporte público ..... 106

Figura 67 – Locais onde há deslocamento de pelo menos 30 minutos para uma escola pública por transporte público ..... 107

# Lista de tabelas

<i>Tabela 1 – Distribuição da população belo-horizontina em 1912 .....</i>	<i>43</i>
Tabela 2 – Dados utilizados para identificação de áreas potencialmente excluídas	
55	
Tabela 3 – Dimensionamento de rampas .....	63
Tabela 4 – Amostra de dados de microacessibilidade a estabelecimentos de ensino médio	66
Tabela 5 - Correlação entre os níveis de acessibilidade e a renda por decis - Educação Infantil .....	110
Tabela 6 - Correlação entre os níveis de acessibilidade e a renda por decis - Ensino Fundamental .....	110
Tabela 7 - Correlação entre os níveis de acessibilidade e a renda por decis - Ensino Médio	110

# 1.Introdução

O direito de ir e vir de todo cidadão deveria ser assegurado, por mais complexa que seja a disposição espacial da cidade em que ele vive. Porém, o que se observa em muitas cidades de países em desenvolvimento, como o Brasil, é que o sistema de transportes e a infraestrutura de redes viárias não têm acompanhado, de forma planejada e articulada, o crescimento populacional e a ocupação do solo, provocando uma distribuição das oportunidades e da oferta de transportes não equitativa ao longo do território. Tal cenário impõe condições precárias de acessibilidade, especialmente para os grupos de menor poder aquisitivo, por disporem de menos recursos para se deslocarem e alcançarem atividades básicas, o que é fundamental para o exercício pleno da cidadania e da inclusão social (GONZAGA *et al.*, 2022).

Qualquer pessoa tem suas necessidades de deslocamento, que podem envolver motivos de trabalho, saúde, educação ou lazer. Essas necessidades são inerentes à existência humana e estão asseguradas como direito social na Constituição Federal.

O rápido crescimento da população e de extensão territorial de metrópoles é um catalizador de muitos desafios: pobreza e disparidades de renda, núcleos urbanos superlotados, redes viárias mal projetadas, desajustes entre habitações e empregos, deterioração das condições ambientais e perdas econômicas pelo extremo congestionamento. Tais problemas poderiam ser amenizados pela coordenação de políticas locais de transportes e de desenvolvimento urbano (CERVERO, 2013).

Estas políticas influenciam os níveis de acessibilidade urbana. Segundo Pereira *et al* (2022), “acessibilidade é a facilidade com que as pessoas conseguem alcançar lugares e oportunidades”. Além disso, destaca que ela é um resultado da conectividade e performance dos sistemas de transporte, da organização espacial das cidades em termos de distribuição da população, atividades econômicas e serviços públicos por seu território.

Portanto, a facilidade ou dificuldade de acesso se expressa pela impedância (ou função desutilidade) vinculada ao deslocamento das pessoas (tempo de viagem, custo dos transportes, risco de acidentes, etc). Na medida em que aumenta tal impedância, as pessoas tendem a ter maiores restrições para alcançar e realizar as atividades, o que pode

implicar na exclusão social, principalmente para os segmentos sociais mais pobres e vulneráveis, como já citado.

Nesse processo, e na busca por cidades mais inclusivas, é fundamental que as condições favoráveis de acessibilidade sejam fornecidas tanto na escala urbana (macroacessibilidade) como na escala local (microacessibilidade), assumindo que uma cidade inclusiva deve ser constituída por bairros completos. Estas duas dimensões são importantes para garantir que pessoas de todos os segmentos sociais sejam capazes de se deslocar até as oportunidades que cada região oferece (BARROZO E LEITE, 2021).

Conhecer a acessibilidade e suas diferentes dimensões em um espaço urbano permite que sejam evidenciados os casos em que a população demanda por deslocamentos, mas a cidade não oferece meios para realizá-los. Esta análise é muito importante do ponto de vista social. Lima *et al.* (2021) evidenciam que, parte da população não tem acesso adequado a oportunidades essenciais uma vez que não possuem adequadas macro e microacessibilidade a seu dispor, predominantemente nas localidades mais periféricas e/ou com população de menor poder aquisitivo.

Fica evidente um problema quando se considera que, apesar da presença de mais de 1000 km de corredores de transporte em 55 cidades brasileiras, apenas 20% da população que vive nas 9 regiões metropolitanas analisadas pela plataforma MobiliDADOS do ITDP tem acesso a uma estação de transporte que conecta a esses corredores. Quando levamos em conta fatores socioeconômicos, como renda baixa, gênero feminino e cor de pele (negros e pardos), esse número de pessoas diminui drasticamente. (ITDP, 2019).

Ao se abordar o tema da exclusão social fica claro o ciclo vicioso que relevante parte da população de grandes cidades sofre: pessoas de baixas renda e escolaridade, que vivem nos subúrbios de grandes metrópoles, enfrentam diariamente diversos obstáculos para alcançar atividades importantes às suas existências. Importantes não somente para a sobrevivência destas pessoas, mas também importantes para pôr um fim em tal ciclo.

É neste contexto que o acesso à educação surge como uma mediação fundamental no enfrentamento à pobreza e desigualdade social. Garcia e Hillesheim (2017) afirmam que a falta de acesso à educação pode ser uma das consequências da pobreza e desigualdade, e, por sua vez, a falta de acesso à educação pode perpetuar a pobreza e a exclusão social. Sendo então a educação vista como uma ferramenta tão importante para combater tais

problemas e promover a inclusão social, foi escolhido estudar o acesso a escolas de educação infantil, ensino fundamental e ensino médio, pois acredita-se que ela é uma das maiores ferramentas de mudanças de realidades sociais dos não favorecidos.

Tais fatos justificam que esta dissertação tenha a pretensão de contribuir para que condições mais favoráveis, dignas e inclusivas de acesso aos estabelecimentos de ensino sejam garantidas a todos, incluindo os mais pobres, seja por modalidades ativas, particularmente pela caminhada (microacessibilidade), seja por transporte público (macroacessibilidade).

### 1.1. Descrição do problema de pesquisa e hipóteses

A partir do contexto apresentado anteriormente, o objeto de estudo deste trabalho é a acessibilidade urbana em suas duas escalas, analisando suas implicações na exclusão social no que diz respeito ao acesso às oportunidades educacionais, bem como considerando que a qualidade de tal acessibilidade de uma localidade tem se mostrado relacionada às características socioeconômicas de seus moradores, a ser comprovado. E o problema de pesquisa a ser respondido é:

De que maneira a carência de acessibilidade às oportunidades educacionais, nas escalas local (microacessibilidade) e na escala urbana (macroacessibilidade), se relaciona com as variáveis socioeconômicas, assumindo que tal carência tende a ocorrer nos locais com menor poder aquisitivo, acentuando a desigualdade social?

Como pressupostos pode-se citar que: i) As condições de acesso para serem inclusivas devem ser adequadas e dignas nas duas escalas: no âmbito local (microacessibilidade) e no urbano (macroacessibilidade); ii) Tais condições de acesso ocorrem onde se dispõe de um ambiente que favorece e estimula os deslocamentos por modalidades ativa e pública, e; iii) Os grupos de menor poder aquisitivo tendem a ser mais sensíveis às impedências associadas às condições de acessibilidade, por não disporem de veículos motorizados individuais e serviços de internet, os tornando cativos dos deslocamentos físicos para alcançar e realizar suas atividades, portanto, merecedores de uma atenção especial.

A partir desta pergunta e pressupostos, tem-se como hipóteses:

- É possível desenvolver um procedimento metodológico que identifique áreas potencialmente excluídas socialmente a partir das condições de acessibilidade observadas nas escalas local e urbana.
- A falta de micro e macroacessibilidade adequadas ocorre mais frequentemente em áreas de baixo poder aquisitivo, dificultando o acesso a oportunidades educacionais com suas consequências no aumento da desigualdade e injustiça social.

## 1.2. Objetivos Geral e Específicos

Objetivo geral: Desenvolver um procedimento a ser utilizado para definir áreas potencialmente excluídas socialmente, levando em conta as condições de acessibilidade na macro e microescala, e a variável socioeconômica de renda.

Objetivos específicos:

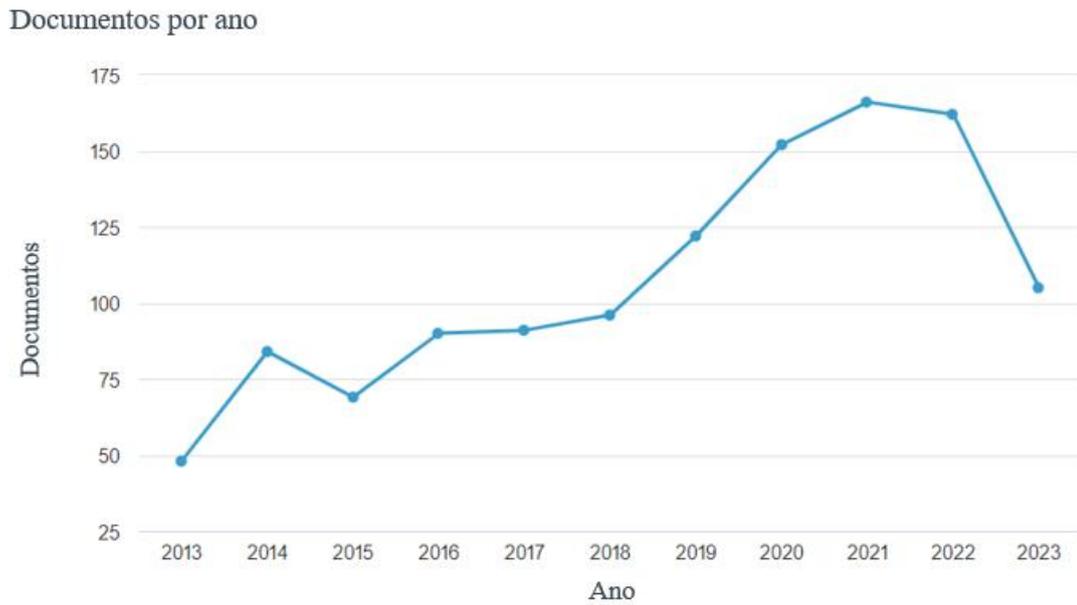
- Aplicar a metodologia na cidade de Belo Horizonte, a fim de fundamentá-la e disponibilizar um guia para seu uso futuro em outras cidades.
- Analisar os resultados desta aplicação a fim de verificar se a relação entre as áreas potencialmente excluídas tende a ocorrer onde estão os grupos de menor poder aquisitivo, confirmando uma das hipóteses.

## 1.3. Justificativa e Relevância

No aprofundamento da pesquisa, observou-se que muitos estudos de acessibilidade se dedicam a tratar do tema em apenas uma de suas escalas, em detrimento de uma abordagem conjunta e articulada entre elas. Em muitos casos, quando o objeto da pesquisa é a escala urbana (macroacessibilidade) pouca atenção é dada a aspectos de microacessibilidade, como índices de caminhabilidade em escala local e vice-versa, o que indica uma lacuna na literatura científica consultada, a ser contemplada nesta dissertação.

Ao pesquisar os termos “transit AND accessibility AND Transportation” na base de dados Scopus, entre os anos de 2013 e 2022 e excluindo áreas de conhecimento não correlatas, obteve-se 1185 documentos como resultado. A Figura 1 mostra a evolução destas publicações nos últimos 10 anos.

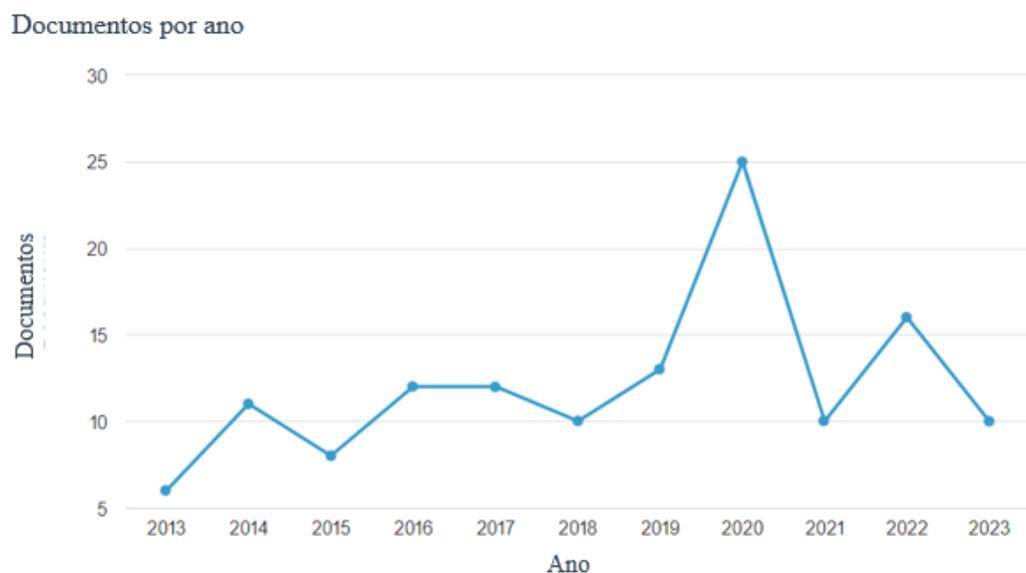
Figura 1 – Trabalhos que tratam da acessibilidade sob a dimensão macro do transporte público



Fonte: Scopus, 2023.

Ao pesquisar os termos “walk AND accessibility AND Transportation” na base de dados Scopus, entre os anos de 2013 e 2023 e excluindo áreas de conhecimento não correlatas, obteve-se 133 documentos como resultado. A Figura 2 mostra a evolução destas publicações nos últimos 10 anos.

Figura 2 – Trabalhos que tratam da acessibilidade sob a dimensão micro da caminhada



Fonte: Scopus, 2023.

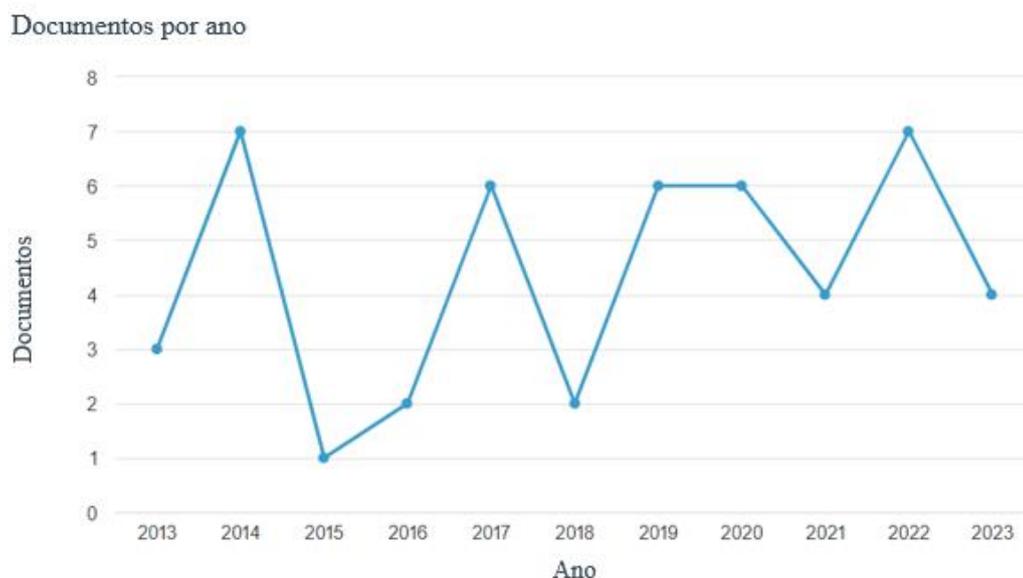
Importante destacar que no ano de 2020 houve um grande aumento tanto nas publicações sobre transporte público – macroacessibilidade – quanto nas publicações sobre caminhada – microacessibilidade. No caso das publicações sobre macroacessibilidade ainda houve um aumento no ano seguinte (2021) e uma tendência de manutenção da quantidade de publicações no ano de 2022. Os anos pandêmicos colocaram luz aos problemas de transporte público e deslocamentos em geral nas grandes cidades. Problemas estes antigos, mas que precisaram ser analisados e cuidados durante esta época para evitar aglomerações sem impedir que pessoas que necessitavam deslocar-se o fizessem.

A pandemia mudou a forma como muitas pessoas ao redor do mundo se deslocam (ou não). Mesmo após as vacinas e maior controle de disseminação da COVID-19, os sistemas de transporte público por ônibus do Brasil ainda não chegaram aos mesmos níveis de demanda observados até 2019. Segundo dados divulgados no Anuário 2022-2023 da Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (NTU), houve uma queda de quase 25% (ou 8 milhões) de passageiros que utilizam os sistemas de transporte público por ônibus nas grandes capitais brasileiras entre 2019 e 2022 (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS, 2023).

Dentre as causas que contribuíram para esta diminuição da demanda do transporte público coletivo estão as políticas de incentivo ao transporte individual, aumento do uso de transporte por aplicativos, a intensificação do trabalho home office (e consequente diminuição dos deslocamentos) e aumento de deslocamentos por modos ativos como a caminhada e a bicicleta, por exemplo.

Juntando as duas dimensões e pesquisando os termos “transit AND walk AND accessibility AND Transportation” na base de dados Scopus, entre os anos de 2013 e 2023 e excluindo áreas de conhecimento não correlatas, obteve-se 48 documentos como resultado. A Figura 3 mostra a evolução destas publicações nos últimos 10 anos.

Figura 3 – Trabalhos que tratam da acessibilidade sob as dimensões macro (transporte público) e micro (caminhada)



Fonte: Scopus, 2023.

É essencial o estudo das duas dimensões da acessibilidade em regiões espraiadas e de grande contingente populacional e associá-las com variáveis socioeconômicas. Acredita-se que esta análise traz fundamentações para a construção de importantes políticas públicas que visam o acesso a oportunidades por parte de todos e que evitem a exclusão social.

Com o estudo teórico dos temas de acessibilidade urbana, suas diferentes dimensões e medidas, além da exclusão social, pretende-se desenvolver como produto um procedimento que permita identificar áreas potencialmente excluídas socialmente, levando em consideração as condições de acessibilidade ao transporte público, de caminhabilidade e a renda.

Espera-se, ainda, conhecer os atuais indicadores de acessibilidade da cidade de Belo Horizonte e utilizá-los na caracterização da acessibilidade de diferentes regiões da cidade. Além de estabelecer quão equitativa é a oferta espacial de acessibilidade aos estabelecimentos de ensino nesta cidade.

Após conhecimento dos dados do sistema, será possível conhecer os problemas de acessibilidade, sobretudo nas periferias.

#### 1.4. Estrutura do Trabalho

Esta dissertação está estruturada em 6 capítulos, assim distribuídos:

- Capítulo 1 – **Introdução:** Apresenta os aspectos gerais que nortearam este estudo, os objetivos (geral e específicos) da pesquisa, sua justificativa e relevância.
- Capítulo 2 – **Revisão Bibliográfica:** Apresenta considerações acerca da definição do tema da exclusão social e sua relação com a falta de acessibilidade, que também é abordada com uma revisão de literatura sobre o assunto, tratando desde o seu conceito até a diferenciação de macro e microacessibilidade.
- Capítulo 3 – **Caracterização da Área de Estudo:** A caracterização de Belo Horizonte entra como um elemento de enriquecimento da discussão no capítulo de resultados e análises. Neste capítulo são mostrados dados relevantes da atual configuração socioeconômica da cidade de Belo Horizonte, além de elementos históricos que impactam diretamente nos resultados encontrados.
- Capítulo 4 – **Procedimento Metodológico:** Nesta etapa são apresentados os dados utilizados, todos os tratamentos que foram necessários realizar para que estes dados se transformassem nos índices a serem analisados e detalhado todo o procedimento metodológico de análise em si.
- Capítulo 5 – **Resultados e Análises:** Apresenta os resultados obtidos com a aplicação da metodologia descrita no capítulo 4, além de toda a análise e discussão acerca destes resultados.
- Capítulo 6 – **Conclusões e Recomendações:** Na fase conclusiva, são elaboradas as considerações finais, enfatizando as contribuições significativas do estudo, oferecendo sugestões para investigações posteriores em outros trabalhos e delineando algumas limitações identificadas durante o processo de pesquisa.

## 2.Revisão Bibliográfica

### 2.1 Exclusão social

O ato de negar ou restringir o acesso a oportunidades, recursos e direitos básicos, como educação, saúde, moradia adequada e emprego, pode levar à marginalização de indivíduos ou grupos inteiros da sociedade e define a expressão “Exclusão social”. Isso resulta em desigualdades e injustiças sociais, evocando fissuras ou fraturas nos vínculos sociais e conseqüentemente processos de isolamento e desvinculação (CARNEIRO *et al.*, 2010).

O relatório "The World Social Report 2020: Inequality in a rapidly changing world", elaborado pelo Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais do Secretariado das Nações Unidas, apresenta uma análise abrangente da desigualdade no mundo. O relatório constata que, apesar de um período de crescimento econômico extraordinário e melhorias generalizadas nos padrões de vida, há profundas divisões dentro e entre países. A falta de oportunidades e as disparidades de renda estão gerando um ciclo vicioso de desigualdade, frustração e descontentamento em todas as gerações. Além disso, o relatório destaca como fatores como gênero, etnia, raça, local de residência e status socioeconômico continuam a influenciar as chances que as pessoas têm na vida (UNITED NATIONS, 2020).

A exclusão social representa um fenômeno intrincado e diversificado que impacta distintos segmentos da população. Ela pode ser definida por diversos fatores, como pobreza, desemprego, dificuldades de acesso à educação e a serviços básicos de saúde, além de discriminação baseada em raça, gênero e orientação sexual. A exclusão social é considerada um problema estrutural que afeta não apenas indivíduos marginalizados, mas a sociedade como um todo (SOUZA, 2009).

#### 2.1.1 Exclusão social baseada na cor (etnia)

A exclusão social com base na cor é um processo que ocorre na sociedade brasileira, onde as pessoas são excluídas de oportunidades e recursos com base em sua cor de pele. Isso acontece porque a escravidão no Brasil deixou uma herança cultural que ainda é presente na sociedade atual. Essa herança cultural faz com que as pessoas negras sejam vistas como inferiores e, portanto, sejam excluídas de oportunidades e recursos.

De acordo com Souza (2017), a exclusão social não se limita apenas à cor da pele, mas também é influenciada pelas carências que reproduzem as misérias que são de pertencimento à classe. Isso significa que pessoas brancas que pertencem às classes populares também são afetadas pela exclusão social. No entanto, o racismo da cor da pele passa a ser o único fator simbólico percebido na desigualdade do dia a dia porque esse mecanismo sociocultural é tornado invisível. Isso significa que muitas vezes as pessoas não percebem que estão sendo excluídas por causa de sua cor de pele ou por causa de sua classe social.

Além disso, é importante destacar que a exclusão social afeta de maneiras específicas e complexas as mulheres negras, devido à longa história de marginalização nos melhores empregos, escolas, cuidados de saúde e habitação. Historicamente, várias políticas sociais prejudicaram o pleno exercício da cidadania por esse grupo, incluindo a segregação racial, que limitava seu acesso a escolas, oportunidades de trabalho e bairros de classe média. Adicionalmente, a discriminação no mercado de trabalho impedia que conseguissem empregos bem remunerados e com benefícios adequados. A falta de acesso à educação e aos cuidados de saúde apropriados também impactava de forma desproporcional, uma vez que muitas vezes não dispunham dos mesmos recursos disponíveis para pessoas brancas. Essas políticas contribuíram para a exclusão social persistente e a perpetuação da desigualdade no contexto destas mulheres. (COLLINS, 1990).

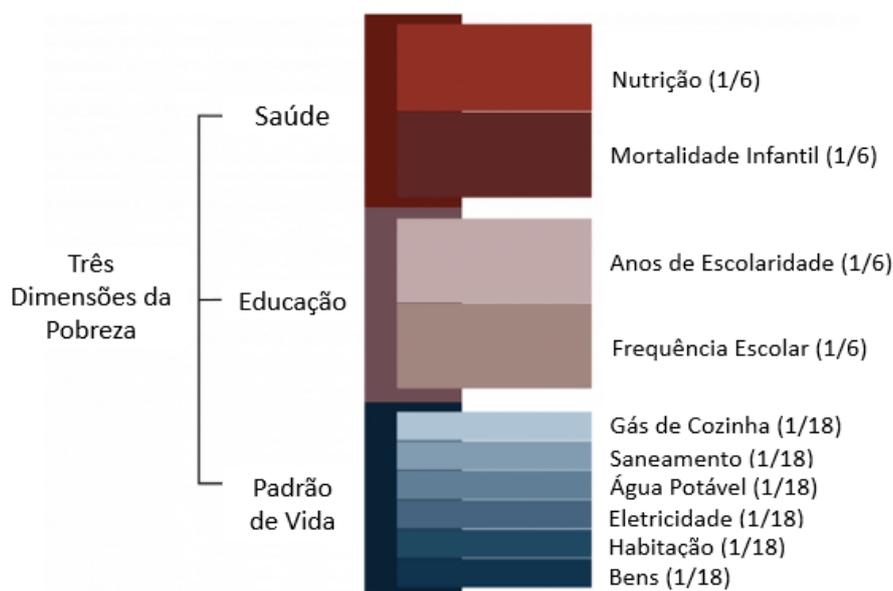
### 2.1.2 Exclusão social baseada na pobreza

A exclusão social com base na pobreza e renda ocorre quando indivíduos ou grupos enfrentam desvantagens econômicas significativas que limitam seu acesso a recursos, oportunidades e participação plena na sociedade. A desigualdade de renda e a pobreza podem levar a desigualdades em áreas como educação, saúde, emprego e habitação, resultando em exclusão social e perpetuando a marginalização dessas populações.

O Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) é uma medida da pobreza que leva em consideração várias dimensões da privação simultaneamente. Ele foi desenvolvido pelo Oxford Poverty and Human Development Initiative (OPHI) e pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e é usado para avaliar a pobreza em países em desenvolvimento.

O IPM avalia a carência em três áreas-chave: saúde, educação e padrão de vida. Dentro dessas áreas, abrange diversos indicadores como nutrição, mortalidade infantil, escolaridade e acesso à água potável (Figura 4). A exclusão social, que consiste na privação de acesso a recursos e oportunidades essenciais para uma vida digna, é abordada pelo IPM, que mensura carências em múltiplas dimensões simultaneamente. Essa métrica considera a pobreza não apenas em termos de renda, mas também em outras formas de privação. O IPM contribui para identificar indivíduos e grupos mais suscetíveis à exclusão social, servindo de base para políticas públicas com foco na redução dessa exclusão. Logo, o IPM é uma ferramenta valiosa para compreender e enfrentar a exclusão social em países em desenvolvimento (ALKIRE; KANAGARATNAM; SUPPA, 2020).

Figura 4 – Índice Global de Pobreza Multidimensional: dimensões e indicadores da pobreza



Fonte: Traduzido de OPHI, 2018.

É essencial incluir na discussão sobre exclusão social que a pobreza, embora possa ser uma causa ou um fator de risco para a exclusão social, não determina necessariamente a exclusão social de um indivíduo. A exclusão social é um conceito mais abrangente e complexo do que a pobreza, ultrapassando as questões materiais. A falta de participação na sociedade está ligada ao processo de privação, descrito como a ausência de características que resultam em algum grau de sofrimento ou desvantagem relativa. Essas características englobam, entre outras, a renda e os recursos materiais. Essa diferenciação entre pobreza e exclusão social nos permite compreender que a pobreza não leva

automaticamente à exclusão e que um indivíduo pode ser excluído sem ser necessariamente pobre (LIMA, 2021).

### 2.1.3 Exclusão social baseada no mercado de trabalho

A exclusão social baseada no mercado de trabalho ocorre quando indivíduos ou grupos enfrentam barreiras para acessar empregos de qualidade ou participar plenamente do mercado de trabalho devido a fatores como discriminação, desigualdades educacionais ou falta de habilidades relevantes. Essa exclusão pode levar a desigualdades salariais, desemprego e subemprego, afetando negativamente a qualidade de vida e a inclusão social.

O relatório *World Employment and Social Outlook: Trends 2022*, da Organização Internacional do Trabalho (OIT), aborda como tendências e perspectivas do mercado de trabalho global podem impactar a inclusão social. Algumas dessas tendências incluem (ILO, 2022):

- A segmentação do mercado de trabalho em empregos temporários e informais, que muitas vezes oferecem menos proteção social e oportunidades de desenvolvimento profissional;
- A crescente automação e digitalização do trabalho, que pode levar à perda de empregos em alguns setores e à necessidade de novas habilidades em outros;
- As desigualdades salariais entre diferentes grupos de trabalhadores, como mulheres, migrantes e jovens;
- A pandemia da COVID-19, que exacerbou as desigualdades existentes no mercado de trabalho e aumentou a vulnerabilidade dos trabalhadores em situação precária.

Para enfrentar as novas realidades do mercado de trabalho e reduzir a exclusão social relacionada ao emprego, vários estudiosos e organizações internacionais têm sugerido políticas de bem-estar social adaptadas. Algumas dessas políticas incluem:

- Políticas de emprego ativas: A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD em inglês) destaca a importância das políticas de emprego ativas, como treinamento profissional, programas de reciclagem e incentivos à contratação (OECD, 2021).

- Garantia de renda básica ou mínima: Vários pesquisadores argumentam que uma garantia de renda básica ou mínima pode ajudar a reduzir a exclusão social relacionada ao emprego, fornecendo um colchão financeiro para aqueles que enfrentam dificuldades no mercado de trabalho (STANDING, 2011; ATKINSON, 1995).
- Redes de segurança social: A Organização Internacional do Trabalho (OIT) enfatiza a importância das redes de segurança social, como benefícios de desemprego, seguro saúde e pensões, para proteger os trabalhadores durante períodos de instabilidade no emprego (ILO, 2022).
- Flexissegurança: O conceito de flexissegurança, originário dos países nórdicos, combina flexibilidade no mercado de trabalho com sistemas de segurança social sólidos para proteger os trabalhadores durante períodos de transição e incerteza (MUFFELS E LUIJKX, 2008).
- Políticas de igualdade de gênero: A OIT também destaca a necessidade de políticas que promovam a igualdade de gênero no mercado de trabalho, como licença parental compartilhada, acesso a creches e medidas para combater a discriminação salarial (ILO, 2022).
- Investimento em capital humano: A OECD enfatiza a importância do investimento em capital humano, como educação e formação profissional de qualidade, para melhorar a empregabilidade e a adaptabilidade dos trabalhadores às novas demandas do mercado de trabalho (OECD, 2021).

#### 2.1.4 Exclusão social relacionada ao transporte

O transporte desempenha um papel significativo na inclusão social. De acordo com Lima (2021), a exclusão social acontece quando indivíduos enfrentam barreiras sociais, econômicas ou culturais que os impedem de participar completamente na sociedade. No contexto do transporte, a exclusão pode ocorrer quando pessoas não têm acesso apropriado aos modos de locomoção, restringindo suas oportunidades e comprometendo sua plena integração na vida econômica, social e cultural. Essa limitação no acesso aos transportes pode impactar negativamente diversos aspectos da vida, como trabalho, educação, saúde e atividades recreativas.

De acordo com Delbosc e Currie (2011), a exclusão do transporte ocorre quando pessoas são incapazes de acessar recursos, serviços e atividades sociais essenciais devido

à falta de disponibilidade, acessibilidade ou aceitabilidade dos modos de transporte. Isso inclui a falta de infraestrutura de transporte público, custos de transporte elevados ou falta de acessibilidade para pessoas com deficiência.

Kenyon *et al* (2002) definiram a Exclusão Social Relacionada ao Transporte como:

“O processo pelo qual as pessoas são impedidas de participar da economia, vida política e social da comunidade, a oportunidades, serviços e redes sociais por causa da acessibilidade reduzida, devido ao todo ou em parte à mobilidade insuficiente numa sociedade e ambiente construído em torno do pressuposto de alta mobilidade.” (KENYON, 2002 *apud* LIMA, 2021).

Em seu estudo, Hine e Mitchell (2017) identificam a exclusão social relacionada ao transporte como um problema que afeta principalmente grupos vulneráveis, como pessoas de baixa renda, idosos, pessoas com deficiência e mulheres. Esses grupos enfrentam barreiras específicas no acesso ao transporte, como falta de recursos financeiros, rotas inseguras ou falta de infraestrutura adequada às suas necessidades.

Já Lima (2021) aponta que existem vários fatores que contribuem para a exclusão social relacionada ao transporte. Alguns desses fatores incluem:

- A falta de acesso aos modos de transporte, como ônibus, metrô, trem ou bicicleta;
- A falta de infraestrutura adequada para os modos de transporte disponíveis, como calçadas inadequadas ou ciclovias inexistentes;
- A localização geográfica das pessoas em relação aos serviços e oportunidades disponíveis na cidade. Segundo Milton Santos (2007), o valor do homem muda dependendo da sua localização no território:

“Cada homem vale pelo lugar onde está: o seu valor como produtor, consumidor, cidadão depende de sua localização no território. Seu valor vai mudando incessantemente, para melhor ou para pior, em função das diferenças de acessibilidade (tempo, frequência, preço), independentes de sua própria condição. Pessoas com as mesmas virtualidades, a mesma formação, até mesmo o mesmo salário tem valor diferente segundo o lugar em

que vivem: as oportunidades não são as mesmas. Por isso, a possibilidade de ser mais ou menos cidadão depende, em larga proporção, do ponto do território onde se está.” (SANTOS, 2007, p. 107).

- O custo dos modos de transporte disponíveis em relação à renda das pessoas;
- As barreiras culturais e sociais que impedem certos grupos de acessar os modos de transporte disponíveis.

Para enfrentar a exclusão social relacionada ao transporte, é fundamental investir em políticas públicas e infraestrutura que melhorem o acesso aos meios de transporte, especialmente para grupos vulneráveis. Isso inclui a promoção de transporte público de qualidade, acessível e inclusivo, bem como o incentivo a formas alternativas de mobilidade, como caminhar e andar de bicicleta (BANISTER, 2018).

Porém, para que o enfrentamento à exclusão social contemple todos os indivíduos que necessitam de acesso à sociedade e fuja de soluções mais gerais, torna-se imprescindível conhecer as dimensões da exclusão social relacionada ao transporte. Lima (2021) sugere dez tipos:

1. Exclusão de facilidades: ocorre devido à ausência ou distância relevante de oportunidades-chave, como emprego, saúde, escolas, lojas ou serviços de lazer, do local onde a pessoa vive.
2. Exclusão geográfica: ocorre quando a localização da residência de um indivíduo impede que ele tenha acesso aos serviços de transporte ou quando o sistema de transporte não se conecta aos lugares que a pessoa deseja acessar.
3. Exclusão espacial: ocorre quando a segurança ou o gerenciamento do espaço de alguns locais públicos desencoraja certos grupos de usar o transporte público.
4. Exclusão física e cognitiva: ocorre quando os sistemas de transporte ou o ambiente construído podem impor barreiras físicas e cognitivas às pessoas. Entre os fatores que podem impedir o acesso e o uso do transporte e das atividades estão a incapacidade de ler informações e horários e calçadas inadequadas.
5. Exclusão baseada no tempo: ocorre quando a baixa frequência do sistema de transporte, a falta de pontualidade ou as demandas de tempo das pessoas, como

trabalho, cuidados com crianças e idosos, ou outros compromissos, podem limitar as oportunidades de viagem e indicar a possibilidade de viajar apenas em momentos em que há pouco ou nenhum serviço de transporte e atividade disponíveis.

6. Exclusão baseada em medo, preconceito ou sentimentos: se refere ao medo do crime e a percepção de insegurança ou preconceito que faz as pessoas evitarem determinados lugares. Além disso, aspectos como a qualidade do modo de transporte, a segurança durante à viagem e o acesso seguro às estações de transporte influenciam o sentimento em relação ao transporte público e a percepção dele como uma opção para viajar. Este tipo de exclusão pode ser sentido com mais intensidade em grupos vulneráveis pelo gênero como mulheres e pessoas trans.
7. Exclusão informacional: refere-se à falta de informações disponíveis sobre o transporte público e opções de destino que impedem indivíduos de planejar sua jornada e, portanto, limitam seu uso.
8. Exclusão econômica: ocorre quando os custos monetários das viagens impedem as pessoas de viajar ou restringem o acesso apenas a destinos próximos de suas casas ou atividades obrigatórias.
9. Exclusão digital: ocorre quando a falta de conexão digital ou a incapacidade de usar a Tecnologia da Informação pode impedir que as pessoas usem sistemas de transporte baseados em aplicativos.
10. Exclusão baseada na posição social: refere-se à impossibilidade de se movimentar em espaços públicos devido à censura, controle social ou qualquer outra restrição baseada na posição social de alguém (por exemplo, gênero, raça, nacionalidade, etnia, casta, religião).

## **2.2 Acessibilidade**

A acessibilidade, em termos gerais, refere-se à facilidade com que as pessoas podem acessar e utilizar serviços, recursos, informações e instalações em seu ambiente, considerando suas habilidades e limitações individuais. A acessibilidade é um conceito fundamental para garantir a igualdade de oportunidades e inclusão social para todos, independentemente de idade, gênero, deficiência ou status socioeconômico (WHO, 2011).

A promoção da cidade para as pessoas envolve o planejamento e o desenho urbanos que priorizam a qualidade de vida e as necessidades das pessoas em vez de apenas focar na eficiência dos sistemas de transporte e infraestrutura. Isso inclui a criação de espaços públicos inclusivos e acessíveis, o desenvolvimento de infraestrutura de transporte público eficiente e a promoção de modos de transporte sustentáveis, como caminhar e andar de bicicleta. Portanto, a acessibilidade é resultado da interação entre os transportes e o uso do solo e será inclusiva na medida em que estes dois recursos públicos (transportes e uso do solo) são integrados e ofertados espacialmente de forma equitativa (GONZAGA, PORTUGAL E KNEIB, 2022; GEHL, 2010; CERVERO E KOCKELMAN, 1997).

Outro conceito muito importante de trazer para a pauta é o de Acessibilidade Virtual. A acessibilidade virtual está relacionada à capacidade dos indivíduos de acessar e utilizar eficientemente tecnologias de informação e comunicação (TICs), como a internet e dispositivos móveis. Esta forma de acessibilidade ganha cada vez mais importância no cenário digital contemporâneo, pois as TICs têm um papel fundamental em áreas diversas como educação, emprego, saúde, interações sociais e participação cívica (REISDORF *et al.*, 2017; RAGNEDDA E MUSCHERT, 2017).

A falta de acesso e habilidades para utilizar as TICs pode levar à exclusão digital, que é a divisão entre aqueles que têm acesso e habilidades para utilizar as TICs e aqueles que não têm. A exclusão digital pode exacerbar a desigualdade social e econômica, já que indivíduos com acesso limitado ou sem acesso às TICs têm menos oportunidades para participar plenamente na sociedade. E estes indivíduos são normalmente os que pertencem aos grupos socioeconômicos de menor poder aquisitivo, que têm como única alternativa de acesso às atividades desejadas o deslocamento físico (GONZAGA, PORTUGAL E KNEIB, 2022; SCHEERDER *et al.*, 2017; ROBINSON *et al.*, 2015).

No contexto da exclusão social relacionada ao transporte, a acessibilidade virtual pode ter um papel importante. A capacidade de utilizar as TICs pode ajudar as pessoas a acessarem informações sobre rotas, horários e tarifas de transporte público, bem como a planejarem suas viagens de maneira mais eficiente. Além disso, a acessibilidade virtual pode auxiliar na busca por emprego, educação e serviços de saúde em locais mais distantes, o que pode reduzir a dependência do transporte físico e, conseqüentemente, diminuir a exclusão social relacionada ao transporte.

Para melhorar a acessibilidade virtual e reduzir a exclusão digital, o governo federal

brasileiro afirma em sua página oficial de imprensa que políticas e iniciativas têm sido implementadas, como investimentos em infraestrutura de banda larga, programas de capacitação digital e promoção de dispositivos acessíveis (BRASIL, 2022).

No entanto, números alarmantes que surgiram no contexto educacional do país após pandemia mostram que tais políticas e iniciativas não chegaram a todos que precisam desta acessibilidade virtual. Segundo pesquisa feita por Izquierdo e Paulo (2023), apenas 11% dos estudantes pesquisados no ensino público do estado da Paraíba informaram ter conseguido assistir as aulas remotas de forma integral. O restante informou ter experienciado dificuldades de conexão de internet, sejam elas a falta total ou quedas de conexão. Além disso, dos estudantes consultados, 53% afirmaram que estavam aprendendo menos que em aulas presenciais e 33% disseram que não estavam aprendendo. Por fim, os autores destacam que o ensino remoto se deparou com os problemas relativos à desigualdade estrutural, reforçada pela exclusão digital e que para que todas as camadas sociais tenham acesso à internet é preciso executar um projeto eficiente de inclusão digital.

Trazendo dados nacionais, uma pesquisa realizada pelo IPEC (Inteligência em Pesquisa e Consultoria Estratégica) mostra que dois milhões de crianças e adolescentes entre 11 e 19 anos não frequentaram a escola no Brasil no ano de 2022. O número representa 11% da amostra total pesquisada e confirma a crise da educação no país após a pandemia. Dentre os motivos citados para a evasão, 30% destacaram que não conseguiam acompanhar as explicações ou atividades de forma remota (UNICEF, 2022).

### 2.2.1 Dimensões da Acessibilidade

A acessibilidade no âmbito do planejamento de transportes engloba várias dimensões que afetam a capacidade das pessoas de alcançarem atividades e serviços desejados (GEURS *et al.*, 2006). Algumas dessas dimensões incluem:

1. **Acessibilidade espacial:** refere-se à localização dos destinos e à proximidade entre as atividades e os locais de residência. Quanto mais próximos estiverem os destinos uns dos outros e das residências, maior será a acessibilidade espacial (BOISJOLY E EL-GENEIDY, 2017).
2. **Acessibilidade temporal:** relacionada ao tempo necessário para se deslocar entre origens e destinos, considerando frequência e horários dos serviços de

- transporte público, além do tempo de viagem e espera (FARBER *et al.*, 2014).
3. Acessibilidade financeira: está relacionada aos custos de transporte, incluindo tarifas de transporte público. O custo do transporte público é um atributo de importância geral para a acessibilidade urbana, sendo uma dimensão frequentemente abordada em pesquisas sobre acessibilidade. No entanto, ele pode ser mais importante em contextos específicos e para certos grupos de indivíduos, como os de baixa renda. (FRIMAN *et al.*, 2020).
  4. Acessibilidade para grupos vulneráveis: refere-se à acessibilidade específica para pessoas com deficiência, idosos, crianças e populações de baixa renda, levando em consideração suas necessidades e capacidades específicas (LUCAS *et al.*, 2016).
  5. Acessibilidade modal: refere-se à facilidade com que as pessoas podem utilizar diferentes modos de transporte, como transporte público, automóveis, bicicletas e caminhada, e à possibilidade de combinar esses modos em uma única viagem (DELMELLE E CASAS, 2012).

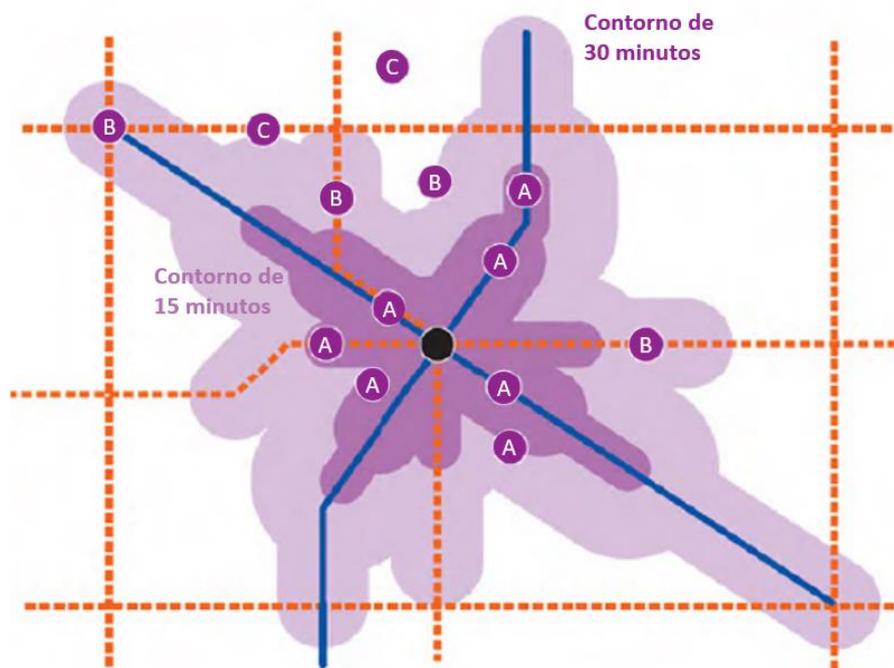
#### 2.2.2 Medidas de Acessibilidade

Sendo um tópico tão relevante no contexto da inclusão social e na promoção da cidade para as pessoas, diversas pesquisas nas últimas décadas tentaram mensurar a acessibilidade e propuseram diferentes técnicas, medidas e índices para tal. Curtis e Scheurer (2010) fizeram uma extensa pesquisa na literatura e trazem uma visão geral das categorias de indicadores de acessibilidade que, segundo o texto, são:

1. Medidas de Separação Espacial - são um tipo de medida de acessibilidade que se baseia na distância física entre os elementos da infraestrutura. Elas são fáceis de entender e calcular e exigem um mínimo de dados de entrada. No entanto, elas não levam em conta aspectos comportamentais das escolhas de viagem, como a distribuição espacial de oportunidades ou as restrições de velocidade de viagem. Estas medidas são consideradas como medidas de impedimento de viagem ou resistência entre origem e destino ou entre nós e são muito comumente chamadas na literatura de Impedância. Medidas de impedância de viagens podem incluir: Distância física (euclidiana), Distância da rede (por modo), Tempo de viagem (por modo), Tempo de viagem (por status da rede – congestionamento, fluxo livre, etc) e Custo de viagem, por exemplo.

2. Medidas de Contorno - são um tipo de medida de acessibilidade que se baseia na delimitação de áreas geográficas que podem ser alcançadas dentro de uma janela de tempo restrita. Essas áreas são delimitadas em torno de elementos específicos da rede de transporte público e podem ser visualizadas em mapas. As medidas de contorno são úteis para avaliar a acessibilidade a oportunidades em uma determinada área. São definidas áreas de captação através do desenho de um ou mais contornos de tempo de viagem em torno de um nó (Figura 5) e são medidas o número de oportunidades dentro cada contorno, que podem ser quantidades de empregos, quantidades de vagas em instituições de ensino, quantidade de leitos de alta complexidade na rede pública de saúde, etc.

Figura 5 – Medida de contorno. Oportunidades (pontos roxos) são classificadas por zonas de tempo (A – até 15 minutos, B – entre 15 e 30 minutos e C – mais de 30 minutos) a partir do ponto de referência (ponto preto)

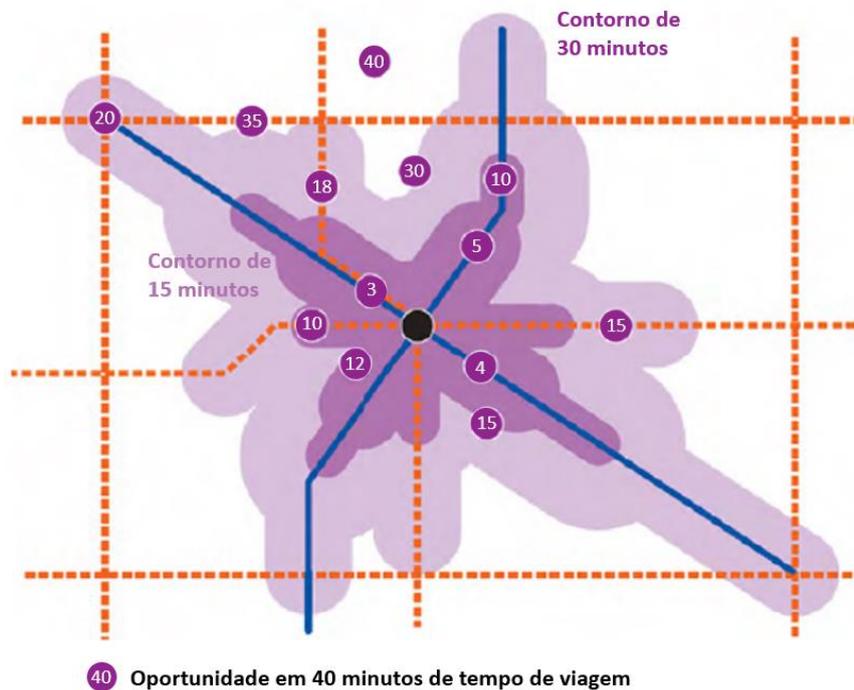


Fonte: Traduzido de Curtis e Scheurer, 2010.

3. Medidas de Gravidade - são um método de avaliação da acessibilidade que leva em conta a distância e o tempo de viagem (Figura 6) para chegar a um determinado destino. Elas são baseadas em um modelo matemático que considera a atração de um destino (como um local de trabalho ou um centro comercial) e a resistência à viagem (como o tempo de viagem ou o custo da viagem). Essas medidas são mais precisas do que as medidas de contorno, pois levam em conta a variação da resistência à viagem em uma escala contínua. No

entanto, elas não levam em conta os propósitos de viagem ou as preferências individuais dos motoristas. As medidas de gravidade são úteis para avaliar a acessibilidade em uma perspectiva regional, ou seja, para avaliar a acessibilidade de uma área a outras áreas.

Figura 6 – Medida de gravidade. As oportunidades (pontos roxos) são representadas pelos tempos reais de viagem em minutos a partir do ponto de referência (ponto preto)



Fonte: Traduzido de Curtis e Scheurer, 2010.

4. Medidas de Competição - As medidas de competição são um tipo de medida de acessibilidade que considera a capacidade limitada de atividades e usuários em uma determinada área. Elas são úteis para avaliar a acessibilidade de uma área em relação a outras áreas, levando em conta fatores de competição, como a disponibilidade limitada de estacionamento ou a capacidade limitada de um local de trabalho. Essas medidas fornecem uma perspectiva regional da acessibilidade e são mais precisas do que as medidas de contorno e gravidade, pois levam em conta a capacidade limitada de atividades e usuários em uma determinada área. Incorpora restrições de capacidade de atividades e usuários em medida de acessibilidade. Pode fazer uso de qualquer um dos três modelos anteriores.
5. Medidas de Tempo-espço - são medidas de acessibilidade que levam em conta

o tempo e o espaço que as pessoas precisam para se deslocar de um lugar para outro. Elas consideram as limitações de tempo, como a quantidade de atividades que uma pessoa pode realizar em um determinado período, a necessidade de estar em lugares específicos em horários específicos e os horários de operação de atividades ou componentes de infraestrutura/serviço de transporte. Essas medidas são úteis para avaliar a acessibilidade de uma área em relação a outras áreas, considerando as limitações de tempo e espaço dos usuários de transporte.

6. Medidas de Utilidade - são uma forma de avaliar a acessibilidade de uma área em relação a outras áreas, considerando os benefícios que os usuários têm ao ter acesso a diferentes oportunidades, como empregos, serviços e lazer. Por exemplo, se uma área tem muitos empregos disponíveis e é facilmente acessível por transporte público, ela terá uma medida de utilidade mais alta do que uma área com poucos empregos e difícil acesso. Essas medidas podem ser expressas em termos monetários, como uma medida de utilidade econômica, ou como um indicador de bem-estar geral.
7. Medidas de Rede - avaliam as propriedades de um sistema de transporte, como o número de conexões em um nó específico, a média de conexões em toda a rede e a distância média entre nós. Essas métricas são fundamentais para compreender o funcionamento da rede e identificar oportunidades de aprimoramento para atender às necessidades dos usuários. Por exemplo, a centralidade de um nó destaca sua importância ao apresentar mais conexões com outros nós, facilitando a mobilidade dos usuários pela rede. Além disso, as medidas de rede permitem avaliar a eficiência do sistema, como a distância média entre nós, que é um indicador da acessibilidade da rede. Na análise de redes espaciais, essas medidas desempenham um papel crucial e oferecem informações valiosas para o planejamento estratégico de sistemas de transporte multimodal em áreas urbanas.

### 2.2.3 Escalas da Acessibilidade

Ao abordar o planejamento de transportes e a acessibilidade, é importante considerar os conceitos de macro e microacessibilidade no contexto urbano ou metropolitano. A macroacessibilidade diz respeito ao acesso geral a uma área ou região mais ampla,

envolvendo, por exemplo, a conexão entre bairros ou cidades por meio de infraestrutura de transporte, como rodovias, ferrovias e linhas de ônibus de longa distância (NEUTENS *et al.*, 2010).

A microacessibilidade, por outro lado, refere-se à acessibilidade dentro de uma área local, como um bairro ou comunidade. Isso envolve a conexão entre as atividades e serviços dentro dessa área e a facilidade de acesso a pé, de bicicleta ou por transporte público local. A microacessibilidade também abrange questões como infraestrutura adequada para pedestres e ciclistas, como calçadas, ciclovias e sinalização adequada, além de instalações de transporte público acessíveis e confortáveis (CURTIS E SCHEURER, 2010).

Portanto, para promover a acessibilidade no planejamento de transportes e criar cidades mais inclusivas e centradas nas pessoas, é fundamental considerar tanto a macro quanto a microacessibilidade, garantindo que os indivíduos possam se deslocar com facilidade, eficiência e segurança, tanto dentro de suas comunidades locais, atendendo suas necessidades básicas, quanto em áreas mais amplas, permitindo desfrutar as atividades disponíveis em todo o território (PEREIRA *et al.*, 2017).

#### 2.2.4 Macroacessibilidade

A macroacessibilidade, também conhecida como acessibilidade urbana, é fundamental para o planejamento de transportes e o desenvolvimento de cidades sustentáveis e inclusivas. Ela se refere à facilidade de acesso a serviços e atividades em toda a cidade ou região metropolitana e é influenciada por fatores como eficiência e cobertura das redes de transporte público, integração entre diferentes modos de transporte e distribuição geográfica das atividades e oportunidades em toda a área urbana (MARTENS, 2017).

A importância da macroacessibilidade no planejamento de transportes está relacionada à sua capacidade de conectar diferentes áreas da cidade, promovendo a inclusão social e a mobilidade para todos os cidadãos. Quando a acessibilidade urbana é bem planejada, ela permite que as pessoas se desloquem facilmente pela cidade, independentemente de sua localização ou condição socioeconômica (CURL *et al.*, 2011; PRESTON E RAJE, 2007; LITMAN, 2016).

A acessibilidade urbana afeta a inclusão social, pois está diretamente relacionada à capacidade dos indivíduos de acessar oportunidades de emprego, educação, saúde, lazer

e outros serviços essenciais em toda a cidade. Quando a acessibilidade é inadequada, as pessoas podem enfrentar dificuldades para se deslocar pela cidade, limitando suas oportunidades e reforçando a exclusão social. Portanto, o planejamento de transportes deve levar em consideração a acessibilidade urbana para promover a equidade e a inclusão na cidade (CURL *et al.*, 2011; LUCAS, 2012; SÁNCHEZ *et al.*, 2020; PRESTON E RAJE, 2007).

As medidas de acessibilidade mais comuns utilizadas na escala urbana incluem o tempo de viagem, a distância percorrida, o custo do transporte e a qualidade do serviço. Essas medidas podem ser avaliadas em relação a diferentes modos de transporte (como transporte público e automóveis) e em diferentes horários do dia. Além disso, indicadores de acessibilidade podem ser combinados com dados sociodemográficos para identificar áreas com maior necessidade de melhorias na infraestrutura de transporte e serviços (LITMAN, 2023).

Já no contexto da acessibilidade a oportunidades de educação, Yenisetty e Bahadure (2021) utilizaram algumas medidas e índices específicos para analisar a acessibilidade de instalações educacionais a partir do transporte público em cinco cidades indianas. Dentre as medidas analisadas, as que se mostraram mais relevantes neste contexto, foram:

1. Porcentagem de instalações educacionais disponíveis em diferentes faixas de distância: essa medida permite avaliar a disponibilidade de instalações educacionais em diferentes faixas de distância do transporte público. Isso é importante porque a distância é um fator crítico na acessibilidade, especialmente em áreas urbanas densamente povoadas.
2. Correlação entre distâncias Euclidianas e de rede: essa medida permite avaliar a eficácia da rede de transporte público em conectar as instalações educacionais. Isso é importante porque a conectividade da rede de transporte público é um fator crítico na acessibilidade.
3. Índice de conectividade: esse índice mede a conectividade da rede de transporte público. Isso é importante porque a conectividade é um fator crítico na acessibilidade.
4. Índice de desvio: esse índice mede a eficiência da rede de transporte público em termos de desvios necessários para alcançar um destino. Isso é importante porque a eficiência da rede de transporte público é um fator crítico na acessibilidade.

Ainda no contexto da educação, os autores destacam que uma má acessibilidade a equipamentos de educação pode ter várias consequências negativas, especialmente para crianças e jovens em idade escolar. Algumas das consequências incluem (YENISETTY E BAHADURE, 2021):

1. Baixo desempenho acadêmico: a falta de acesso a instalações educacionais pode levar a um baixo desempenho acadêmico, especialmente em áreas onde as instalações educacionais são de baixa qualidade.
2. Abandono escolar: a falta de acesso a instalações educacionais pode levar ao abandono escolar, especialmente em áreas onde as instalações educacionais são escassas ou de baixa qualidade.
3. Desigualdade educacional: a falta de acesso a instalações educacionais pode levar a desigualdades educacionais, especialmente entre grupos socioeconômicos diferentes.
4. Desigualdade social: a falta de acesso a instalações educacionais pode levar a desigualdades sociais, especialmente entre grupos socioeconômicos diferentes.
5. Desigualdade de gênero: a falta de acesso a instalações educacionais pode levar a desigualdades de gênero, especialmente em áreas onde as meninas têm menos acesso à educação do que os meninos. Este acesso diferenciado entre gêneros pode ocorrer por questões culturais, como em alguns países asiáticos e também por questões de violência e sensação de insegurança, que é mais comumente percebida e experimentada pelas pessoas do gênero feminino.

Contrapontos importantes incluem a importância de considerar as diferentes necessidades e preferências de transporte de diversos grupos sociais, como pessoas com deficiência, idosos e crianças. Além disso, os planejadores de transporte devem estar atentos às potenciais consequências negativas do aumento da acessibilidade, como o aumento do congestionamento e da poluição do ar (LUCAS, 2012; LITMAN, 2016; CURL *et al.*, 2011).

O aumento da acessibilidade, embora geralmente seja benéfico para a mobilidade e a inclusão social, também pode levar a algumas consequências negativas, especialmente se este aumento for baseado no modo de transporte individual e não tiver a ele relacionado a aplicação de políticas públicas de planejamento urbano e uso do solo. Algumas das principais preocupações são:

- Poluição do ar e emissões de gases de efeito estufa: Aumentar a acessibilidade, especialmente por meio do transporte individual motorizado, pode levar a um aumento nas emissões de poluentes atmosféricos e gases de efeito estufa, contribuindo para problemas de saúde pública e mudanças climáticas (DORA *et al.*, 2011; BANISTER, 2011).
- Gentrificação e deslocamento: A melhoria da acessibilidade em certas áreas pode aumentar a atratividade desses locais e levar a um aumento nos preços dos imóveis, o que pode resultar em gentrificação e deslocamento de residentes de baixa renda (ZUK *et al.*, 2017).
- Espreado urbano: Aumentar a acessibilidade nas áreas periféricas das cidades pode incentivar o desenvolvimento disperso, levando a padrões de uso da terra insustentáveis e ineficientes, bem como a perda de áreas naturais e agrícolas (EWING E CERVERO, 2010; SETO *et al.*, 2014).
- Dependência do automóvel: Em alguns casos, o aumento da acessibilidade pode fortalecer a dependência do automóvel, especialmente quando os investimentos são direcionados principalmente para a infraestrutura rodoviária, em vez de alternativas sustentáveis, como transporte público, ciclismo e caminhadas (BANISTER, 2011; LUCAS, 2012).

Em resumo, a macroacessibilidade é um conceito fundamental no planejamento de transportes e no desenvolvimento de cidades inclusivas e sustentáveis. Ela afeta diretamente a inclusão social e a capacidade dos indivíduos de acessar oportunidades e serviços.

### 2.2.5 Microacessibilidade

Ao considerar a importância da macroacessibilidade, é fundamental abordar sua relação direta com a microacessibilidade, que é um componente intrínseco da macroacessibilidade. E, além disso, desempenha um papel significativo mesmo quando não é necessário percorrer longas distâncias.

A macroacessibilidade está relacionada à abrangência espacial do sistema viário e dos sistemas de transporte em relação ao acesso à cidade como um todo, envolvendo o planejamento urbano e de transportes. Por outro lado, a microacessibilidade concentra-se na facilidade de acesso direto a edifícios e locais desejados, estando mais relacionada ao planejamento da mobilidade e à questão do desenho urbano universal. Nesse contexto,

problemas de microacessibilidade podem ser prontamente identificados, e a implementação de pequenas medidas pode gerar impactos significativos nesse aspecto. (WRI BRASIL,2016).

Segundo Vasconcellos (1999), a macroacessibilidade refere-se à facilidade potencial de acesso aos equipamentos disponíveis, enquanto a microacessibilidade diz respeito à facilidade real e direta de acesso aos destinos desejados. Dessa forma, a microacessibilidade está intimamente ligada à mobilidade urbana, pois a facilidade de acesso aos destinos desejados é um elemento crucial na escolha do modo de transporte pelas pessoas. Portanto, a microacessibilidade desempenha um papel fundamental na promoção de uma mobilidade urbana sustentável e inclusiva (VASCONCELLOS, 1999 *apud* BAIARDI, 2013).

Sendo a microacessibilidade um conceito dentro da acessibilidade urbana que diz respeito à escala local – isto é, a avaliação da acessibilidade dentro de bairros – é importante destacar que o uso do solo e a diversidade de atividades em uma região contribui na diminuição dos deslocamentos de longas distâncias e, conseqüentemente, no uso de transportes motorizados. Bairros e regiões com estas características estimulam o uso de modos sustentáveis como a caminhada e a bicicleta, que estão diretamente ligadas às análises pertinentes à microacessibilidade.

Ao longo do tempo, o planejamento de bairros tem sido alvo de discussões entre urbanistas, e sua prática remonta à Revolução Industrial, especialmente durante o século XX. Esse período revelou a ineficiência das grandes cidades em atender às necessidades cotidianas de seus habitantes. Nesse contexto, o conceito de cidades de 15 minutos surge como uma evolução desse histórico de planejamento urbano, visando criar áreas urbanas mais sustentáveis e acessíveis. (KHAVARIAN-GARMSIR *et al*, 2023).

As cidades de 15 minutos estão intimamente relacionadas ao conceito de microacessibilidade, que se refere à facilidade de acesso a serviços e atividades em uma escala local. O conceito de cidades de 15 minutos busca criar áreas urbanas onde as necessidades diárias dos moradores possam ser atendidas a uma distância máxima de 15 minutos a pé, de bicicleta ou de transporte público. Isso significa que as pessoas terão acesso a uma ampla gama de serviços e atividades em sua vizinhança imediata, o que pode melhorar significativamente sua qualidade de vida e reduzir a necessidade de deslocamentos de longa distância (*Ibid*).

A pandemia de COVID-19, por forçar a maior parte da população mundial a não se deslocar e fazê-lo somente em caso de extrema necessidade pôs luz a este conceito, que passou a ser explorado em grandes cidades ao redor do mundo.

Segundo Khavatian-Garmsir (2023), a pandemia destacou a importância de bairros autossuficientes porque muitos bairros e cidades foram afetados pela interrupção das cadeias de suprimentos e pela necessidade de distanciamento social. Isso tornou mais difícil para as pessoas acessarem serviços essenciais, como alimentos e produtos de higiene, e também limitou o acesso a espaços abertos e verdes. Os bairros autossuficientes, como os propostos pelo conceito de cidades de 15 minutos, podem ajudar a resolver esses problemas, descentralizando as funções urbanas e garantindo que as pessoas tenham acesso a serviços e espaços públicos próximos às suas casas. Além disso, os bairros autossuficientes podem reduzir a necessidade de deslocamentos de longa distância, o que pode ajudar a limitar a propagação de doenças infecciosas.

No cenário da pandemia, Paris deu um passo importante em direção à visão da Cidade de 15 minutos, ao expandir a rede de ciclovias temporárias e estender o programa de fechamento de ruas para carros, proporcionando maior espaço para o distanciamento social. Atualmente, a cidade conta com mais de mil quilômetros de rotas cicláveis (Figura 7) e, desde 2020, tem chamado a atenção globalmente como um exemplo de recuperação pós-pandemia (WRI BRASIL, 2023).

Figura 7 – Rota ciclável em Paris, a cidade de 15 minutos



Fonte: WRI, 2023.

O conceito de cidade de 15 minutos engloba diversas características fundamentais que

contribuem para uma abordagem urbana mais sustentável e centrada nas necessidades das pessoas. Essas características são (KHAVARIAN-GARMSIR *et al*, 2023):

1. Proximidade: Garantir que os serviços e espaços públicos estejam localizados próximos às residências das pessoas, proporcionando fácil acesso e conveniência.
2. Densidade: Planejar as cidades de 15 minutos de forma compacta e com alta densidade populacional, promovendo uma maior eficiência no uso do espaço e minimizando deslocamentos desnecessários.
3. Diversidade: Buscar a inclusão social e econômica, projetando cidades que acolham uma variedade de grupos sociais e atividades econômicas.  
Uso misto: Proporcionar uma combinação equilibrada de zonas residenciais, comerciais e industriais, tornando a cidade mais autossuficiente e reduzindo a dependência de deslocamentos diários.
4. Modularidade: Flexibilidade e adaptabilidade são aspectos importantes, permitindo que as cidades de 15 minutos se ajustem a diferentes necessidades e mudanças ao longo do tempo.
5. Adaptabilidade: Projetar as cidades para enfrentar desafios emergentes, como mudanças climáticas e pandemias, garantindo a resiliência da comunidade.
6. Flexibilidade: Fornecer espaços urbanos versáteis que possam ser adaptados para diversos usos e atender a diferentes demandas da população.
7. Design urbano em escala humana: Colocar as pessoas no centro do planejamento urbano, priorizando a interação social, a qualidade de vida e o bem-estar.
8. Conectividade: Garantir uma boa integração das áreas da cidade, favorecendo uma mobilidade sustentável e facilitando o deslocamento entre diferentes regiões.
9. Digitalização: Utilizar tecnologias digitais de forma inteligente para melhorar a vida dos habitantes, otimizando serviços, transporte e infraestrutura urbana.

De acordo com Baiardi (2012), o espaço público tem um papel fundamental na microacessibilidade, pois é por meio dele que as pessoas se deslocam e acessam os diferentes modos de transporte. O espaço público é um espaço de uso coletivo da sociedade, um espaço para todos, e deve ser projetado para garantir a acessibilidade e a segurança dos pedestres, ciclistas e usuários de transporte público. Além disso, ele deve ser utilizado para a implantação de infraestruturas que melhorem a microacessibilidade, como ciclovias, calçadas acessíveis, faixas de pedestres, pontos de ônibus e estações de trem.

Estas infraestruturas dão destaque à caminhabilidade urbana, que é a capacidade de uma cidade ou área urbana de proporcionar condições seguras, confortáveis e agradáveis para que as pessoas possam caminhar. Isso inclui a presença de calçadas acessíveis e bem conservadas, travessias seguras, iluminação adequada, sinalização clara, entre outros fatores que tornam a caminhada uma opção viável e agradável de transporte. Diversos critérios podem ser utilizados para avaliar a caminhabilidade. Estes critérios são importantes para avaliar a caminhabilidade urbana e podem ajudar a identificar áreas que precisam de melhorias para tornar as cidades mais amigáveis para os pedestres e são eles (LI, YABUKI E FUKUDA, 2023):

1. Viabilidade: Refere-se à possibilidade de realizar uma caminhada em termos de mobilidade, tempo ou outras responsabilidades. Isso está relacionado a tipos de usos do solo, diversidade de infraestrutura relacionada à caminhada e número de facilidades disponíveis.
2. Acessibilidade: Refere-se às oportunidades de interação entre os pontos de caminhada na rede de tráfego. Isso inclui fatores como conectividade de calçadas e caminhos, proporção de interseções, distância de destinos e número de barreiras reais ou percebidas à caminhada.
3. Segurança: Descreve se uma pessoa se sente segura em relação a acidentes de trânsito e ameaças de crime no espaço físico da rua. Isso pode afetar os sentimentos psicológicos das pessoas por meio de mudanças nas formas de pavimento, fluxo e velocidade de veículos, completude da infraestrutura, detalhes da interface do térreo e assim por diante.
4. Conforto: Descreve se o espaço da rua oferece condições confortáveis para caminhar. Isso pode incluir fatores como largura da calçada, qualidade do pavimento, presença de sombra, presença de mobiliário urbano, entre outros.
5. Prazer: Refere-se à experiência subjetiva de caminhar em um determinado ambiente urbano. Isso pode incluir fatores como beleza cênica, presença de áreas verdes, presença de arte pública, entre outros.

#### 2.2.6 Relação entre acessibilidade e exclusão social

A acessibilidade urbana é um importante indicador de exclusão social, pois está diretamente relacionada à mobilidade e ao acesso da população aos serviços e equipamentos urbanos, como educação e trabalho. A falta de acessibilidade pode

restringir o acesso a oportunidades, comprometendo o processo de inclusão social e contribuindo para a segregação socioespacial. Isso ocorre porque as pessoas com menor renda são muitas vezes obrigadas a se deslocar para áreas periféricas da cidade, onde a infraestrutura de transporte é precária e os serviços públicos são escassos. Essa segregação espacial pode levar à formação de guetos urbanos, onde as pessoas têm menos oportunidades de emprego e educação, perpetuando assim o ciclo da exclusão social (CARDOSO E MATOS, 2007).

Segundo Lima (2021), considerando a perspectiva dos indivíduos, o objetivo do planejamento de transporte deve ser oferecer oportunidades para que as pessoas possam acessar atividades desejadas, isto é, garantir a acessibilidade. Se o planejamento de transporte não alcança essa meta, os indivíduos podem ser privados de acesso e, como resultado, de participação, ficando suscetíveis à exclusão social. Um indivíduo encontra-se em situação de exclusão social se estiver geograficamente inserido em uma sociedade, mas, devido a fatores além de seu controle, não conseguir participar das atividades normais dos cidadãos dessa sociedade, mesmo desejando fazê-lo.

A exclusão social no contexto do acesso universal em áreas urbanas pode impactar diferentes grupos de moradores de maneiras variadas. Por exemplo, pessoas de baixa renda podem ter dificuldades para acessar serviços de transporte e infraestrutura de qualidade, limitando suas oportunidades econômicas e sociais. Mulheres e idosos podem enfrentar desafios específicos, como trajetos inseguros ou falta de transporte adaptado às suas necessidades. Pessoas com deficiência também podem encontrar barreiras significativas para acessar serviços de transporte e infraestrutura inadequados ou inacessíveis. Em suma, cada grupo pode vivenciar a exclusão social de forma distinta, dependendo de suas necessidades específicas e das barreiras enfrentadas para acessar os serviços de transporte e infraestrutura disponíveis (MASON, TURNER, STERIU, 2017).

O objetivo de garantir o acesso universal em áreas urbanas é fornecer acesso igualitário às oportunidades econômicas e sociais para todos os habitantes urbanos, independentemente de sua renda, gênero, idade ou status de deficiência. Isso significa que todas as pessoas devem ter a possibilidade de acessar serviços de transporte e infraestrutura adequados e seguros, que lhes permitam chegar aos seus destinos necessários para levar vidas produtivas e satisfatórias. O acesso universal em áreas urbanas é um dos objetivos da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável das

Nações Unidas, que visa promover um desenvolvimento sustentável e inclusivo em todo o mundo (*Ibid*).

No entanto, em ambientes urbanos desiguais, como ocorre no Brasil, o acesso restrito a atividades para pessoas com renda baixa decorre de um processo histórico marcado pelo desenvolvimento urbano afetado por especulações imobiliárias e pela ausência de políticas públicas de planejamento orientadas pela equidade (SILVA, 2013 *apud* GONZAGA; PORTUGAL E KNEIB, 2022).

Segundo Carneiro *et al* (2019), o espalhamento urbano aumenta o tempo de deslocamento para quem reside em áreas periféricas, dificultando a aproximação a uma variedade de atividades no território, prejudicando a mobilidade e agravando a exclusão social (CARNEIRO *et al*, 2019 *apud* GONZAGA, PORTUGAL E KNEIB, 2022).

E é nesse contexto, de acordo com Falavigna *et al* (2017), que a maior parte das cidades brasileiras lida com consequências da segregação espacial, desigualdades no acesso a atividades e grandes falhas na infraestrutura. Diante dessa situação, as redes de transporte público não suprem de forma adequada as demandas dos grupos sociais em desvantagem e, em diversas situações, são vistas como inacessíveis financeiramente para uma porção expressiva da população de baixa renda (CARRUTHERS *et al*, 2005 *apud* GONZAGA, PORTUGALE KNEIB, 2022).

Ademais, os Planos de Mobilidade, fundamentados em abordagens tradicionais, não têm obtido sucesso em reverter esse quadro e são frequentemente criticados por trazerem propostas distantes da realidade (GARCIA *et al*, 2018 *apud* GONZAGA, PORTUGAL E KNEIB, 2022).

De acordo com Cardoso e Matos (2007), políticas públicas já foram implementadas em grandes cidades brasileiras para promover uma maior inclusão urbana, como a realização de campanhas de conscientização da população sobre a importância da utilização racional dos automóveis, a implantação de corredores exclusivos de ônibus, visando atenuar o impacto do tráfego de veículos nas áreas centrais e (re)orientar o crescimento da cidade de modo linear, a adoção de integração física e tarifária entre diferentes modos de transporte e a preservação do centro histórico, notadamente através da criação de ruas de pedestres e da restrição do crescimento interno da cidade. No entanto, ainda há muito o que ser feito.

## **3.Caracterização da área de estudo**

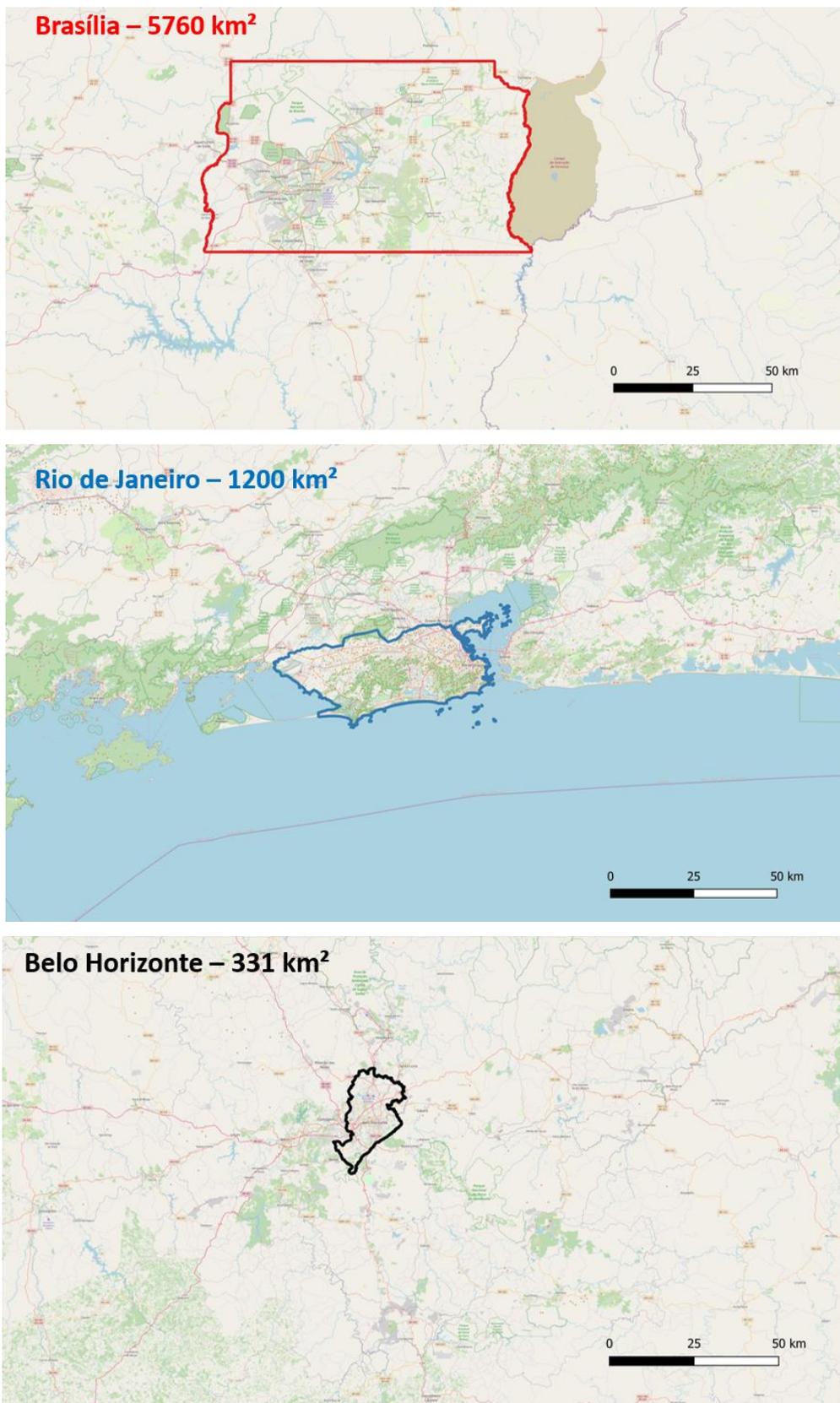
### **3.1 Considerações Iniciais**

Este capítulo objetiva dar um contexto das características populacionais, econômicas, de transportes e urbanas em geral da área de estudo que, no caso do presente trabalho, é a cidade de Belo Horizonte. É importante conhecer tais características para entender qual a influência que elas têm na distribuição da população e oportunidades no território e como isso afeta o acesso a oportunidades, principal objeto deste estudo. Na primeira seção são apresentadas informações gerais. Em seguida são analisadas as distribuições de renda e populacional associando-as com a desigualdade. Após tratar brevemente de desigualdade, traça-se um panorama geral do histórico de urbanização com o objetivo de mostrar como este processo contribuiu na construção da desigualdade que hoje é observada. E por fim, é dado todo o contexto de surgimento dos sistemas de transporte público coletivo.

### **3.2 Informações Gerais**

Belo Horizonte, capital do Estado de Minas Gerais, localizada na Região Sudeste Brasileira, é uma das cidades de maior expressão populacional, comercial e cultural do país. Segundo o Censo Demográfico realizado em 2022 pelo IBGE, possui 2.315.560 habitantes e é a sexta cidade mais populosa do Brasil. Seu território de 331 km<sup>2</sup> possui uma densidade populacional de 6988,18 habitantes por km<sup>2</sup> (11<sup>a</sup> maior do país), superando cidades mais populosas como Rio de Janeiro, Salvador e Brasília que, apesar de terem um contingente populacional maior, tem áreas territoriais maiores e conseqüentemente suas populações mais espaçadas dentro de seus territórios. Se compararmos, em termos de extensão territorial, com outros grandes municípios, Belo Horizonte é bem menor, conforme observa-se na Figura 8:

Figura 8 – Comparativo de dimensões territoriais dos municípios de Brasília, Rio de Janeiro e Belo Horizonte

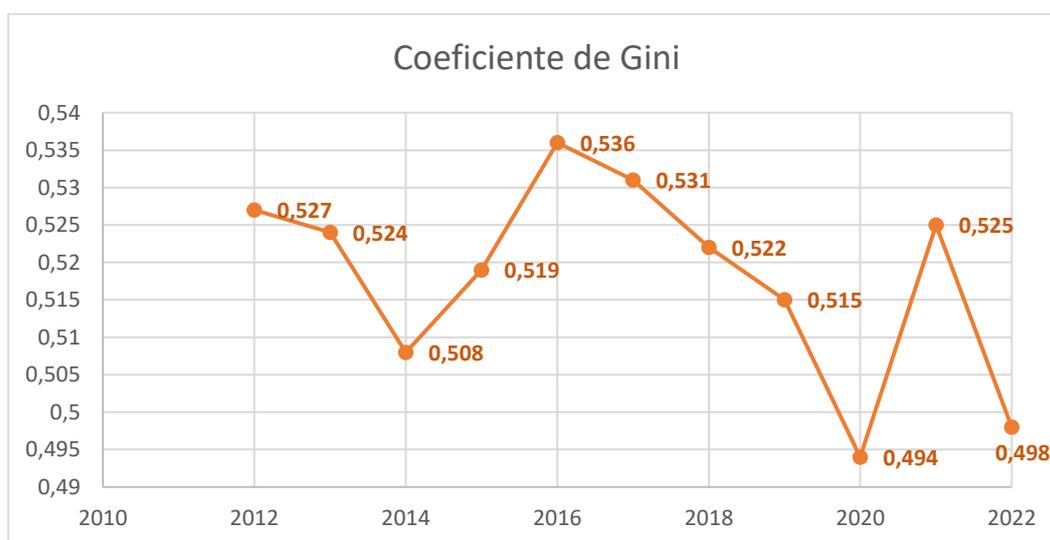


Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

### 3.3 Distribuição de renda, distribuição populacional e desigualdade

O coeficiente de Gini mede o grau de desigualdade na distribuição de renda entre os indivíduos de uma população, variando de zero a um. Um valor de zero indica que a distribuição de renda é perfeitamente igualitária, enquanto um valor de um indica que uma única pessoa detém toda a renda da população. Temos a série histórica deste coeficiente para a cidade de Belo Horizonte representada na Figura 9. Se compararmos esta medida de desigualdade (no ano de 2022) com das demais capitais da Região Sudeste, observamos que Belo Horizonte (0,498) possui uma desigualdade menor que São Paulo (0,544), Rio de Janeiro (0,553) e Vitória (0,521) (SALATA e RIBEIRO, 2023).

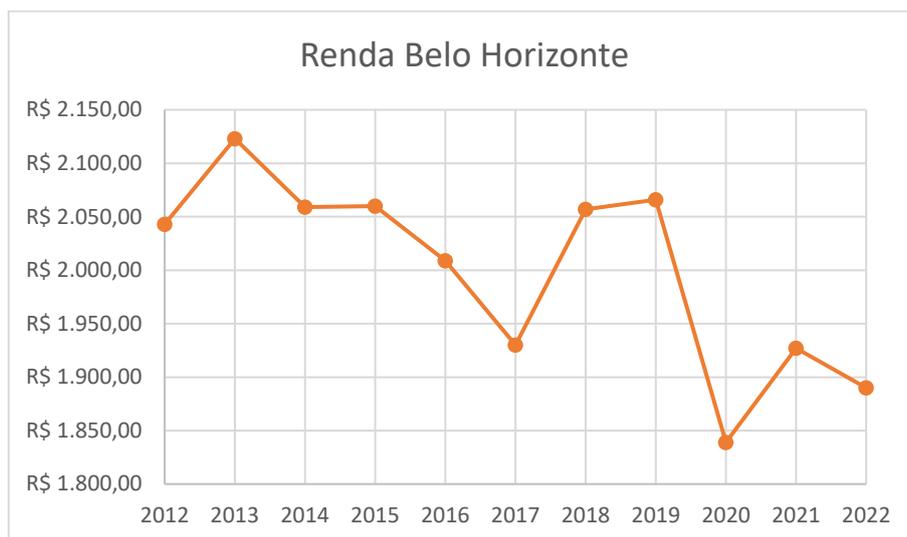
Figura 9 – Série histórica do Coeficiente de Gini para a cidade de Belo Horizonte



Fonte: Salata e Ribeiro, 2023. Elaborado pela autora, 2023.

Salata e Ribeiro (2023) analisaram os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (IBGE) e observaram que a evolução da renda média na cidade de Belo Horizonte teve uma grande queda nos últimos anos. A pandemia da COVID-19 afetou a renda geral da população brasileira, mas a Figura 10 mostra que em Belo Horizonte a queda foi acentuada, especialmente entre 2019 e 2020 quando foi de 11%.

Figura 10 – Série histórica da renda média da cidade de Belo Horizonte



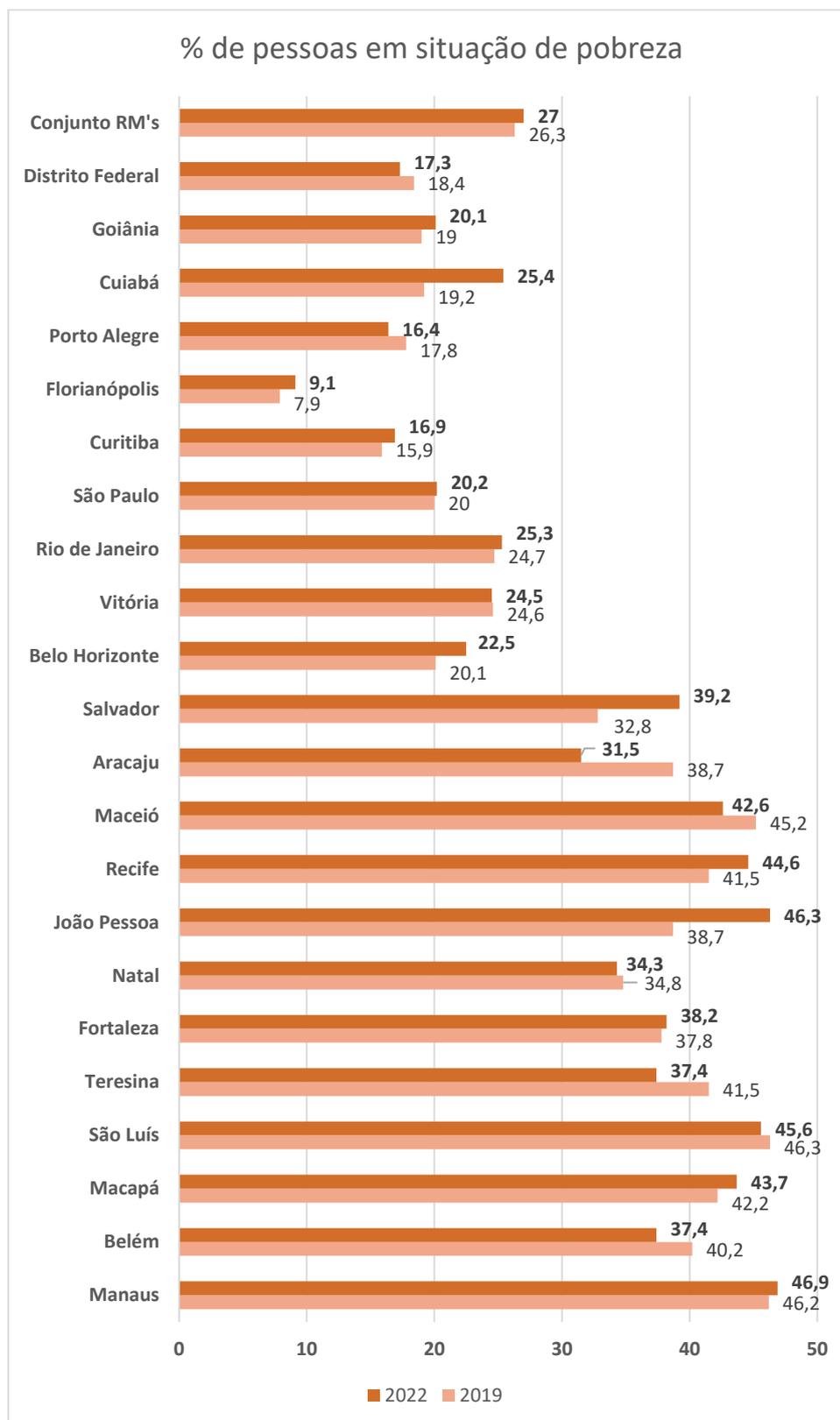
Fonte: Salata e Ribeiro, 2023. Elaborado pela autora, 2023.

Além de considerar a desigualdade de renda, é importante também analisar a pobreza absoluta e sua evolução ao longo do tempo. Enquanto os indicadores de desigualdade tratam da distribuição de renda, a pobreza refere-se ao número de pessoas que recebem rendimentos abaixo de um valor mínimo conhecido como linha de pobreza. Em termos gerais, a pobreza é a situação em que as necessidades básicas não são adequadamente atendidas, resultando em privação. Em outras palavras, considera-se pobre aquele indivíduo que não possui recursos mínimos para participar plenamente da vida na sociedade em que vive (SALATA E RIBEIRO, 2023).

A partir de 2007, o Banco Mundial incluiu duas opções de linhas de pobreza em suas publicações. Uma delas é aplicável aos países de renda média-baixa, com o valor de US\$3,65 PPC (Paridade do Poder de Compra), e a segunda é sugerida para os países de renda média-alta, com o valor de US\$6,85 PPC. O Brasil é classificado como um país de renda média-alta, então a linha de pobreza de US\$6,85 PPC tem sido frequentemente utilizada em estudos nacionais, incluindo os conduzidos pelo IBGE (*Ibid*).

Enquanto o percentual geral de pessoas abaixo da linha da pobreza no Brasil esteve em 27% no ano de 2022, especificamente na Região Metropolitana de Belo Horizonte ele esteve em 22,5%, conforme observamos na Figura 11. Além disso, é importante destacar que Belo Horizonte seguiu o padrão de relevante parte das RM's do país, tendo o seu número de pessoas abaixo da linha da pobreza aumentado em decorrência da pandemia de COVID-19, a partir do ano de 2020.

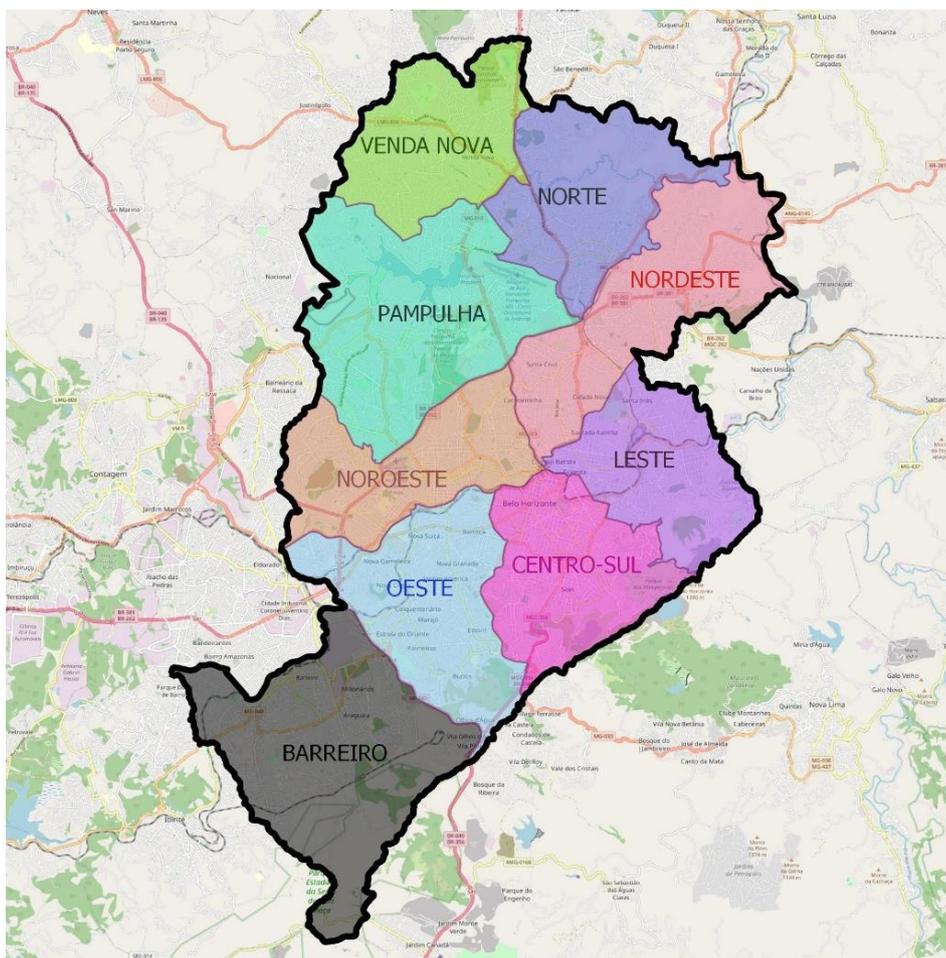
Figura 11 – % de pessoas em situação de pobreza nas RM's brasileiras



Fonte: Salata e Ribeiro, 2023. Elaborado pela autora, 2023.

Sendo o objetivo principal deste trabalho a identificação de áreas potencialmente excluídas, torna-se útil conhecer, compreender o espaço geográfico e visualizar a divisão das Regionais da cidade de Belo Horizonte. O município possui 9 regionais, que são regiões administrativas. Elas levam em conta a posição geográfica e o histórico de urbanização. São elas: Barreiro, Centro-Sul, Leste, Nordeste, Noroeste, Norte, Oeste, Pampulha e Venda Nova. Elas estão representadas a seguir na Figura 12 (BELO HORIZONTE, 2018).

Figura 12 – Regionais de Belo Horizonte

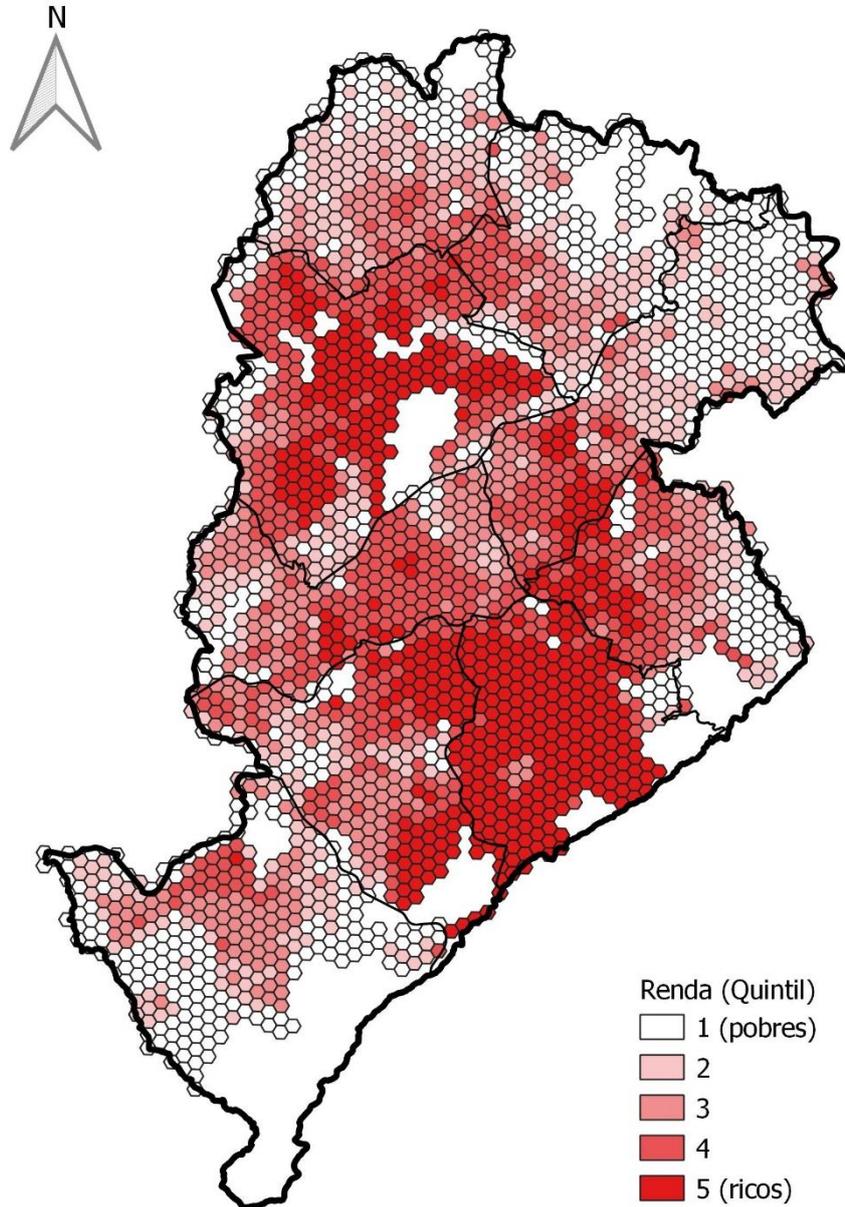


Fonte: Belo Horizonte, 2023. Elaborado pela autora, 2023.

A distribuição de renda mostra-se mais concentrada em regionais específicas como a Centro-Sul, Pampulha e parte da Oeste, Noroeste, Nordeste e Leste. Estas quatro últimas margeiam a região Centro-Sul e possuem dados de renda mais elevados nos locais próximos a esta margem. Estas características são observadas na Figura 13, que mostra os dados de renda média (IBGE,2010) por quintis, isto é, cada quintil representa 20% da

população separada em termos de renda média, destacando o nível 1 (mais claro), que representa os mais pobres e o nível 5 (mais escuro) que representa os mais ricos.

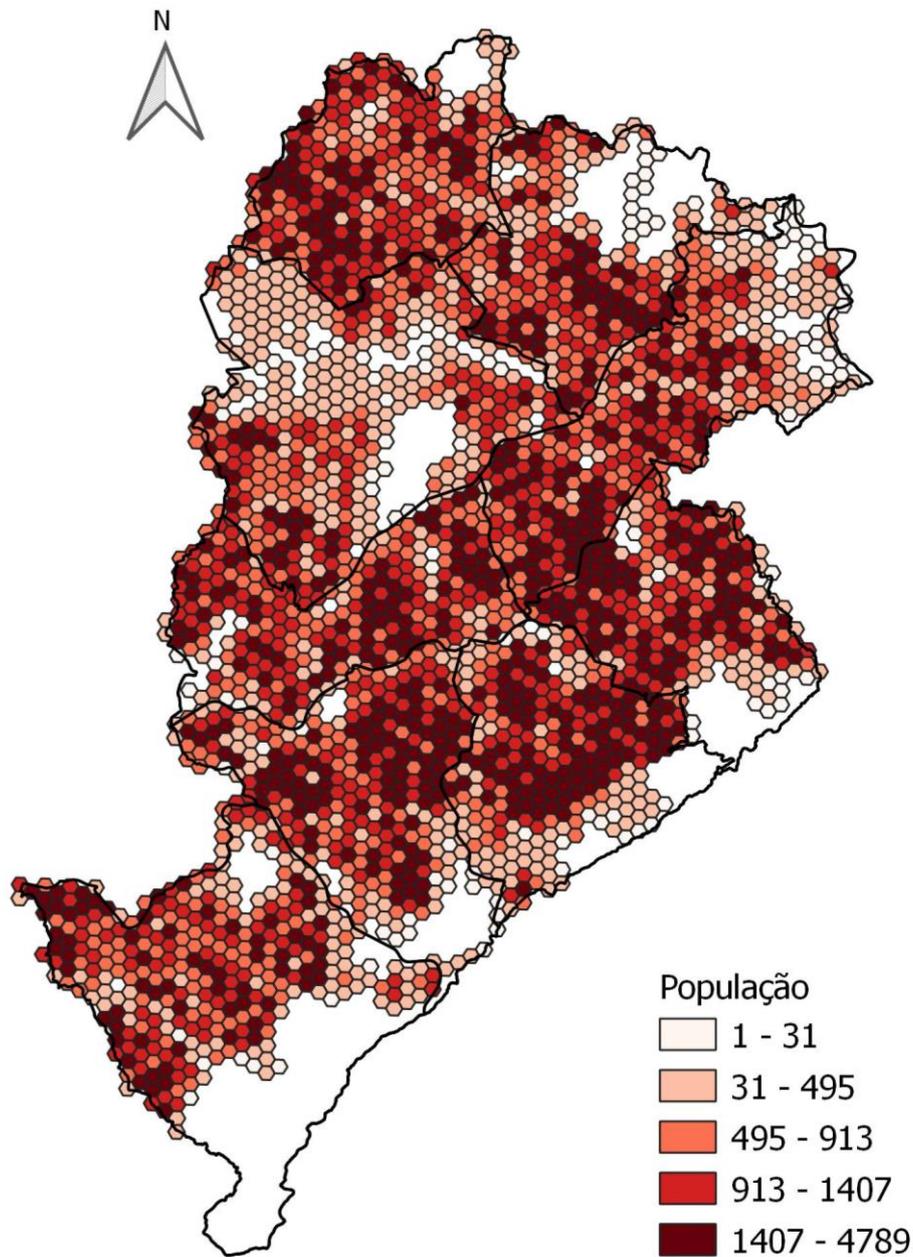
Figura 13 – Renda média nas regionais de Belo Horizonte.



Fonte: Belo Horizonte, 2023. Elaborado pela autora, 2023.

Ao analisarmos a população distribuída ao longo do território observa-se que as regionais do Barreiro, Venda Nova, Norte e Nordeste, apesar de terem baixas rendas, possuem contingentes populacionais altos. Além disso, na Figura 14 nota-se como a população é em geral bem distribuída ao longo do território de Belo Horizonte, justificando sua alta densidade, mencionada anteriormente.

Figura 14 – Distribuição populacional nas regionais de Belo Horizonte.



Fonte: Belo Horizonte, 2023. Elaborado pela autora, 2023.

Estas distribuições populacionais e de renda são fruto de todo o processo de criação, urbanização e crescimento da cidade de Belo Horizonte. Portanto, para fazer análises embasadas é necessário entender como se deu todo este processo.

### **3.4 Contexto histórico de urbanização e reflexos na dinâmica atual de Belo Horizonte**

A partir do ano de 1833 cogitou-se a transferência da capital mineira de Ouro Preto para outro local. O principal motivo era o fato de Ouro Preto não possuir condições de

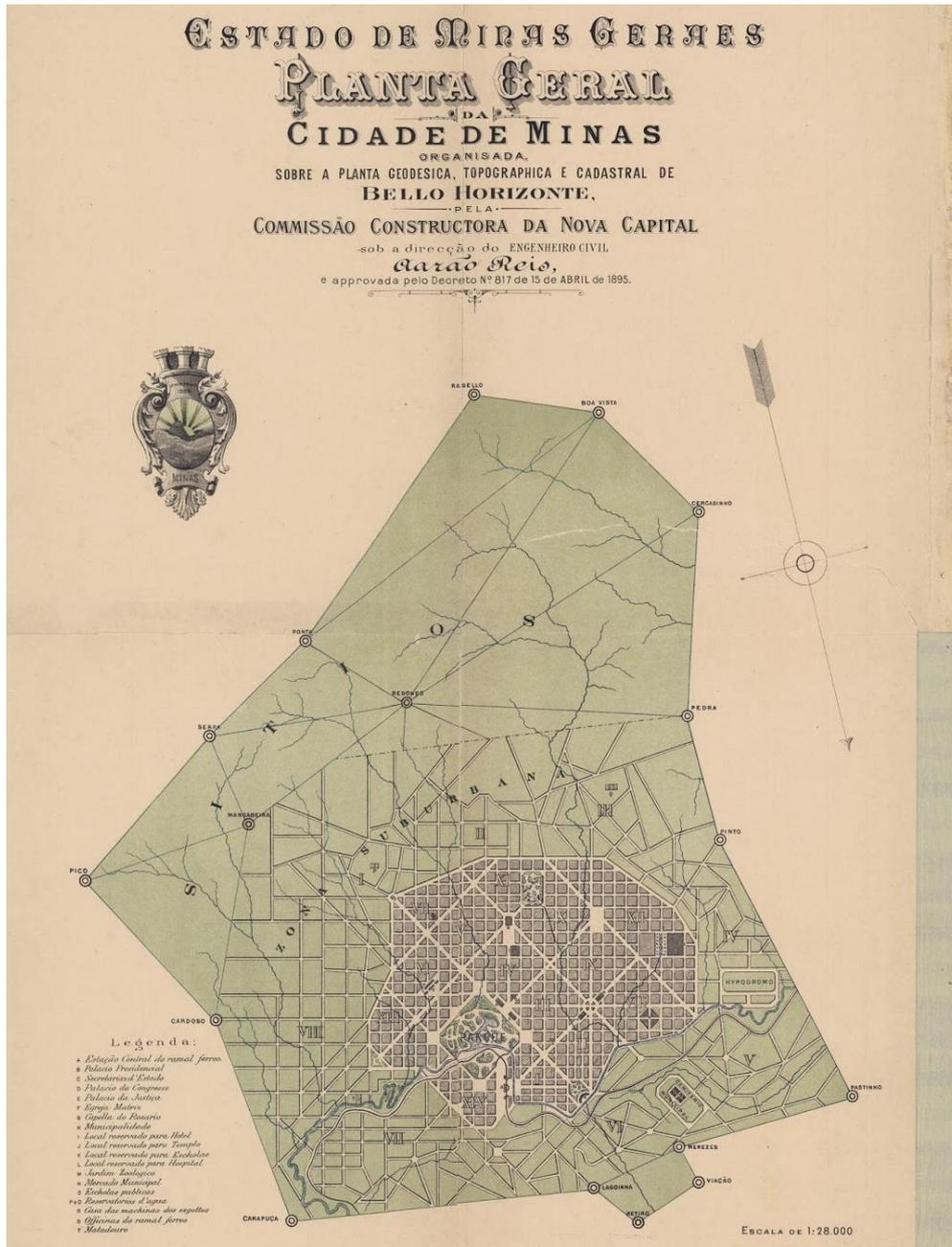
desenvolvimento, tendo uma topografia não favorável para tal. Algumas cidades mineiras foram cogitadas para serem a nova capital. Num primeiro momento cogitou-se a cidade de São João del-Rei, porém a ideia não ganhou força, em partes graças à reação ouropretana (ASSIS, 1997).

Anos mais tarde, com o fim da escravidão em 1888 e a Proclamação da República em 1889 a ideia da mudança da capital retornou mais forte. Ouro Preto passara a representar a velha monarquia e a ideia de uma nova capital ganhava força pois representava a nova república. A partir de então, 5 locais passaram a serem discutidos como possível nova capital: Belo Horizonte, Várzea de Marçal, Paraúna, Barbacena e Juiz de Fora. A mudança da capital foi um dos temas mais discutidos na Assembleia Constituinte Mineira de 1891 (MCDONALD, 2021).

Após anos de discussões, em 17 de dezembro de 1893, o Congresso mineiro votou a favor de Belo Horizonte dando o prazo máximo de 4 anos para a capital ser inaugurada. Nesta data também se criava a Comissão Construtora, que construiria a primeira cidade planejada do Brasil, chefiada pelo engenheiro Aarão Reis (IPHAN, 2014).

A planta geral da nova capital (Figura 15), concluída em 23 de março de 1895, organizou-se em três zonas concêntricas: urbana, suburbana e de sítios. A zona urbana situava-se na parte central, com quarteirões regulares e ruas ortogonais, enquanto a zona suburbana possuía quarteirões irregulares e ruas estreitas, de acordo com a topografia. A terceira zona, circundando a suburbana, destinava-se a pequenas lavouras, formando um cinturão verde ao redor da cidade. Essa organização espacial refletia a estrutura política e social vigente, com a avenida do contorno agindo como um agente de segregação social, demonstrando o esforço do poder público em controlar a ocupação do território e a separação das classes sociais no espaço urbano (VILELA, 2006).

Figura 15 – Planta da Cidade de Belo Horizonte em 1895.



Fonte: Minas Gerais, 2015.

O traçado planejado por Aarão Reis para a Zona Urbana refletia ideais republicanos e positivistas, com uma estrutura ortogonal, avenidas amplas, espaços públicos e áreas verdes, mas negligenciava a inclusão das classes populares. A maioria dos terrenos na Zona Urbana foi leiloadada, selecionando os ocupantes com base na renda e reforçando a segregação social, legitimada pelo higienismo. As classes médias e altas ocuparam a Zona Urbana, enquanto a população mais pobre foi empurrada para a zona suburbana, formando bairros populares (VILELA, 2006).

A Cidade de Minas, inaugurada em 12 de dezembro de 1897 e posteriormente renomeada para Belo Horizonte, foi projetada como a capital administrativa de Minas Gerais, buscando modernidade, fluidez e beleza. A ocupação foi mais intensa nas zonas suburbana e rural, levando a Zona Urbana a ter baixa densidade populacional por um longo período (Tabela 1). As áreas suburbana e rural sofreram com infraestrutura precária, diferentemente da área urbana. (*Ibid*).

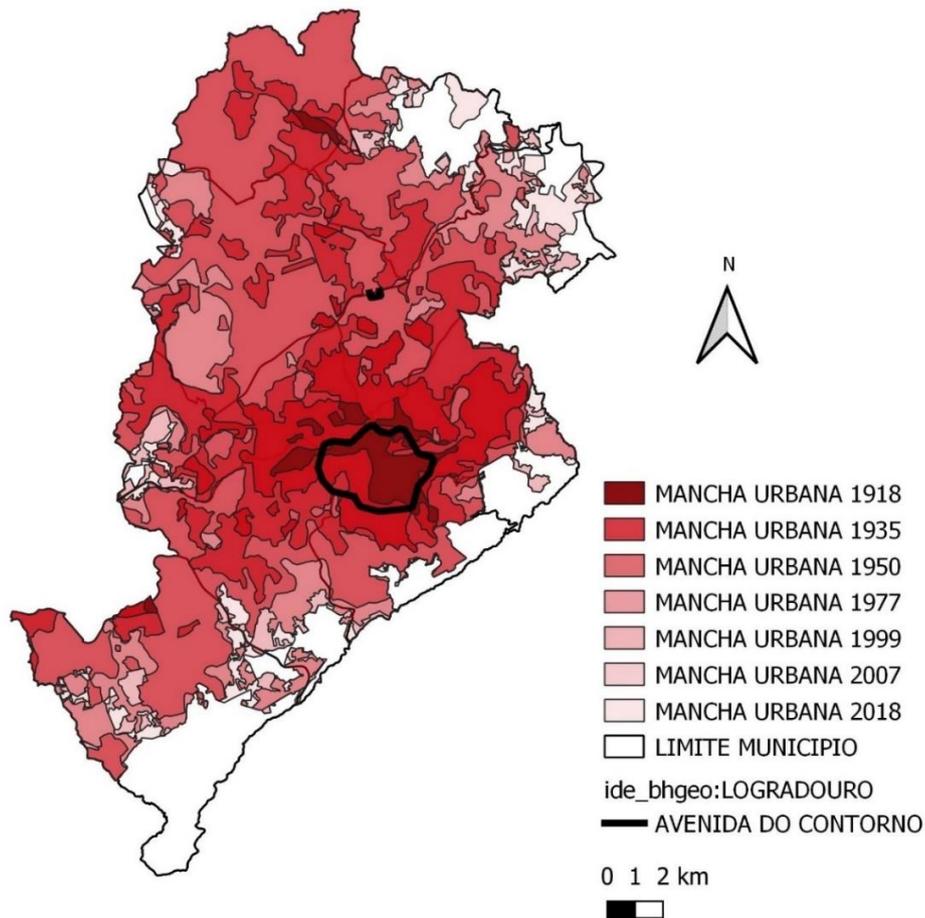
Tabela 1 – Distribuição da população belo-horizontina em 1912

<b>LOCALIZAÇÃO</b>	<b>POPULAÇÃO</b>	<b>%</b>
Urbana	12033	32
Suburbana	14842	38
Rural	11947	30
<b>TOTAL</b>	<b>38822</b>	<b>100</b>

Fonte: Passos, 2009. Elaborado pela autora, 2023.

A Figura 16 ilustra o processo de expansão da mancha urbana desde a década de 10 até os dias atuais na cidade de Belo Horizonte. Neste mapa, quanto mais escuro for o tom do vermelho mais antiga é a ocupação daquela área. A Avenida do Contorno, que representa o limite da Área Urbana do projeto de Aarão Reis está destacada em preto. Com este destaque é possível observar que a mancha urbana mais antiga (mais escura, de 1918) não se limitava apenas à divisa da Av. do Contorno, refletindo o que foi abordado nos parágrafos anteriores. Além disso, ao contrário do que se esperava, em 20 anos de inauguração de cidade ainda havia espaços não habitados dentro da Área Urbana.

Figura 16 – Expansão da Mancha Urbana de Belo Horizonte.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Observando a Figura 23 fica notório que a maior parte das áreas que foram urbanizadas nos últimos anos estão localizadas próximas às margens limítrofes do município, incluindo áreas que foram loteadas há menos de 10 anos nas regiões Norte e Noroeste.

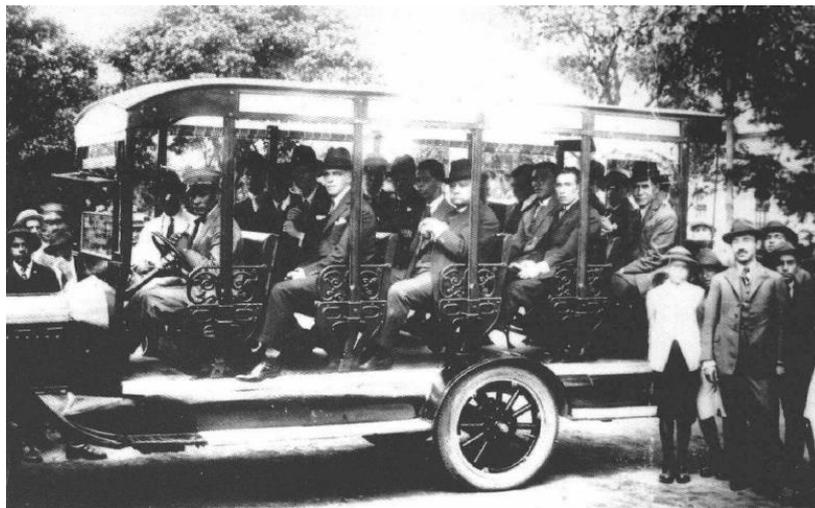
### 3.5 Desenvolvimento dos transportes públicos coletivos e reflexos na conformação atual

Já na época de inauguração da cidade, o transporte coletivo foi questão de imediato interesse da Administração municipal. No entanto, a implantação do sistema de transportes urbanos estava vinculada diretamente à necessidade de energia elétrica para os equipamentos estruturantes das linhas de bondes. E a iluminação pública só foi inaugurada pela Companhia Mineira de Eletricidade em 11 de dezembro de 1897, véspera da inauguração da capital (MINAS GERAIS, 1996).

Foi em setembro de 1902 que as primeiras linhas de bondes foram inauguradas pela Companhia Ferro-Carril de Belo Horizonte, sob responsabilidade da Prefeitura. A princípio estas linhas atendiam somente à zona urbana da cidade e contavam com 4 bondes em circulação. Somente em 1905 foram inauguradas 2 linhas que atendiam os bairros Serra e Floresta, constantes da área suburbana. Mas é sabido que até a década de 1920 o sistema de transportes por bondes não atendia à maior parte da população suburbana que também já era a maior parte da população belo-horizontina. Além disso, era comum atribuir à falta de transportes na zona suburbana o crescimento de favelas na zona urbana. As despesas com transportes e a oferta limitada dos bondes forçavam as classes trabalhadoras a viverem o mais perto possível da área central, onde já se localizavam a maior parte das oportunidades de emprego (*Ibid*).

Após diversas reclamações dos usuários e da população em geral sobre os serviços dos bondes - que incluíam: falta de atendimento a regiões da zona suburbana, pouca oferta de bondes, veículos em estado de degradação e postura dos condutores – o sistema foi entrando em decadência já no início da década de 20. Por isso e para atender à crescente demanda populacional foi criada a primeira linha de ônibus em 1923, que percorria poucos bairros. Na Figura 17 é possível ver a inauguração deste serviço de ônibus.

Figura 17 – Primeira linha de ônibus de Belo Horizonte, em 1923



Fonte: Fundação João Pinheiro, 1996.

As décadas de 20 e 30 foram marcadas pela degradação e estagnação dos investimentos no sistema de bondes. Em contraponto, a flexibilidade, característica do sistema de transportes por ônibus o fez crescer cada vez mais. A abertura de grandes eixos no tecido urbano a partir dos anos 30 e 40, como a Av. Amazonas, a Av. Antônio Carlos,

Av. Silviano Brandão e Av. Pedro II foram fatores importantes na expansão do transporte público por ônibus. Além disso, os ônibus ganhavam relevância quando faltava energia elétrica e os bondes não circulavam. No entanto, o crescimento dos ônibus ainda era limitado pela falta de combustível imposta pela segunda guerra mundial na década de 40 (BELO HORIZONTE, 2011; MINAS GERAIS, 1996).

Em 1953 deu-se a inauguração dos trólebus, que serviam aos bairros de Lourdes, Coração de Jesus, Santa Lúcia e a atual região do Santo Antônio. No entanto, este sistema de transportes, apesar de confortável, trouxe novos riscos à população, que estava acostumada aos sons dos bondes e dos motores dos ônibus, causando diversos acidentes. Por isso, a implantação do sistema não avançou muito nos anos seguintes. Já em 1955 a frota de ônibus totalizava 465 e o trólebus trafegava em apenas 2 linhas. Com a decadência do sistema, em 1969 ele foi desativado, alegando-se alto custo da energia elétrica e maior flexibilidade do ônibus. (MORAES, 1996; MINAS GERAIS, 1996).

No início da década de 60 a gradual supressão dos bondes pelos ônibus e lotações irregulares tornava esse serviço cada vez pior. Em 1961 havia somente 8 bondes circulando em bairros extremamente populosos. Diante da situação, dirigentes sindicais iniciaram uma campanha contra a má qualidade do sistema no mesmo ano, culminando na extinção deste sistema em 1963 (MINAS GERAIS, 1996).

Em relação à consolidação dos ônibus como o principal modo de transporte público de Belo Horizonte até a atualidade, a Fundação João Pinheiro (1996) diz que:

*No final dos anos 60 era quase total a modalidade ônibus no sistema de transporte coletivo, com uma pequena parcela utilizando o trem de subúrbio. As empresas concessionárias estavam mais organizadas, desaparecendo os proprietários individuais. A tecnologia disponível (com ônibus a diesel, porta de embarque e desembarque, catraca) e maior padronização da frota trouxeram melhorias relativas ao transporte público coletivo. Houve uma maior atuação do sindicato dos empresários, principalmente na busca de aumentos tarifários e na união da classe, que se refletiria nos anos seguintes. Essa reestruturação significou o início de um novo período na gestão dos transportes coletivos em Belo Horizonte, que passou a ser exclusivamente explorado pelo setor privado, sob o regime de*

*serviço de utilidade pública, ocorrendo apenas onde e quando assegurava aos concessionários a remuneração do capital investido (Ibid).*

O prefeito Souza Lima foi o primeiro a defender a ideia de implantação do metrô, entre 1967 e 1971. Na época, estudos para implantação do metrô detectaram 5 eixos de crescimento: a norte, para Venda Nova, a nordeste, para Santa Luzia, a noroeste, em direção à Ressaca, a leste, para General Carneiro e a oeste, para Betim e Contagem, sendo este último o eixo escolhido para a primeira linha devido ao crescimento vertiginoso de Contagem. Mas foi somente em 1986 que Belo Horizonte inaugurou sua primeira e única linha, com um total de 28,1km de extensão (FLORES, 2023; MINAS GERAIS, 1996).

Nos anos 90 a clandestinidade se fez presente no sistema de transporte público da cidade de Belo Horizonte. O aumento de vans contribuiu para a deterioração do sistema de transporte público por ônibus, causando queda de demanda, aumento de tarifas, elevação dos congestionamentos e acidentes de trânsito. Após anos de problemas decorrentes da clandestinidade, em 2001 o transporte clandestino passou a ser proibido por meio de liminar judicial (PARREIRAS, 2008).

Meses depois, para conter o avanço e atender à demanda do transporte clandestino, a BHTrans – Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte - instituiu um novo sistema de transporte alternativo, o Serviço Público de Transporte Coletivo Suplementar de Passageiros. Criado em 14 de setembro de 2001, este sistema surgiu para complementar o sistema de transporte por ônibus convencional, fazendo ligações entre bairros sem passar pelo centro da cidade, cumprindo horários e itinerários determinados pela BHTrans (BELO HORIZONTE, 2017).

Em 2014 foi inaugurada a primeira linha do MOVE, o sistema de BRT (*Bus Rapid Transit*) da capital mineira. Este sistema de transporte possui ônibus articulados e padrons e permite que os veículos circulem por pistas exclusivas e segregadas do tráfego comum, além da conveniência de estações de embarque fechadas. Atualmente conta com 2 corredores segregados: Antônio Carlos e Cristiano Machado, totalizando 21,8 km de extensão nos dois corredores. Além dos corredores com canaleta também há a utilização

de vias exclusivas no centro da cidade, nas avenidas Paraná e Santos Dumont (WRI BRASIL, 2014; BELO HORIZONTE, 2017).

A Figura 18 representa a linha do tempo de todos os acontecimentos relevantes mencionados sobre o desenvolvimento dos transportes coletivos na cidade de Belo Horizonte, citados nesta seção:

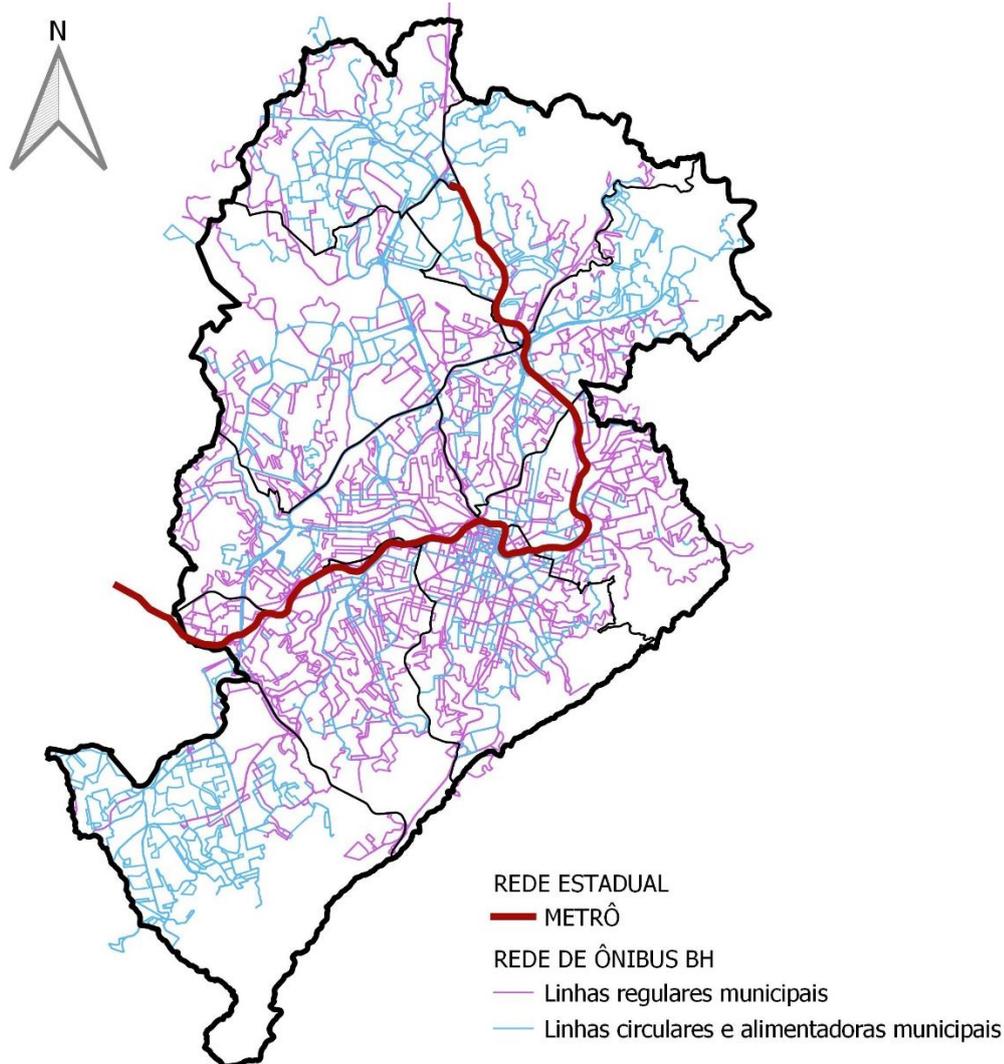
Figura 18 – Linha do tempo: desenvolvimento dos sistemas de transporte público coletivos na cidade de Belo Horizonte



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Em 2023 o sistema de transporte coletivo da cidade de Belo Horizonte é composto por 313 linhas de ônibus municipais, que incluem as linhas do sistema MOVE (BRT), convencional e suplementar. Também há a linha do metrô que, apesar de ser um sistema intermunicipal e atender também o município de Contagem, possui a maior parte de sua extensão dentro do território belo-horizontino. A Figura 19 mostra estes sistemas de transporte público coletivo da cidade de Belo Horizonte (incluindo o BRT e linhas suplementares– representados como linhas regulares municipais – e excluindo as linhas intermunicipais que porventura entrem na cidade) (BELO HORIZONTE, 2017).

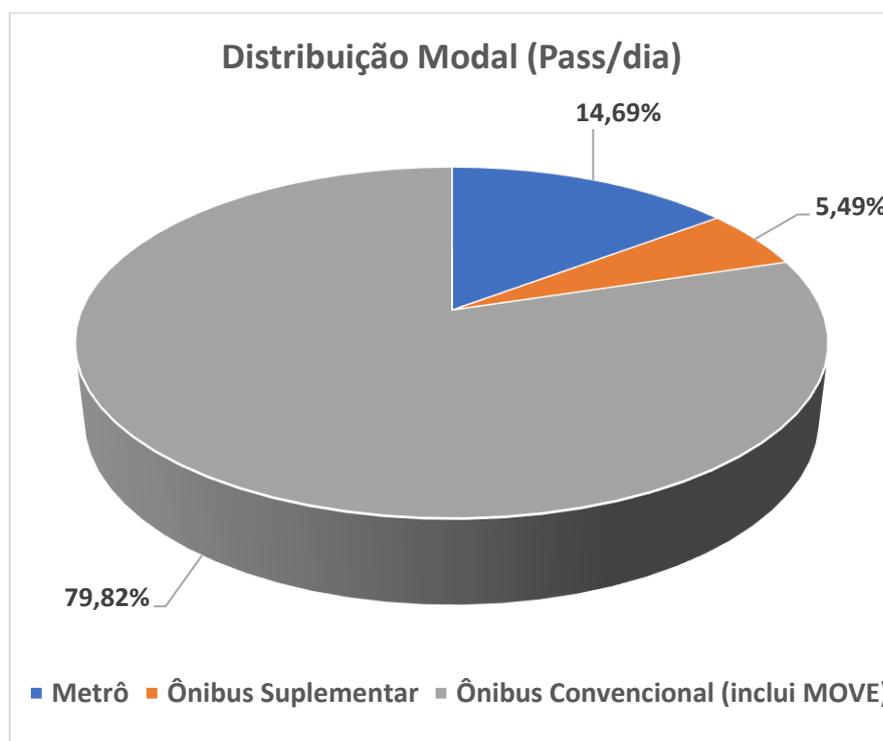
Figura 19 – Abrangência dos sistemas de transporte público coletivo da cidade de Belo Horizonte



Fonte: Belo Horizonte, 2023. Elaborado pela autora, 2023

A Figura 20 mostra a distribuição modal dentre os modos de transporte coletivos no ano de 2015, segundo o Relatório síntese do Plano Diretor de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte – PLANMOB-BH 2030 (BELO HORIZONTE, 2017).

Figura 20 – Distribuição modal (%) dentre os modos de transporte coletivos na Cidade de Belo Horizonte



Fonte: Belo Horizonte, 2017. Elaboração própria, 2023.

Os percentuais de distribuição modal apresentados no gráfico mostram a grande concentração das viagens feitas por ônibus. Se somados os sistemas convencional (que já inclui as linhas do MOVE) e suplementar o percentual chega a 85,31% dos passageiros de transporte coletivo. Esta distribuição é reflexo de todo o histórico de desenvolvimento das redes de transporte coletivo na cidade, apresentado anteriormente. Além disso, a capilaridade característica dos sistemas de ônibus, aliada ao baixo custo de implementação e à limitada extensão do metrô faz com que este modo continue sendo o mais utilizado dentre os sistemas de transporte público coletivo de Belo Horizonte.

## 4. Procedimento metodológico

### 4.1 Considerações iniciais

Este capítulo tem como objetivo apresentar os dados e descrever os métodos utilizados no estudo de caso. O objetivo principal deste trabalho é desenvolver uma metodologia que permita identificar áreas potencialmente excluídas socialmente, levando em conta as condições de acessibilidade na macro e microescala sob a perspectiva de transportes.

Uma área potencialmente excluída em termos de acessibilidade urbana é uma região ou bairro que enfrenta dificuldades em proporcionar acesso adequado a serviços e oportunidades para os seus residentes, especialmente para aqueles que possuem limitações físicas, econômicas ou sociais. Essas áreas podem ser caracterizadas por uma série de fatores que dificultam o acesso da população. Alguns exemplos incluem:

1. Infraestrutura inadequada: Falta de calçadas, rampas, sinalização adequada, transporte público acessível, entre outros elementos que dificultam a locomoção e o deslocamento das pessoas.
2. Localização distante: Áreas isoladas geograficamente, longe dos principais centros urbanos, onde os serviços e oportunidades são escassos ou de difícil acesso para a população local.
3. Baixa disponibilidade de transporte público: Falta de linhas de transporte público, horários irregulares ou transporte inadequado para pessoas com mobilidade reduzida.
4. Carência de serviços básicos: Falta de infraestrutura de saúde, educação, segurança, comércio, lazer e outros serviços essenciais, com oportunidades econômicas e sociais limitadas.

Inicialmente aplicado à cidade de Belo Horizonte, este procedimento pode ser replicado em outras cidades com o objetivo de identificar a exclusão social e promover a inclusão urbana e melhorias no acesso a serviços e oportunidades. A identificação dessas áreas é fundamental para planejar e implementar políticas de mobilidade urbana que garantam o acesso a serviços para todos os habitantes.

## 4.2 Procedimento proposto

O procedimento metodológico tem como propósito principal a identificação de áreas que apresentem potencial exclusão social, considerando as condições de acessibilidade em escalas micro e macro. Para tal, uma abordagem simples e estruturada foi adotada, baseada em variáveis de micro e macroacessibilidade, que foram selecionadas para este estudo. Essa metodologia se fundamenta em critérios exequíveis e de fácil interpretação, visando a aplicabilidade prática e a compreensão clara dos resultados obtidos.

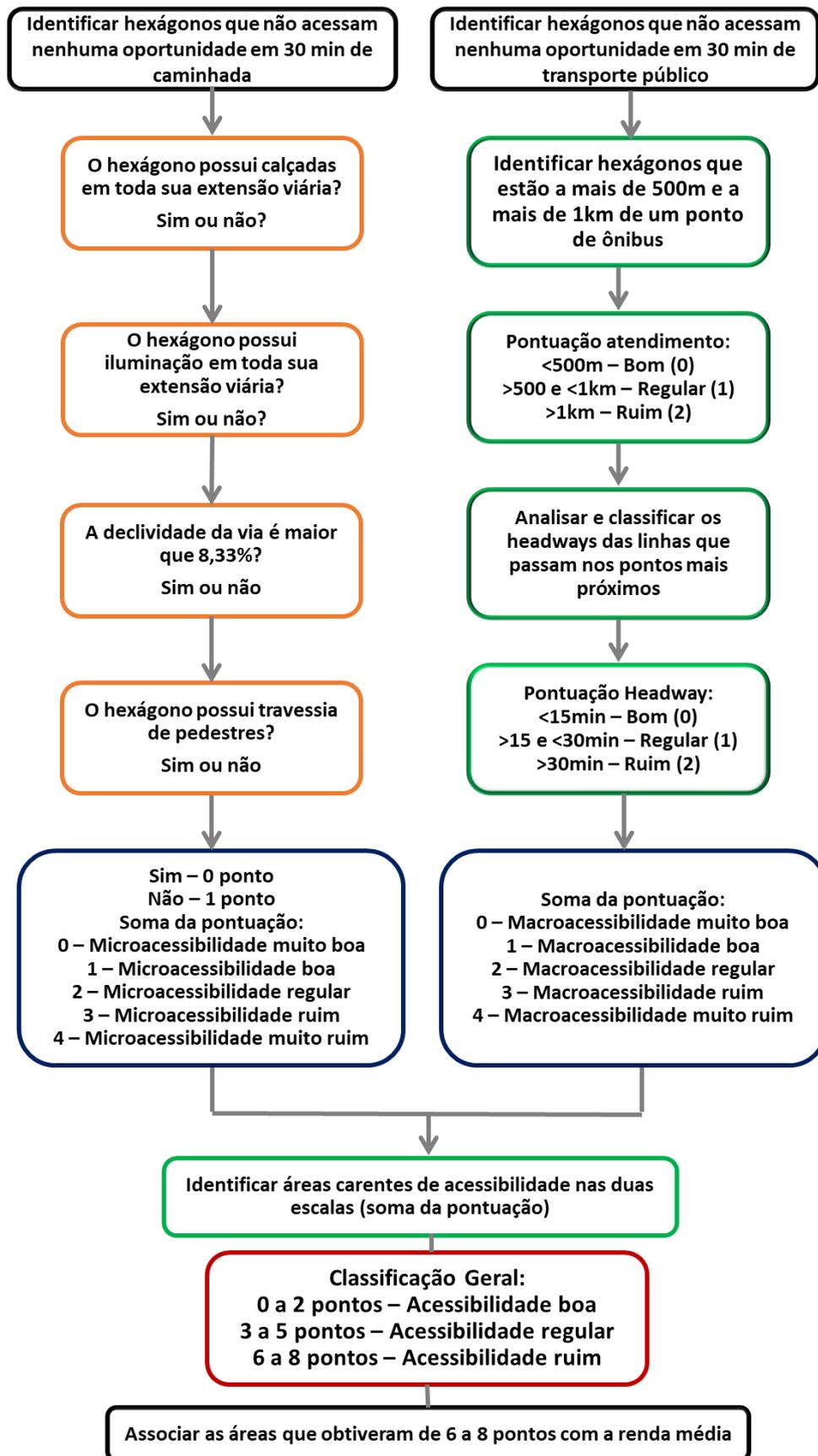
Este processo consiste em diversas etapas interligadas, culminando na classificação e identificação das localidades com maior potencial de exclusão social, em consonância com as hipóteses e pressupostos delineados na dissertação. A escolha dos critérios utilizados nas análises micro e macro é embasada ao longo deste capítulo de metodologia e se deu através da consulta a outros trabalhos na mesma área, garantindo assim sua robustez e coerência com práticas estabelecidas.

O procedimento metodológico adota medidas de microacessibilidade e macroacessibilidade como variáveis-chave para avaliar a inclusão social. Essas medidas são selecionadas por sua praticidade e disponibilidade, além de levar em conta as medidas de oportunidades cumulativas do Projeto Acesso a Oportunidades elaborado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). A escolha dessas medidas contribui para a obtenção de resultados comparáveis e consistentes, permitindo a análise de diferentes localidades.

A metodologia também contempla uma abordagem flexível ao utilizar uma escala de pontuação adaptável, que pode ser ajustada de acordo com as especificidades locais. Isso permite considerar nuances e peculiaridades de cada área, garantindo maior precisão na identificação das áreas potencialmente excluídas socialmente. Essa flexibilidade assegura que a metodologia possa ser aplicada em diferentes contextos geográficos e socioeconômicos.

Ao final do processo, a última etapa do procedimento metodológico considera a relação entre as áreas identificadas e o nível de renda dessas localidades. Isso proporciona uma análise mais completa e contextualizada, contribuindo para uma compreensão mais profunda das dinâmicas de exclusão social. A Figura 21 resume o procedimento, que será detalhado ao longo do capítulo.

Figura 21 – Procedimento metodológico proposto



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Os dados utilizados na aplicação da metodologia são advindos do Programa de Acesso a Oportunidades do IPEA e de arquivos com dados de transporte público e infraestrutura urbana fornecidos pela Prefeitura de Belo Horizonte. Na tabela 2 são descritos os dados utilizados nesta pesquisa.

Tabela 2 – Dados utilizados para identificação de áreas potencialmente excluídas

Dado	Descrição	Tipos de arquivo	Fonte
Grade de hexágonos	Grade de hexágonos com 0,114 km <sup>2</sup> de área e diagonais de 415 m	Shapefile	IPEA
Indicadores CMA	Indicadores de acessibilidade cumulativo ativo. Quantidade de oportunidade acessadas a partir de um hexágono em diferentes faixas de tempos de viagem. Os códigos de CMA são a junção de três componentes: 1) Tipo de indicador de acessibilidade (todos neste trabalho são CMA) 2) Tipo de oportunidade (neste trabalho são usadas ET - educação total -, EI - educação infantil -, EF - educação fundamental - e EM - educação média 3) Tempo limite (neste trabalho são usados os tempos de 15, 30, 45 e 60 minutos)	Shapefile	IPEA (2019)
Localização das escolas de ensino infantil	Centroides dos hexágonos que contém as oportunidades de educação infantil	Shapefile	INEP (2019) - Consultado a partir do IPEA
Localização das escolas de ensino fundamental	Centroides de hexágonos que contém as escolas de ensino fundamental	Shapefile	INEP (2019) - Consultado a partir do IPEA
Localização das escolas de ensino médio	Centroides dos hexágonos que contém as oportunidades de educação média	Shapefile	INEP (2019) - Consultado a partir do IPEA
Presença de calçadas	Informação extraída do shapefile de meios fios da cidade de Belo Horizonte.	Shapefile	Prefeitura de Belo Horizonte (2023)
Iluminação pública	Localização dos postes de iluminação pública	Shapefile	Prefeitura de Belo Horizonte (2023)
Declividade	Declividade (inclinação) de vias	Shapefile	Prefeitura de Belo Horizonte (2023)
Travessias de pedestres	Presença de travessias de pedestres.	Shapefile	Prefeitura de Belo Horizonte (2023)
Pontos de ônibus	Localização dos pontos de ônibus da cidade de Belo Horizonte	Shapefile	Prefeitura de Belo Horizonte (2023)
Trajeto das linhas de ônibus	Desenho das linhas de ônibus da cidade de Belo Horizonte	Shapefile	Prefeitura de Belo Horizonte (2023)
Headway das linhas de ônibus	Frequência de cada linha de ônibus, por sentido e por faixa horária extraídos do GTFS da cidade de Belo Horizonte	GTFS (arquivos de texto)	Prefeitura de Belo Horizonte (2023)
Renda	Dados de renda domiciliar per capita média	Shapefile	IBGE (2010) - Consultado a partir do IPEA
População	Dados populacionais desagregados por diferentes classes de gênero, raça e faixas etárias	Shapefile	IBGE (2010) - Consultado a partir do IPEA
Quantidade de matrículas em instituições de ensino	Quantidade de matrículas em instituições de ensino desagregadas por ensino infantil, fundamental e médio	Shapefile	INEP (2019) - Consultado a partir do IPEA

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

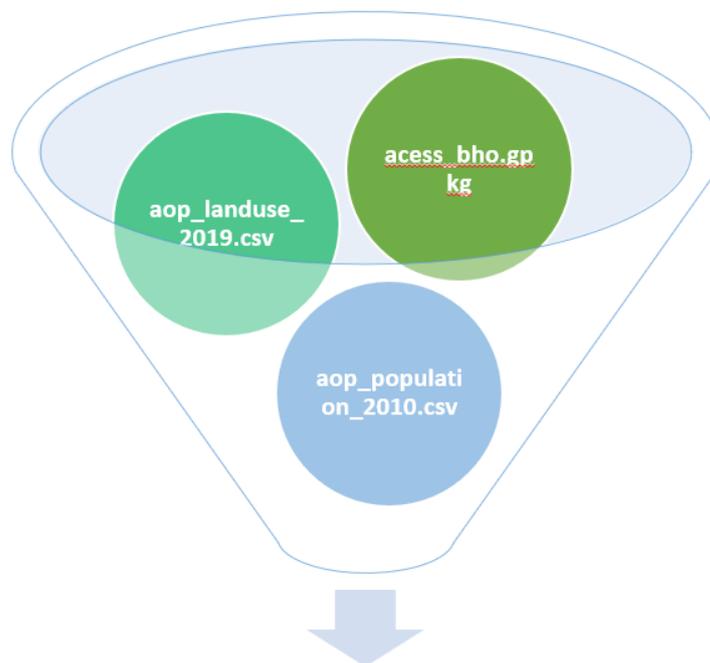
### 4.3 Tratamento de dados para construção de bases geográficas

O processamento dos dados apresentados neste trabalho foi feito através do *software* QGIS, versão 3.22.6. Trata-se de uma aplicação de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) gratuita que processa dados geoespaciais, suportando inúmeros formatos de vetores, bases de dados e funcionalidades. Após a etapa de processamento de dados, estes foram exportados em formato de planilhas, para serem analisadas e trabalhadas no *Excel* e em formato de diversos mapas temáticos que são apresentados ao longo deste trabalho.

A base de dados geográficos surgiu de 2 fontes de dados brutos. A primeira foi o Programa de Acesso a Oportunidades – IPEA (Figura 22), que forneceu:

1. O arquivo *geopackage* “*access\_bho.gpkg*”, contendo os hexágonos, indicadores de acessibilidade por diferentes modos e população de cada hexágono.
2. O arquivo *.csv* “*aop\_landuse\_2019*” com dados de uso do solo de educação, saúde, atividade econômica (número de empregos formais) e assistência social. Eles são desagregados por hexágono.
3. O arquivo *.csv* “*aop\_population\_2010*” com dados sociodemográficos do censo do IBGE de 2010. Eles também são desagregados por hexágono.

4. Figura 22 – Base de dados do IPEA

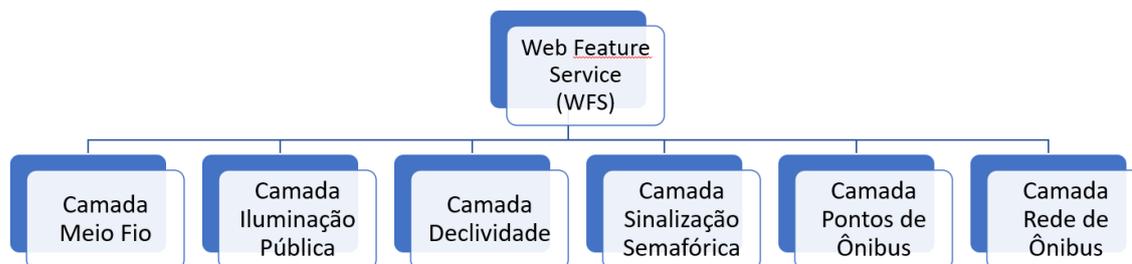


**Base de dados IPEA**

Fonte: Elaborado pela autora, 2023

A segunda base de dados foi a Prefeitura de Belo Horizonte. Através do site oficial foi acessado o WFS (*Web Feature Service*) da Prefeitura de Belo Horizonte. Um link WFS define uma consulta através do QGIS à base de dados da Prefeitura, permitindo baixar diretamente para a base de dados geográficos as camadas de dados vetoriais oficiais do município. A Figura 23 mostra quais camadas de dados brutos foram obtidas através do link WFS.

Figura 23 – Camadas de dados obtidas através do WFS da Prefeitura de Belo Horizonte



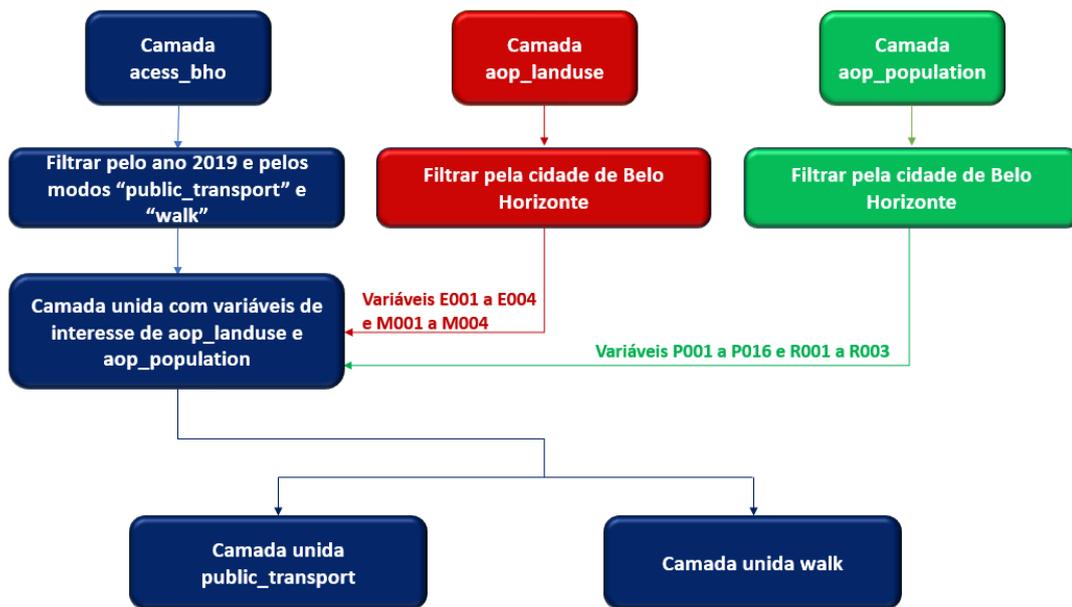
Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Além do acesso ao WFS, foi obtido através do site da Prefeitura o GTFS (*General Transit Feed Specification*) das linhas de ônibus convencionais e suplementares de Belo Horizonte. Segundo o Google (2023), “um feed GTFS é composto de uma série de arquivos de texto agrupados em um arquivo ZIP. Cada arquivo modela um aspecto específico das informações sobre o transporte público: paradas, trajetos, viagens ...”

Todos estes arquivos foram inseridos em um projeto do QGIS. Por tratar-se de arquivos muito grandes, com diversas informações que não seriam usadas, além da necessidade de correlacioná-los, este trabalho teve uma grande etapa de tratamento destes dados para que se pudesse chegar aos dados mencionados na Tabela 2, anteriormente. Todas as operações de tratamento de dados feitas são descritas a seguir.

Para elaboração de mapas temáticos e planilhas com todos os dados provenientes do IPEA, foi necessária a união deles. Para tal, foi realizado o passo a passo ilustrado na Figura 24. Neste processo foram selecionadas as variáveis de uso do solo E001 a E004 (quantidade e localização de escolas por nível de ensino) e de dados socioeconômicos P001 a P016 (dados populacionais desagregados por idade, gênero e raça) e R001 a R003 (dados de renda). Estas variáveis de interesse foram adicionadas à camada “*acess\_bho*”.

Figura 24 – Geração das camadas com dados provenientes do IPEA



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

A partir desta ferramenta de união entre camadas são criadas duas bases de dados geográficas: Microacessibilidade (Camada unida *Walk*) e Macroacessibilidade (Camada unida *public\_transport*).

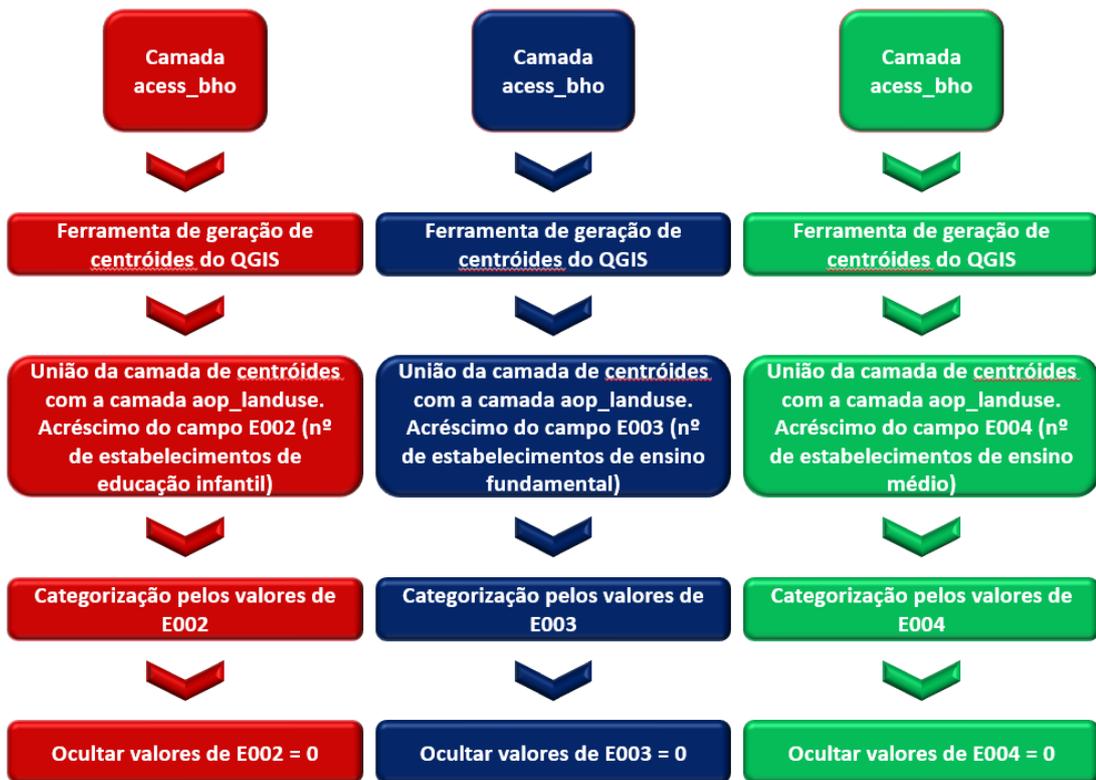
#### 4.3.1 Criação de camadas de localização das escolas

Para considerar a localidade das escolas, diferenciadas por nível de ensino, foram criadas três camadas:

- Escolas Educação Infantil – Centróides
- Escolas Ensino Fundamental – Centróides
- Escolas Ensino Médio – Centróides

Para gerar a camada de centróides (centro geográfico do hexágono) de escolas de educação infantil foi importada novamente a camada *acess\_bho* e utilizada a ferramenta de geração de centróides do QGIS. Após esta etapa uniu-se a camada de centróides com a camada *aop\_landuse* acrescentando somente o campo E002 (quantidade de escolas de educação infantil). Em seguida, esta camada foi categorizada pelos valores de E002 e ocultados todos os centróides que possuem E002 igual a 0. Este processo foi repetido mais duas vezes para a criação das outras duas camadas. A Figura 25 ilustra o processo de criação destas camadas.

Figura 25 – Criação de camadas de localização das escolas



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

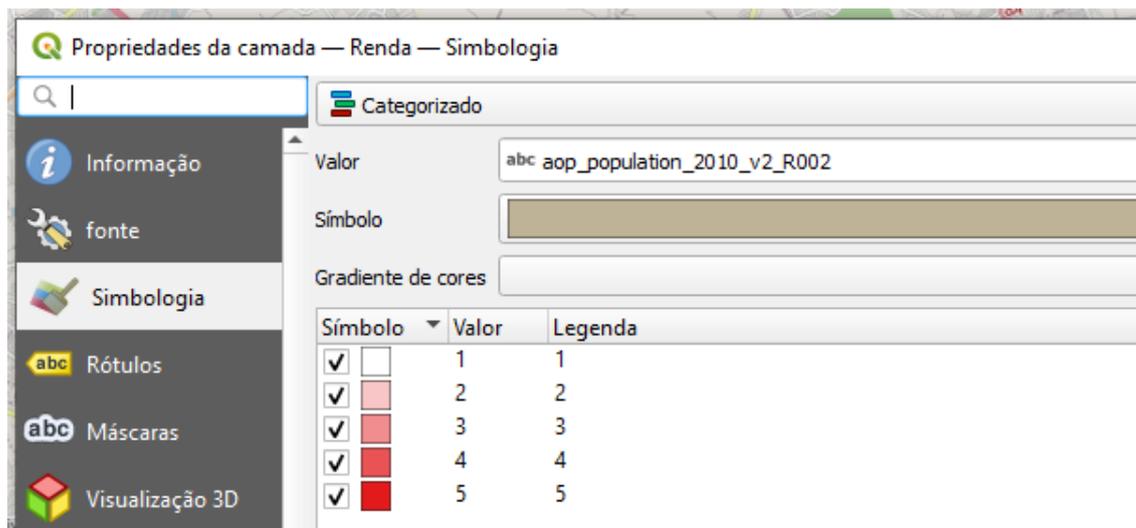
#### 4.3.2 Criação da camada Renda

A principal variável socioeconômica utilizada neste trabalho foi a renda. Por isso foi criada uma camada que facilitasse a compreensão da distribuição de renda ao longo do território do município. Para tal, partiu-se de mais uma cópia da camada *acess\_bho*. Esta camada teve como propósito realizar análises visuais de distribuição de renda.

Primeiro foi feita uma união da camada original *acess\_bho* com a camada *aop\_population* para acrescentar o campo R002 à camada *acess\_bho*. A variável R002 representa a renda dividida em classes de quintis. Quintis são pontos de corte que dividem a população em 5 partes iguais, ou seja, pessoas que estejam classificadas no quintil 1 representam os 20% mais pobres da população, por exemplo.

Feita a união, partiu-se para a etapa de categorização. A categorização foi feita segundo a variável adicionada (R002), assim é possível enxergar onde estão os 5 quintis ao longo do território. A Figura 26 mostra o processo de categorização por este parâmetro feito no QGIS.

Figura 26 – Classes de renda em quintis



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

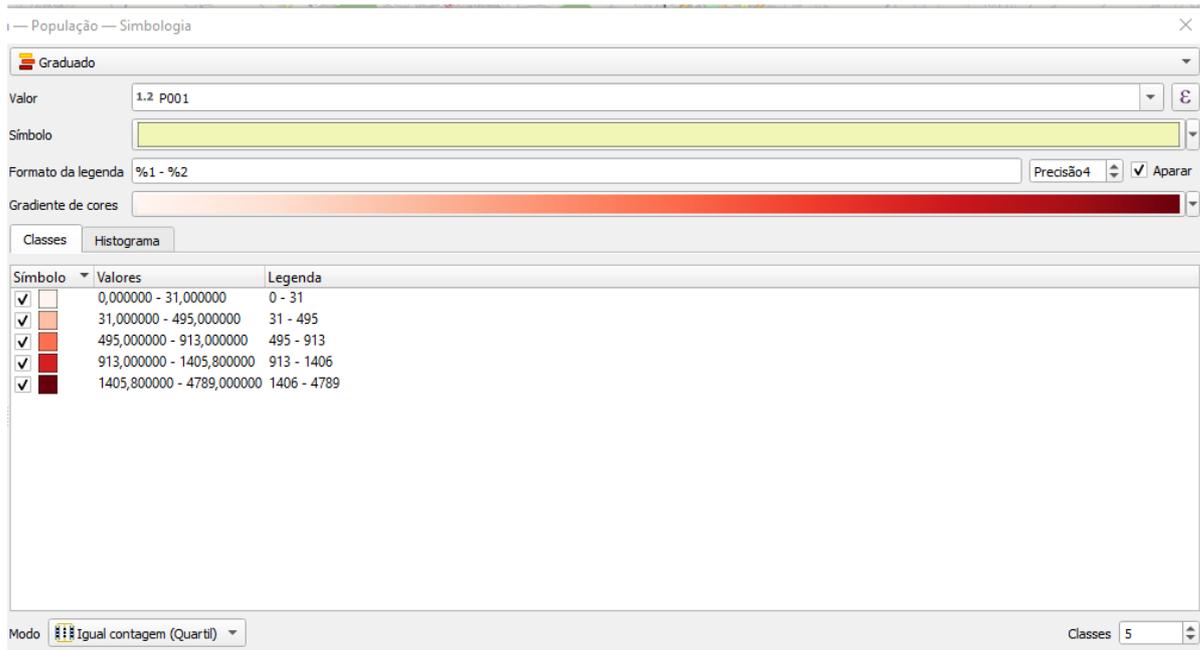
Além da junção de camadas e categorização em quintis, foi feito também um filtro na camada resultante, de forma a mostrar apenas hexágonos referentes ao ano de 2019, ao modo transporte público e que tenham uma população diferente de zero.

#### 4.3.3 Criação da camada População

A camada População foi criada para entender se os locais carentes de acesso têm poucas ou muitas pessoas. De forma similar à camada renda, ela tem o propósito de promover uma análise visual e, portanto, passou por etapa de categorização dos níveis de densidade populacional.

Esta camada também partiu de uma cópia da camada *access\_bho*. Feita a cópia e a mudança de nome para “População” os dados foram graduados em relação à variável P001 (população total). Para definir as classes foi usado o modo de quartil. A Figura 27 mostra a tela de configuração para esta camada.

Figura 27 – Classes de população em quartis



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Esta camada também tem um filtro que considera apenas de hexágonos referentes ao ano de 2019, como modo de transporte público e com população maior que zero.

#### 4.4 Base de dados geográficos de Microacessibilidade

A base de dados geográficos de Microacessibilidade é composta das camadas:

- Educação Infantil – Walk
- Ensino Fundamental – Walk
- Ensino Médio – Walk
- Escolas Educação Infantil – Centróides
- Escolas Ensino Fundamental – Centróides
- Escolas Ensino Médio – Centróides
- Camada de meio fio – para avaliar ausência de calçadas
- Camada iluminação pública – para avaliar ausência de iluminação pública em determinados trechos de vias
- Camada de declividade – para avaliar a inclinação das vias
- Camada sinalização semafórica – para avaliar ausência de travessias de pedestres
- Resultado – Educação Infantil
- Resultado – Ensino Fundamental
- Resultado – Ensino Médio

#### 4.4.1 Desmembramento da Camada unida walk nos três níveis de ensino

Com o objetivo de se ter análises mais aprofundadas e detalhadas foi necessário criar uma camada com os indicadores de acessibilidade para cada nível de ensino. Sendo assim, copiou-se a Camada unida walk três vezes e em cada uma das cópias foi feita uma categorização baseada em regra. A Figura 28 mostra as regras utilizadas para definir os níveis de corte na camada de educação infantil. O primeiro nível representa os hexágonos onde não é possível acessar nenhum estabelecimento de ensino infantil em até 15 minutos de caminhada (índice CMAEI15). Os níveis seguintes representam a mesma regra para os cortes de 30, 45 e 60 minutos.

Figura 28 – Classes de inaccessibilidade a estabelecimentos de ensino infantil por caminhada

camada — Educação Infantil - Walk — Simbologia

Rótulo	Regra
<input type="checkbox"/> > 15MIN	"CMAEI15" = 0
<input checked="" type="checkbox"/> > 30MIN	"CMAEI30" = 0
<input type="checkbox"/> > 45MIN	"CMAEI45" = 0
<input type="checkbox"/> > 60MIN	"CMAEI60" = 0

Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Importante acrescentar que além de criar os níveis de corte para cada tipo de estabelecimento de ensino, cada uma das três camadas foi filtrada de forma que hexágonos que possuem população igual a zero (indicador P001 = 0) sejam ocultados da visualização e análise.

As 3 camadas receberam os nomes:

- Educação Infantil – Walk
- Ensino Fundamental – Walk
- Ensino Médio - Walk

#### 4.4.2 Classes da camada de declividade

A camada de declividade foi utilizada para considerar a inclinação das vias na análise de microacessibilidade. Sendo Belo Horizonte uma cidade marcada por um relevo bem acidentado, entende-se ser importante considerar este fator na análise.

Segundo a NBR9050/2020, são consideradas rampas trechos com inclinação acima de 5% e deve-se, nestes casos, seguir os parâmetros apresentados na Tabela 3. Se a rampa tiver inclinação entre 5% e 6,25% não é necessário criar áreas de descanso (patamares). Se a rampa tiver entre 6,25% e 8,33% de inclinação são necessárias áreas de descanso (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020).

Tabela 3 – Dimensionamento de rampas

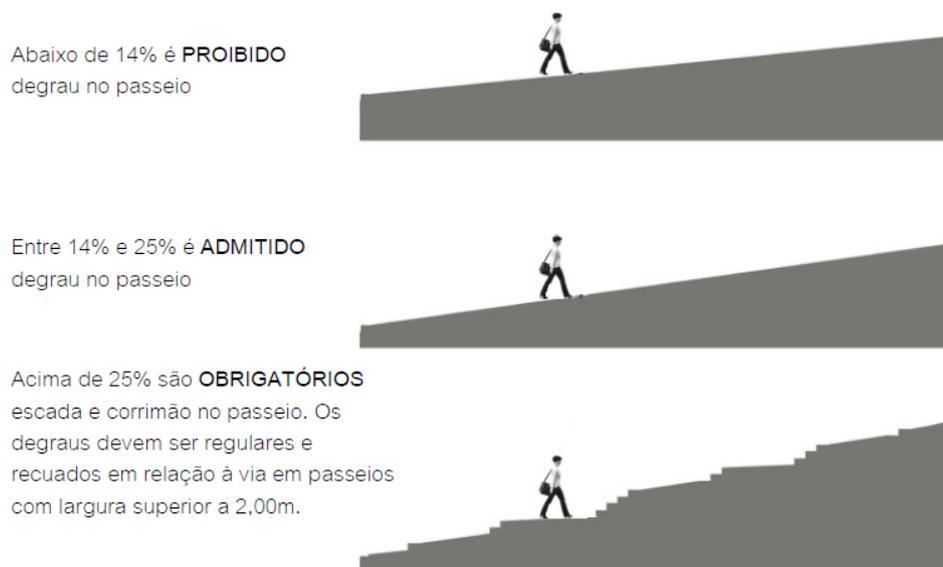
<b>Desníveis máximos de cada segmento de rampa <i>h</i></b> m	<b>Inclinação admissível em cada segmento de rampa <i>i</i></b> %	<b>Número máximo de segmentos de rampa</b>
1,50	5,00 (1:20)	Sem limite
1,00	5,00 (1:20) < <i>i</i> ≤ 6,25 (1:16)	Sem limite
0,80	6,25 (1:16) < <i>i</i> ≤ 8,33 (1:12)	15

Fonte: ABNT, 2020.

Não são recomendadas inclinações acima de 8,33%. A norma cita que em casos específicos, somente em casos de reformas e quando esgotadas todas as possibilidades de soluções, podem ser utilizadas inclinações entre 8,33% e 12,5%. Mas trata-se de uma exceção que deve ser evitada, além de haver uma restrição máxima de 4 segmentos de rampa para inclinações entre 8,33% e 10% e de 1 segmento de rampa para inclinações entre 10% e 12,5% (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020).

A Prefeitura de Belo Horizonte diz em sua “Cartilha Ilustrativa de Padrão de Passeios de Belo Horizonte” que para passeios com inclinação abaixo de 14% é proibido que haja degraus sendo permitido somente rampas. Já para passeios com inclinações entre 14% e 25% são admitidos degraus, porém não são obrigatórios. Por fim, para passeios com inclinações acima de 25% degraus e corrimão são obrigatórios. A Figura 29 representa esquematicamente estes níveis (BELO HORIZONTE, 2018).

Figura 29 – Inclinação longitudinal em passeios de Belo Horizonte



Fonte: Belo Horizonte, 2018

Para definição das classes da camada de declividade e, portanto, do corte do que é uma inclinação aceitável em termos de microaccessibilidade foram considerados os parâmetros da ABNT e da Prefeitura de Belo Horizonte. A Figura 30 mostra a tela de propriedades da camada declividade do QGIS, onde foram definidas as classes a seguir:

- 0 – 5%
- 5 – 8,33%
- 8,33 – 14%
- 14 – 25%
- > 25%

Para esta classificação foram usados os valores de declividade média da camada declividade. E para o corte de declividade inadequada foi considerado o valor de 8,33%. Portanto, os trechos com declividade média acima de 8,33% foram considerados inadequados por não terem infraestrutura adequada a cadeirantes.

Figura 30 – Classes da camada de declividade

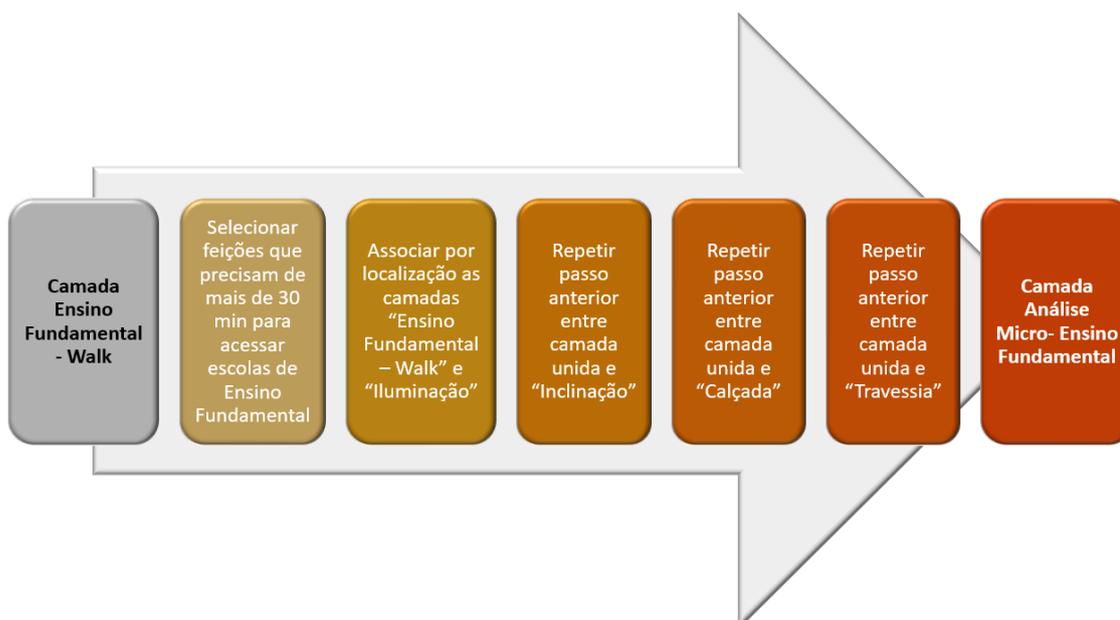
Rótulo	Regra	Escala
<input type="checkbox"/> 0 - 5%	"DECLIVIDADE_MEDIA" >= 0 and "DECLIVIDADE_MEDIA" <= 5	
<input type="checkbox"/> 5 - 8,33%	"DECLIVIDADE_MEDIA" > 5 and "DECLIVIDADE_MEDIA" <= 8.33	
<input checked="" type="checkbox"/> 8,33 - 14%	"DECLIVIDADE_MEDIA" > 8.33 and "DECLIVIDADE_MEDIA" <= 14	
<input checked="" type="checkbox"/> 14 - 25%	"DECLIVIDADE_MEDIA" > 14 and "DECLIVIDADE_MEDIA" <= 25	
<input checked="" type="checkbox"/> >25%	"DECLIVIDADE_MEDIA" > 25	

Fonte: Elaborado pela autora, 2023

#### 4.4.3 Associação dos atributos de Microacessibilidade

A análise dos atributos de microacessibilidade deste trabalho foi feita de forma conjunta, de modo a identificar as áreas que carecem de tais atributos concomitantemente. Sendo assim, foi necessário unir tais atributos em uma mesma camada. Foi criada uma camada para cada nível de ensino. A Figura 31 detalha o processo que foi realizado para criar a camada de Ensino Fundamental com a união dos atributos micro. Este processo foi repetido para os outros dois níveis.

Figura 31 – Associação dos atributos de microacessibilidade



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

O ITDP (2017) recomenda que o ideal para uma caminhada até um ponto de ônibus seja de até 1000m ou 20 minutos. Sendo assim, considerou-se que o primeiro nível (15 minutos) ainda estaria dentro dos parâmetros adequados quanto à microacessibilidade. Portanto, foi com este parâmetro do ITDP que se definiu o nível de corte de 30 minutos de caminhada como sendo o primeiro valor inadequado quanto ao tempo de caminhada.

#### 4.4.4 Criação das camadas de resultado - Microacessibilidade

As três camadas de Análise Micro (uma para cada nível de ensino) trazem a compilação dos quatro elementos de microacessibilidade (iluminação, inclinação, calçada e travessia) para cada hexágono que não alcança nenhuma escola em 30 minutos de caminhada. Após a criação destas camadas foi feito um tratamento destes dados compilados no Excel, de forma que cada hexágono tivesse uma pontuação total. Esta pontuação total pode variar de zero a quatro (cinco classes), o qual 0 representa os hexágonos com uma microacessibilidade excelente em relação aos parâmetros analisados e 4 representa uma microacessibilidade péssima em relação aos mesmos parâmetros. A tabela 4 apresenta uma pequena amostra dos dados de microacessibilidade a estabelecimentos de Ensino Médio. Cada hexágono foi avaliado em cada um dos quatro elementos e cada elemento poderia receber a pontuação 0 (parâmetro adequado) ou 1 (inadequado). O valor total representa a análise conjunta destes elementos de microacessibilidade.

Tabela 4 – Amostra de dados de microacessibilidade a estabelecimentos de ensino médio

HEXÁGONO	ILUMINAÇÃO	INCLINAÇÃO	CALÇADA	TRAVESSIA	TOTAL
89a88136103ffff	0	1	1	1	3
89a8813610bffff	0	1	1	1	3
89a8813611bffff	0	1	1	1	3
89a8813612bffff	1	1	1	1	4
89a8813612fffff	1	1	1	1	4
89a88136143ffff	0	0	1	1	2
89a88136147ffff	0	0	0	1	1
89a8813614bffff	0	0	0	1	1
89a8813614fffff	1	0	1	1	3

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Definidas as cinco classes de pontuação, partiu-se para a etapa de georreferenciamento destas classes. Para tal, importou-se a tabela-resultado (que é apresentada parcialmente na Tabela 4) que foi obtida após tratamento de dados no Excel no QGIS. Os valores desta

tabela foram associados aos respectivos hexágonos e cada um passou a ter a informação de sua pontuação por atributo e a total.

Categorizando a camada pelo valor total da pontuação torna possível identificar visualmente as regiões mais carentes de infraestrutura. A Figura 32 mostra o processo descrito nesta seção.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

#### 4.5 Base de dados geográficos de Macroacessibilidade

A base de dados geográficos de Macroacessibilidade é composta das camadas:

- Educação Infantil – Walk
- Ensino Fundamental – Walk
- Ensino Médio – Walk
- Escolas Educação Infantil – Centróides
- Escolas Ensino Fundamental – Centróides
- Escolas Ensino Médio – Centróides
- Pontos de ônibus – categorizado pelas linhas
- Rede de ônibus – categorizado pelo tipo de linha (convencional, suplementar e intermunicipal) e excluídas as intermunicipais. A esta camada foi acrescentada a informação do *headway*, proveniente do GTFS.
- Educação Infantil - Resultado
- Ensino Fundamental - Resultado
- Ensino Médio - Resultado

##### 4.5.1 Desmembramento da Camada unida public\_transport nos três níveis de ensino

Com o objetivo de se ter análises mais aprofundadas e detalhadas foi necessário criar uma camada com os indicadores de acessibilidade para cada nível de ensino. Sendo assim,

copiou-se a Camada unida `public_transport` três vezes e em cada uma das cópias foi feita uma categorização baseada em regra. A Figura 33 mostra as regras utilizadas para definir os níveis de corte na camada de educação infantil. O primeiro nível representa os hexágonos onde não é possível acessar nenhum estabelecimento de ensino infantil em até 15 minutos utilizando o transporte público (índice `CMAEI15`). Os níveis seguintes representam a mesma regra para os cortes de 30, 45 e 60 minutos.

Figura 33 – Classes de inacessibilidade a estabelecimentos de ensino infantil

Rótulo	Regra	Escala mínima	Escala m
<input checked="" type="checkbox"/> > 15MIN	"CMAEI15" = 0		
<input checked="" type="checkbox"/> > 30MIN	"CMAEI30" = 0		
<input checked="" type="checkbox"/> > 45MIN	"CMAEI45" = 0		
<input checked="" type="checkbox"/> > 60MIN	"CMAEI60" = 0		

Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Importante acrescentar que além de criar os níveis de corte para cada tipo de estabelecimento de ensino, cada uma das três camadas foi filtrada de forma que hexágonos que possuem população igual a zero (indicador `P001 = 0`) sejam ocultados da visualização e análise.

#### 4.5.2 Importação e tratamento de dados do GTFS

O GTFS das linhas de ônibus de Belo Horizonte é dividido em 2 *feeds*:

- GTFS Estático do Sistema Convencional
- GTFS Estático do Sistema Suplementar

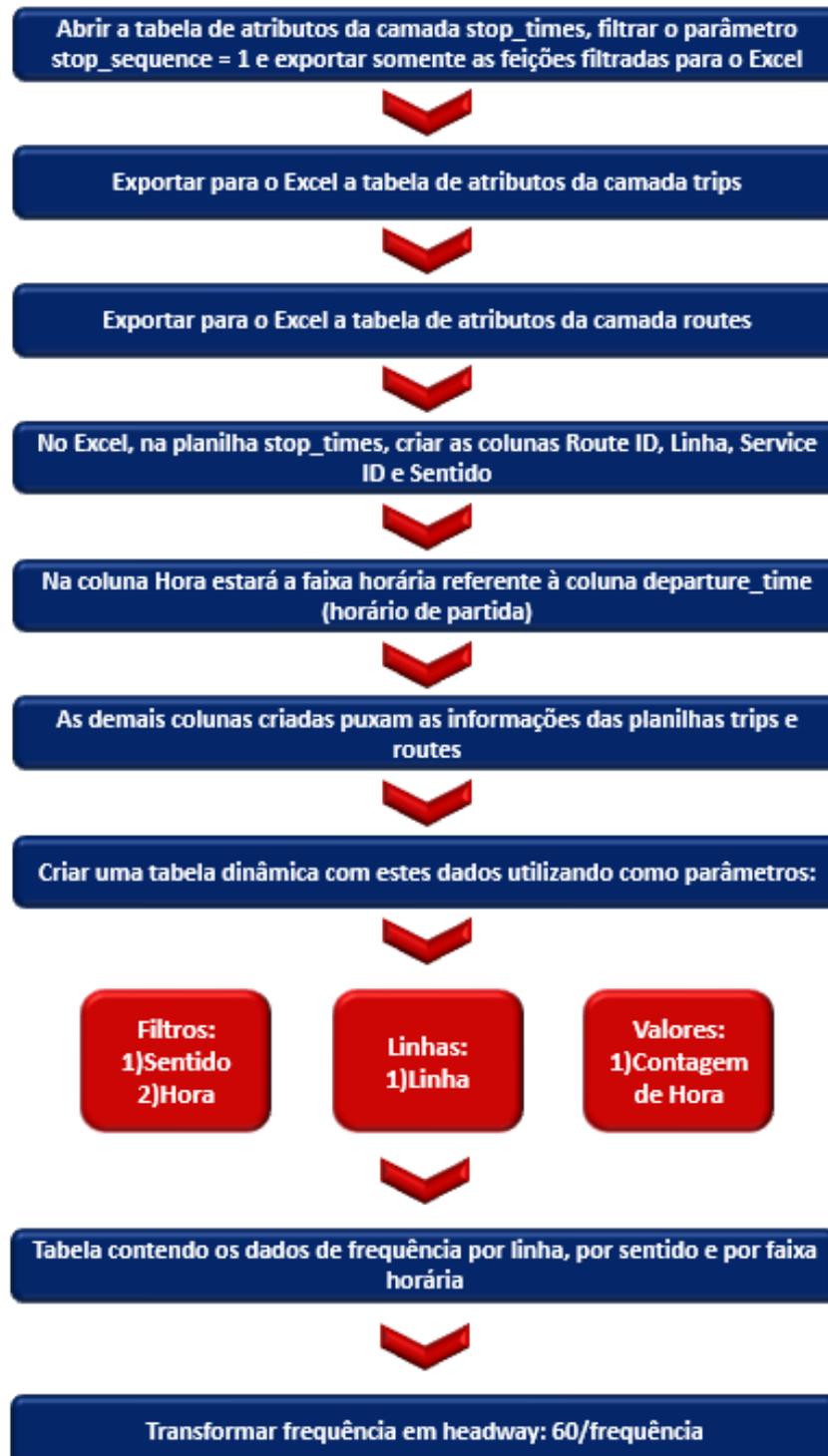
Para importá-los foi necessário instalar o complemento “*GTFS Loader*”, dentro do QGIS. Após instalação, clicando no ícone do complemento é possível importar cada um dos dois feeds para o QGIS, que terá camadas que representam os arquivos de texto que compõem cada GTFS: *agency*, *calendar*, *calendar\_dates*, *feed\_info*, *routes*, *shapes*, *stop\_times*, *stops*, *translations* e *trips*.

Os *feeds* de GTFS foram incluídos para se obter o *headway* das linhas para análise de macroacessibilidade. O *headway* é uma medida muito utilizada em estudos de análise da

qualidade do transporte público e representa o tempo (em minutos) entre partidas de uma mesma linha de ônibus no mesmo sentido (RODRIGUES, 2006).

A obtenção dos *headways* se deu após as etapas descritas na Figura 34.

Figura 34 – Tratamento de dados de GTFS para obtenção dos headways



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

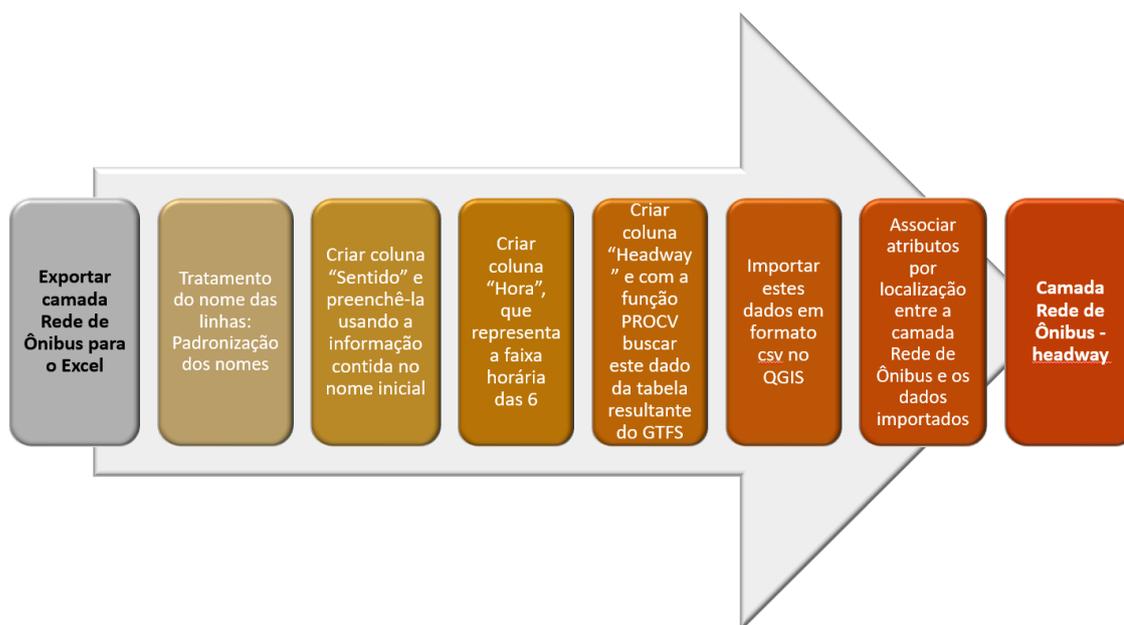
### 4.5.3 Adição do *headway* proveniente do GTFS à camada Rede de ônibus

Os *headways* provenientes da seção anterior foram associados à camada Rede de ônibus (Figura 35), que contém os desenhos das linhas de ônibus da cidade. Esta adição foi feita pois entende-se que avaliar somente o atendimento (desenho das linhas) não é suficiente na análise de acessibilidade. Ter uma linha de ônibus próxima à residência de um estudante não parece tão interessante quando esta linha tem pouca oferta.

Como resultado do tratamento de dados do GTFS se teve a relação dos *headways* de cada linha por faixa horária e por sentido. Para as análises deste estudo considerou-se a faixa horária das 6:00 da manhã. Os critérios considerados na escolha deste horário foram:

1. Estar inserido dentro do horário de pico da manhã do transporte público de Belo Horizonte. Segundo a Prefeitura de Belo Horizonte (2023), o horário de pico-manhã do transporte público acontece entre 05:00 e 07:59.
2. Dentro deste horário ser a faixa com mais viagens observadas nos dados de GTFS. A faixa horária das 6 possui 1936 viagens contra 1527 viagens na faixa das 5 e 1708 viagens na faixa das 7.
3. Horário de entrada escolar às 7:00. Para chegar neste horário, os estudantes precisam, em sua maioria, sair de casa na faixa horária das 06:00

Figura 35 – Adição da informação dos *headways* à camada Rede de Ônibus

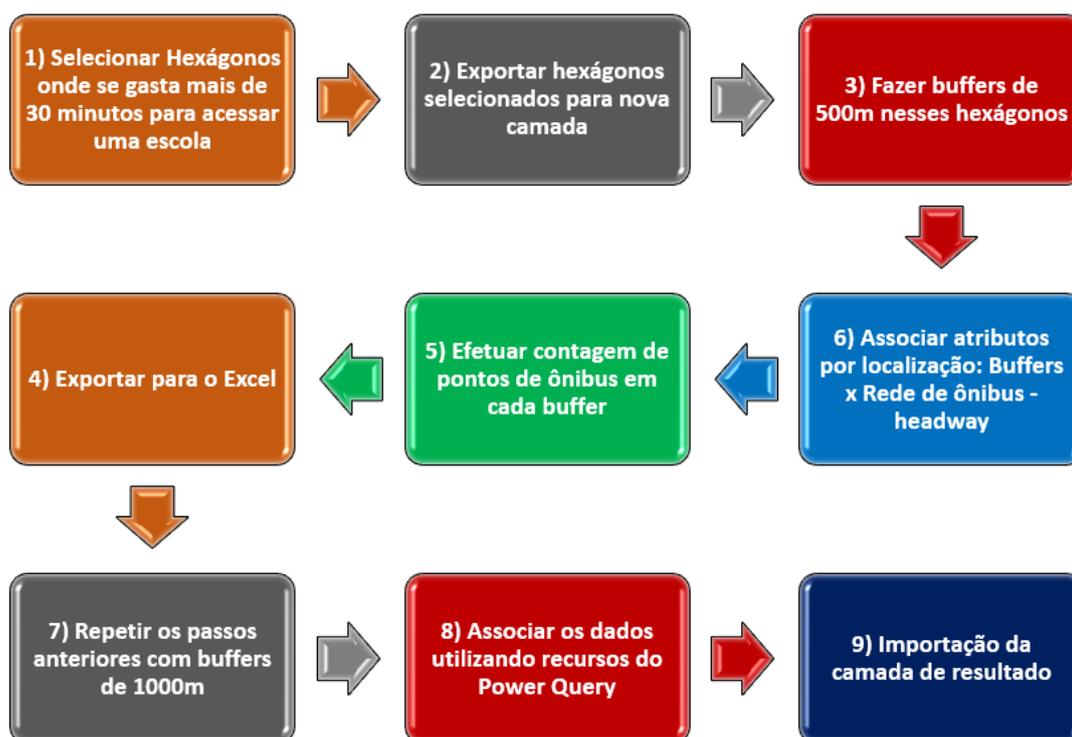


Fonte: Elaborado pela autora, 2023

#### 4.5.4 Associação dos atributos e criação das camadas de resultado de Macroacessibilidade

De forma similar ao que foi feito na Microacessibilidade, a análise dos atributos de Macroacessibilidade deste trabalho foi feita de forma conjunta, de modo a identificar as áreas que carecem de tais atributos concomitantemente. Sendo assim, foi necessário unir tais atributos em uma mesma camada. A Figura 36 enumera todas as etapas do processo de associação de atributos macro até a criação da camada de resultado. Foram criadas 3 camadas de resultado: uma para cada nível de ensino.

Figura 36 – Adição da informação dos headways à camada Rede de Ônibus

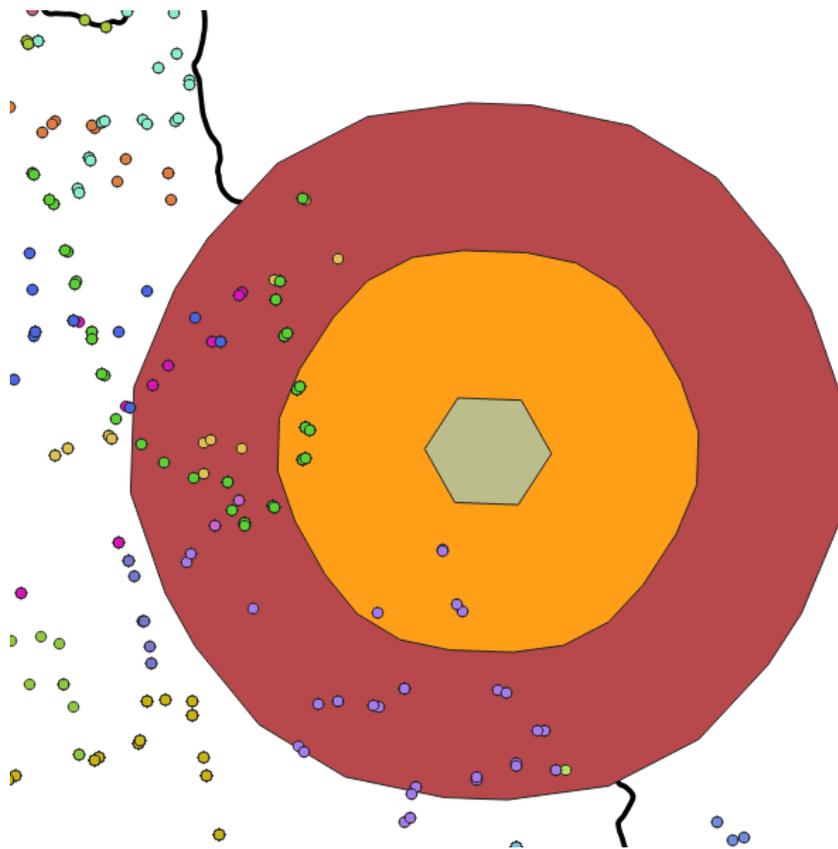


Fonte: Elaborado pela autora, 2023

As análises de *buffers* nos permitem avaliar o alcance aos pontos de ônibus. Este tipo de análise é interessante para avaliar quão distantes determinados hexágonos estão do sistema de transporte público. Quanto maior a distância, maior a impedância a ser vencida até a oportunidade desejada. Os valores de 500 e 1000 metros foram utilizados pois o ITDP (2017), em sua publicação que define o padrão DOTS (Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável) sinaliza que a distância de caminhada deve ser, preferencialmente, inferior a 500 metros sendo que, neste caso, pode ser estendida a um máximo de 1000 metros até um ponto de ônibus.

A Figura 46 mostra um hexágono que não é atendido por pontos de ônibus e seus buffers de 500m (laranja) e de 1000m (vermelho) e a disposição dos pontos de ônibus que foram contados dentro de cada um deles. Esta análise foi feita para avaliar o nível de atendimento. Nesta análise foi considerado que hexágonos que possuem pontos dentro de um raio de 500 metros possuem um bom acesso e, portanto, tem pontuação zero (como no exemplo da Figura 37). Nos casos em que o acesso ocorre somente entre 500 e 1000 o nível é considerado regular e, portanto, tem pontuação um. Já nos casos em que não há pontos dentro do buffer de 500 e nem dentro do de 1000 o nível é considerado ruim e tem pontuação dois.

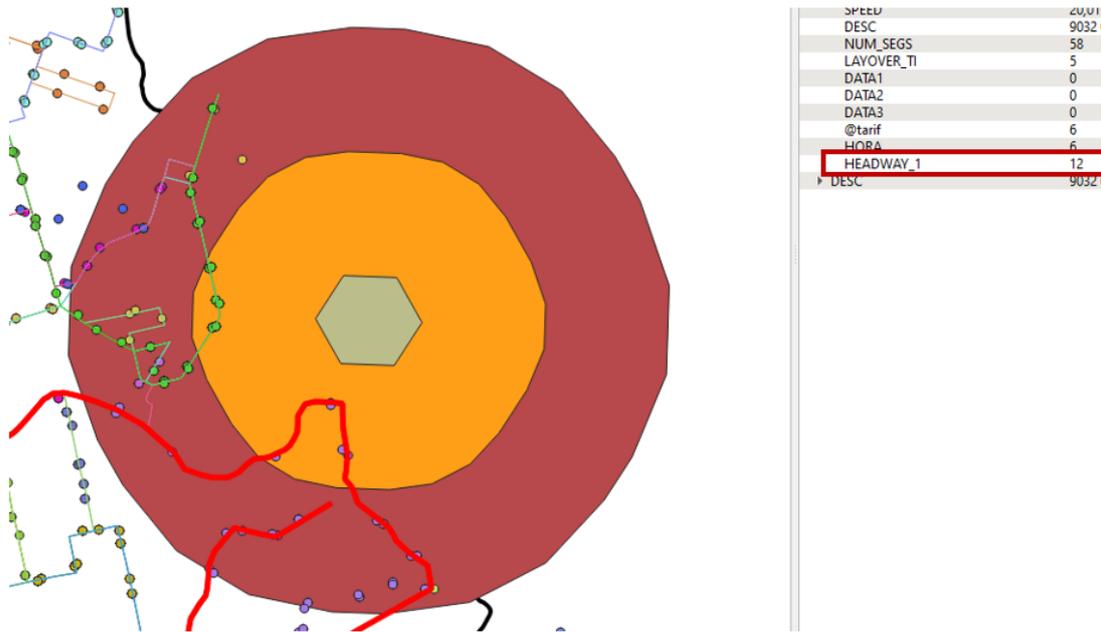
Figura 37 – Buffers de 500m e 1000m a partir de hexágono para avaliar acesso ao transporte público (pontos de ônibus)



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

No entanto, conforme mencionado anteriormente, a simples análise do atendimento é superficial quando se trata de análise de acessibilidade, uma vez que é necessário saber se há uma boa oferta de viagens passando por tais pontos de ônibus analisados. É neste contexto que a análise conjunta do *headway* destas linhas se torna interessante. Ao acrescentar esta informação à camada de shape das linhas de ônibus é possível avaliar o *headway* de cada linha que atende a região, conforme ilustrado na Figura 38.

Figura 38 – Análise de oferta (headways) para avaliar o acesso ao transporte público.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Para avaliação deste critério também foram atribuídos pontos que permitem a classificação da oferta de transporte público. As linhas com *headway* menor que 15 minutos foram consideradas boas quanto ao critério de oferta e obtiveram pontuação 0. As linhas com *headway* com valor entre 15 e 30 minutos foram consideradas regulares e portanto receberam pontuação um. E por fim, as linhas com *headway* maior que 30 minutos foram consideradas ruins quanto à oferta e receberam pontuação dois. Estes parâmetros são citados por Ferraz e Torres (2004, *apud* RODRIGUES, 2006, p. 24) como sendo padrões para avaliar a qualidade para o transporte público por ônibus e seguem sendo citados até a atualidade. Além disso, o Caderno 2 de Parâmetros Referenciais – Qualificação da Inserção Urbana do ITDP (2017), também recomenda que a frequência adequada em horários de pico deve ter um intervalo de no máximo 15 minutos.

#### 4.6 Análise conjunta das escalas micro e macro

O objetivo principal deste trabalho é propor uma metodologia que analise a acessibilidade contemplando suas duas escalas: micro e macro. Portanto, após analisar as particularidades de acesso nas duas dimensões, é necessário correlacioná-las. Acredita-se que assim pode-se ter uma avaliação global na identificação de áreas excluídas.

Sendo assim, os resultados das análises descritas nas seções anteriores foram unidos em uma mesma camada, que contempla a pontuação de cada variável considerada nas

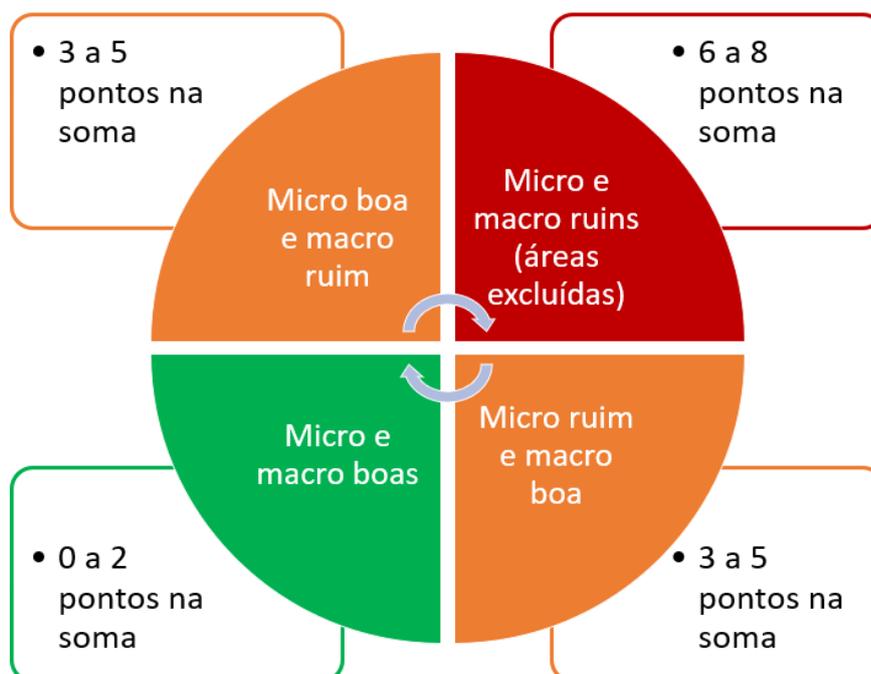
duas escalas e a soma de todos estes pontos. A pontuação da análise micro pode variar entre 0 e 4 pontos e a pontuação da análise macro também pode variar entre 0 e 4 pontos. Deste modo, a pontuação da análise global varia de 0 a 8.

Sendo o foco principal deste trabalho a identificação de áreas excluídas, é importante definir cortes que definam o que é uma área com macro e/ou microacessibilidade ruim. Conforme explicado na seção 4.2, o corte que define uma área com microacessibilidade ruim é de 3 pontos. Sendo assim, hexágonos com pontuação de microacessibilidade 3 e 4 são os hexágonos de interesse neste estudo. O mesmo corte é utilizado na análise macro. Portanto, ao correlacionar as 2 análises, 4 situações podem surgir:

- Microacessibilidade e macroacessibilidade boas
- Microacessibilidade boa e macroacessibilidade ruim
- Microacessibilidade ruim e macroacessibilidade boa
- Microacessibilidade e macroacessibilidade ruins

A Figura 39 ilustra as 4 situações possíveis, seus intervalos de pontuação e destaca a situação de interesse durante o processo de análise global (áreas excluídas). Os 3 demais quadrantes não serão analisados e nem terão seus resultados discutidos.

Figura 39 – Análise global e situação de interesse.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

#### **4.7 Associação das áreas excluídas com a variável renda**

Após identificação das áreas excluídas, foram associadas as variáveis de renda que já estavam unificadas à malha de hexágonos. Esta associação é importante pois a carência de elementos de macro e microacessibilidade é potencializada nos grupos mais vulneráveis socialmente.

Pessoas que possuem uma renda mais alta e que vivem em áreas que carecem de atendimento de transporte público e elementos que incentivem a caminhada, de um modo geral, têm acesso às oportunidades através do automóvel e da possibilidade de acessibilidade virtual (trabalho remoto, teleconsultas, aulas virtuais, etc). Portanto, as áreas excluídas que possuem uma alta concentração de renda serão excluídas dos resultados apresentados neste trabalho, uma vez que o foco principal é identificar áreas que promovam a exclusão social a oportunidades.

## 5. Resultados e análises

### 5.1 Considerações iniciais

Este capítulo apresenta os resultados da aplicação da metodologia descrita no capítulo anterior, na cidade de Belo Horizonte. Todos os resultados são apresentados em cada um dos três níveis de ensino: infantil, fundamental e médio. A ordem das análises segue a ordem descrita na metodologia. Ao final deste capítulo, os objetivos específicos deste trabalho são alcançados. São eles:

- Aplicar a metodologia na cidade de Belo Horizonte, a fim de fundamentá-la e disponibilizar um guia para seu uso futuro em outras cidades.
- Analisar os resultados desta aplicação a fim de verificar se a relação entre as áreas potencialmente excluídas tende a ocorrer onde estão os grupos de menor poder aquisitivo, confirmando uma das hipóteses.

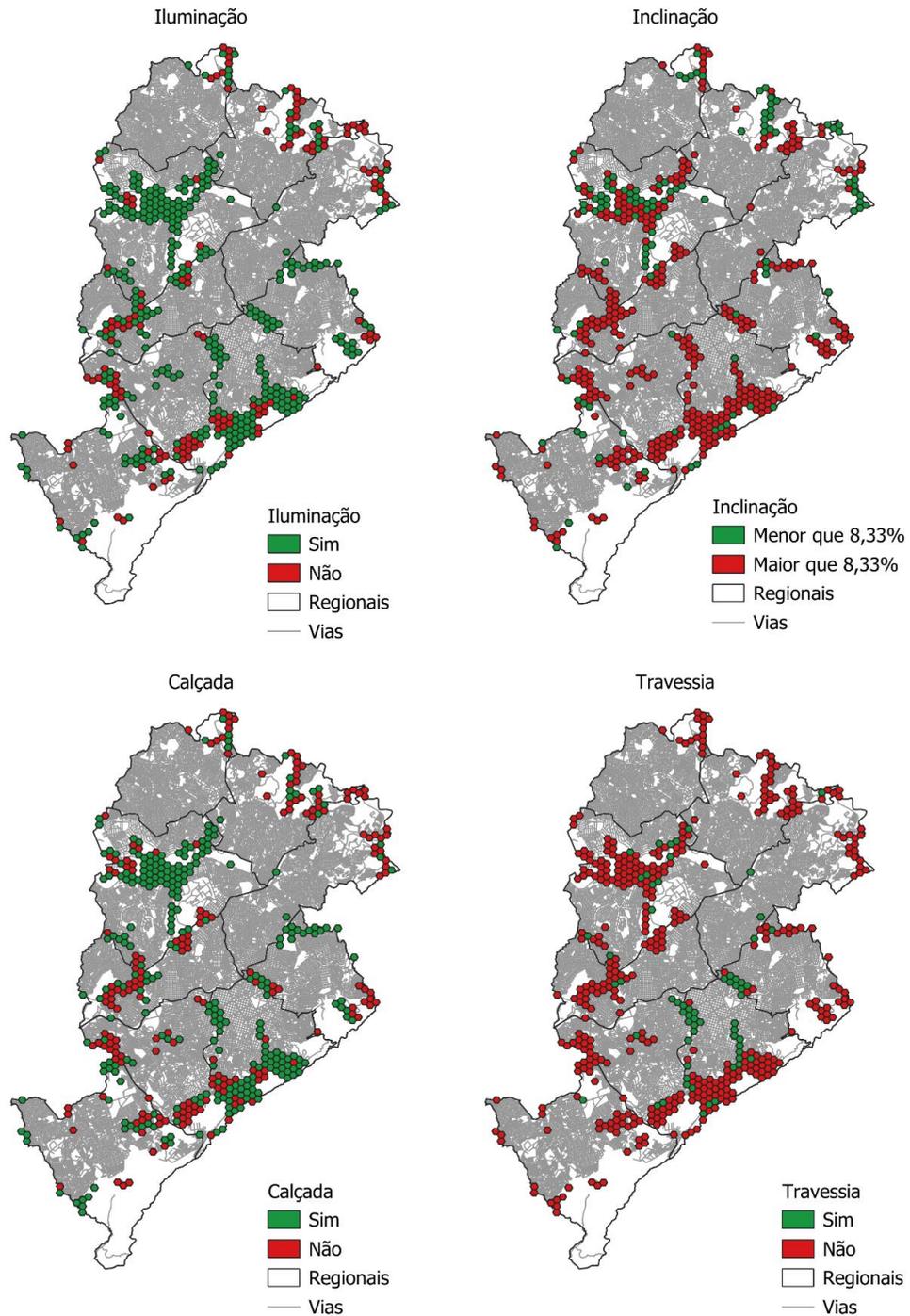
### 5.2 Análise das condições de acessibilidade na microescala

#### 5.2.1 Acesso a escolas públicas de educação infantil

Para esta análise foram consideradas todas as escolas públicas de educação infantil da cidade de Belo Horizonte. Somente os hexágonos que possuem população que não consegue acessar nenhuma escola pública de educação infantil em 30 minutos de caminhada foram analisados. Os demais hexágonos, cuja população consegue acessar este tipo de oportunidade em menos de 30 minutos não foram analisados e estão ocultos de todos os mapas que são apresentados neste capítulo.

Conforme detalhado no capítulo de metodologia, a análise das condições de microacessibilidade foi feita avaliando 4 variáveis diferentes: Iluminação pública, inclinação, presença de calçadas e de travessia segura de pedestres. A Figura 40 apresenta os resultados das análises de cada uma das 4 variáveis no acesso a escolas de educação infantil por caminhada. Os hexágonos em vermelho indicam que a variável analisada está carente naquele local (é nula ou insuficiente).

Figura 40 – Análise das variáveis de microacessibilidade no acesso a escolas de educação infantil – hexágonos que não acessam nenhuma oportunidade em 30 minutos de caminhada.

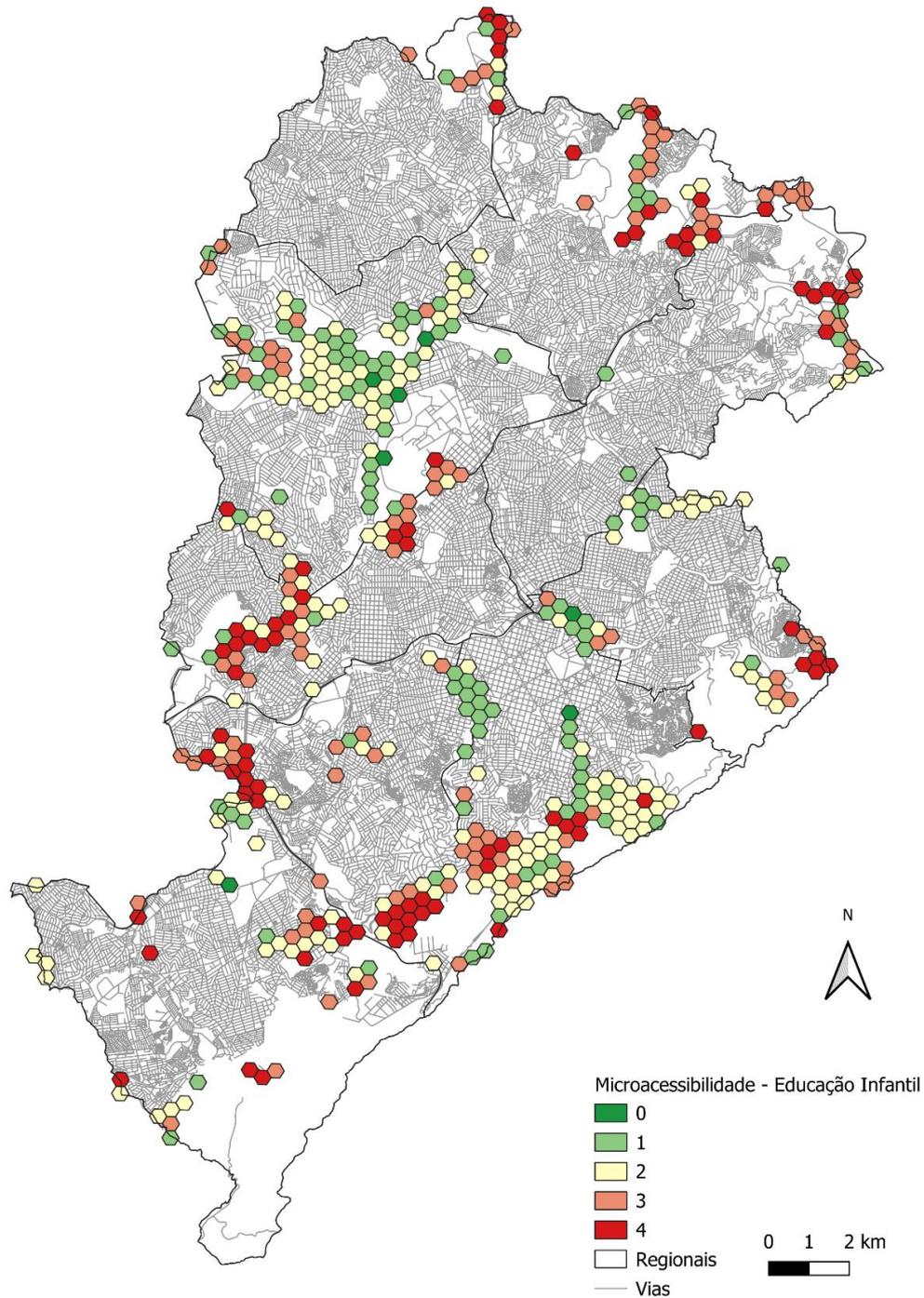


Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Embora o ensino infantil tenha seu horário de funcionamento predominantemente em períodos do dia, o indicador “Iluminação” pode ser importante na avaliação da caminhada de pessoas que precisam sair de casa muito cedo (antes do amanhecer) por morarem longe da escola de ensino infantil e, em muitos casos, precisarem deixar seus filhos no estabelecimento de ensino antes de irem para o trabalho.

Ao analisar as 4 variáveis em conjunto e somando a pontuação obtida em cada uma delas – 1 ponto para ausência ou insuficiência da variável e 0 para variável adequada – tem-se o resultado da análise completa das condições de microacessibilidade. Na Figura 41 os hexágonos verdes em tom mais escuro indicam que nenhum dos itens foi pontuado (ou seja, está 100% adequado) e os hexágonos vermelhos indicam que todos os itens pontuaram e representa a pior classe da análise de microacessibilidade.

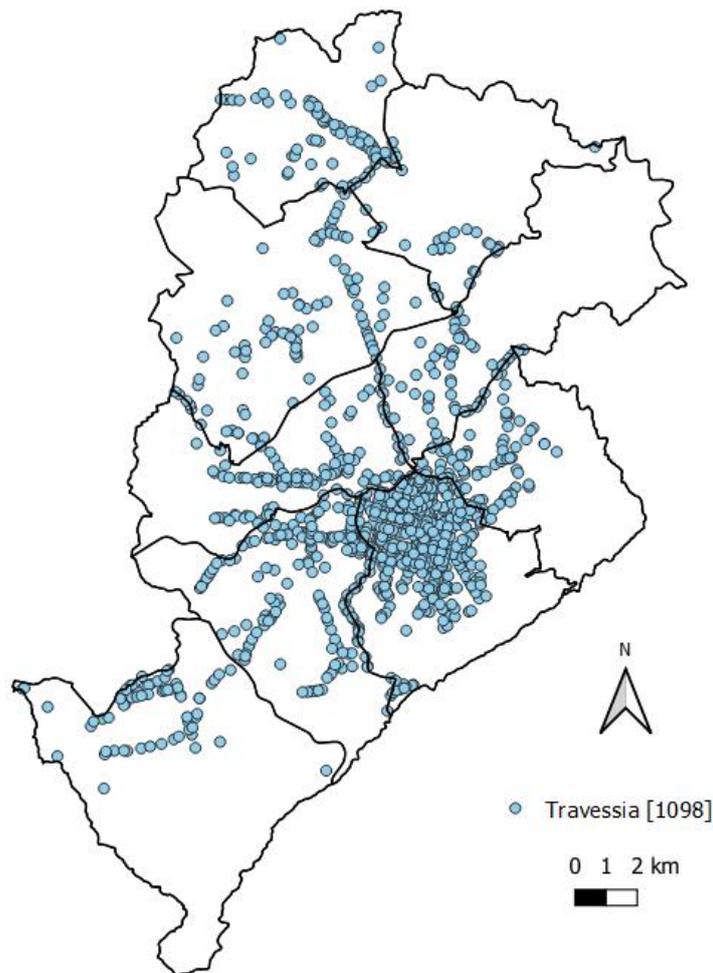
Figura 41 – Microacessibilidade em áreas com acesso restrito a escolas de educação infantil.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Observou-se uma grande influência das variáveis de inclinação e travessia de pedestres no resultado observado. Analisando a Figura 40 é possível notar que estes dois indicadores estão vermelhos na maior parte dos hexágonos analisados. Em relação à inclinação, Belo Horizonte é uma cidade com relevo bastante acidentado, possuindo regiões com ladeiras muito íngremes. Estas ladeiras não estão somente em regiões pobres, mas em boa parte da cidade, incluindo regiões nobres. Já em relação a travessias de pedestres a Figura 42 evidencia que elas estão concentradas na Região Centro-Sul e adjacências. Quanto mais afastado for o hexágono da Região Centro-Sul, menos travessias são observadas.

Figura 42 – Travessias de pedestres em Belo Horizonte



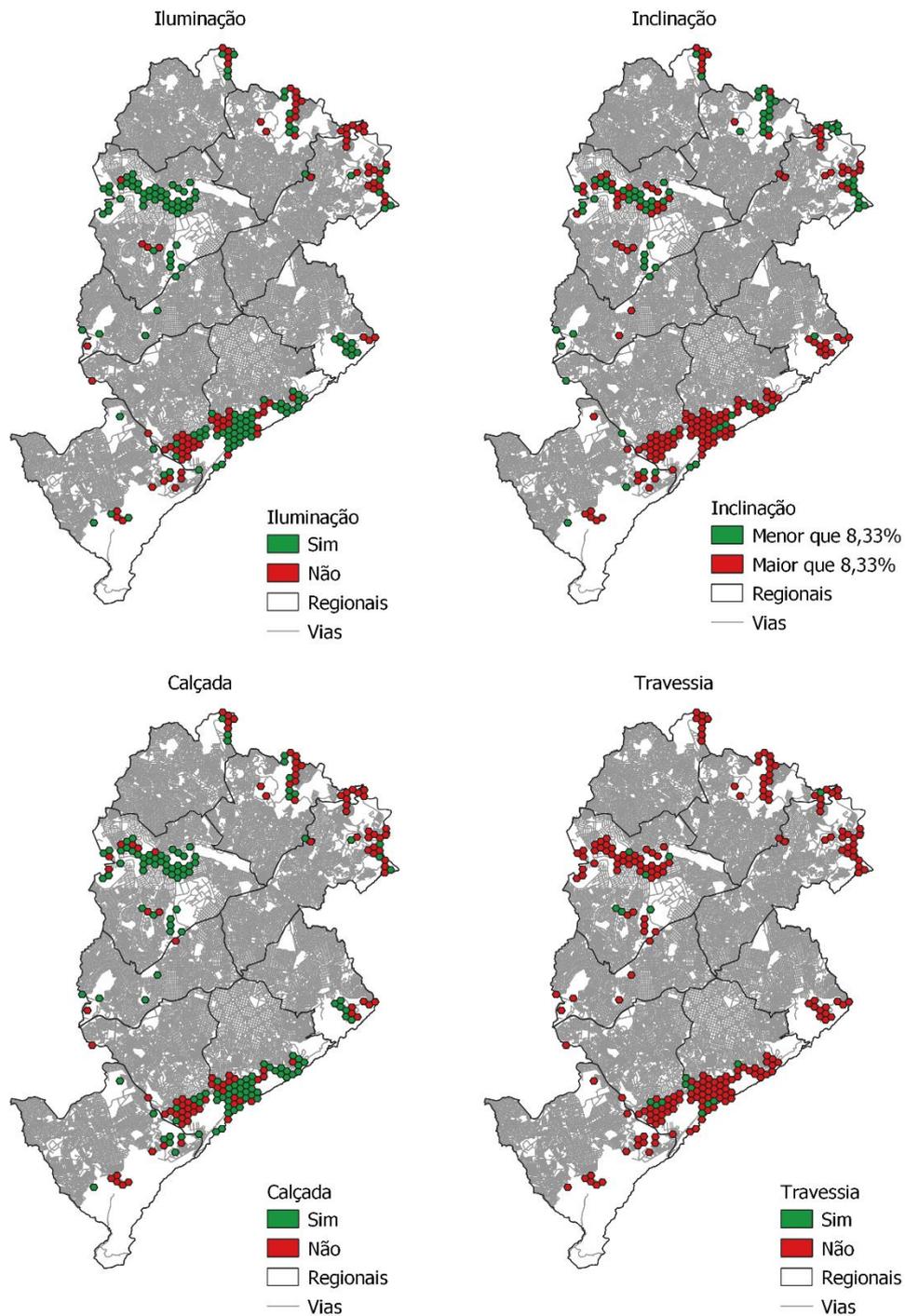
Fonte: Elaborado pela autora, 2023

### 5.2.2 Acesso a escolas públicas de ensino fundamental

Para esta análise foram consideradas todas as escolas públicas de ensino fundamental da cidade de Belo Horizonte. Foram utilizados os mesmos parâmetros utilizados na

análise de acesso a escolas de educação infantil. A Figura 43 apresenta os resultados individualizados para cada variável. A quantidade de hexágonos analisada neste nível de ensino é menor se comparada à educação infantil. Isso indica que existem mais áreas acessíveis em até 30 minutos a este nível de ensino.

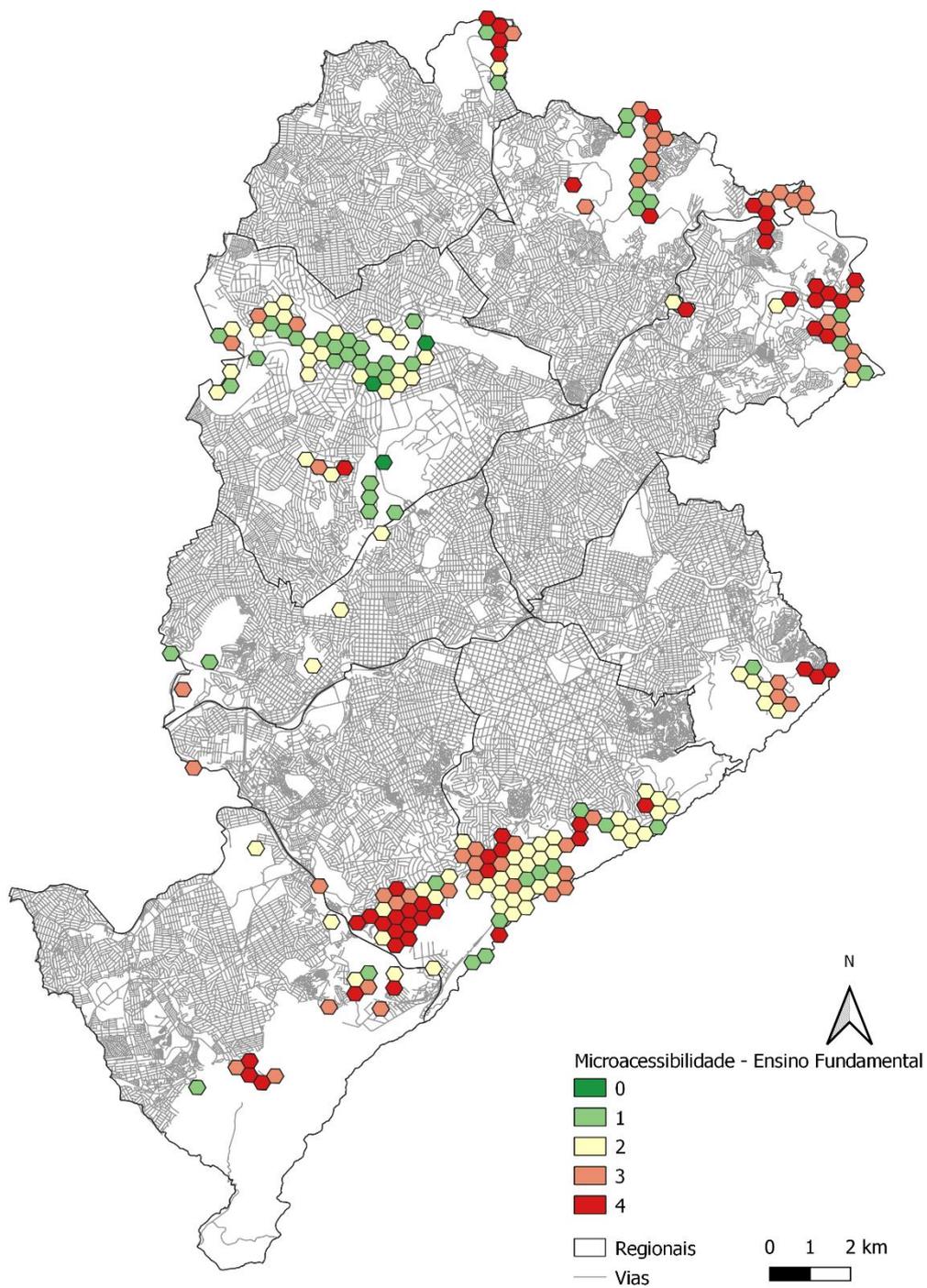
Figura 43 – Análise das variáveis de microacessibilidade no acesso a escolas de ensino fundamental – hexágonos que não acessam nenhuma oportunidade em 30 minutos de caminhada.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

A Figura 44 apresenta a análise conjunta das 4 variáveis para este nível de ensino.

Figura 44 – Microacessibilidade em áreas com acesso restrito a escolas de ensino fundamental.

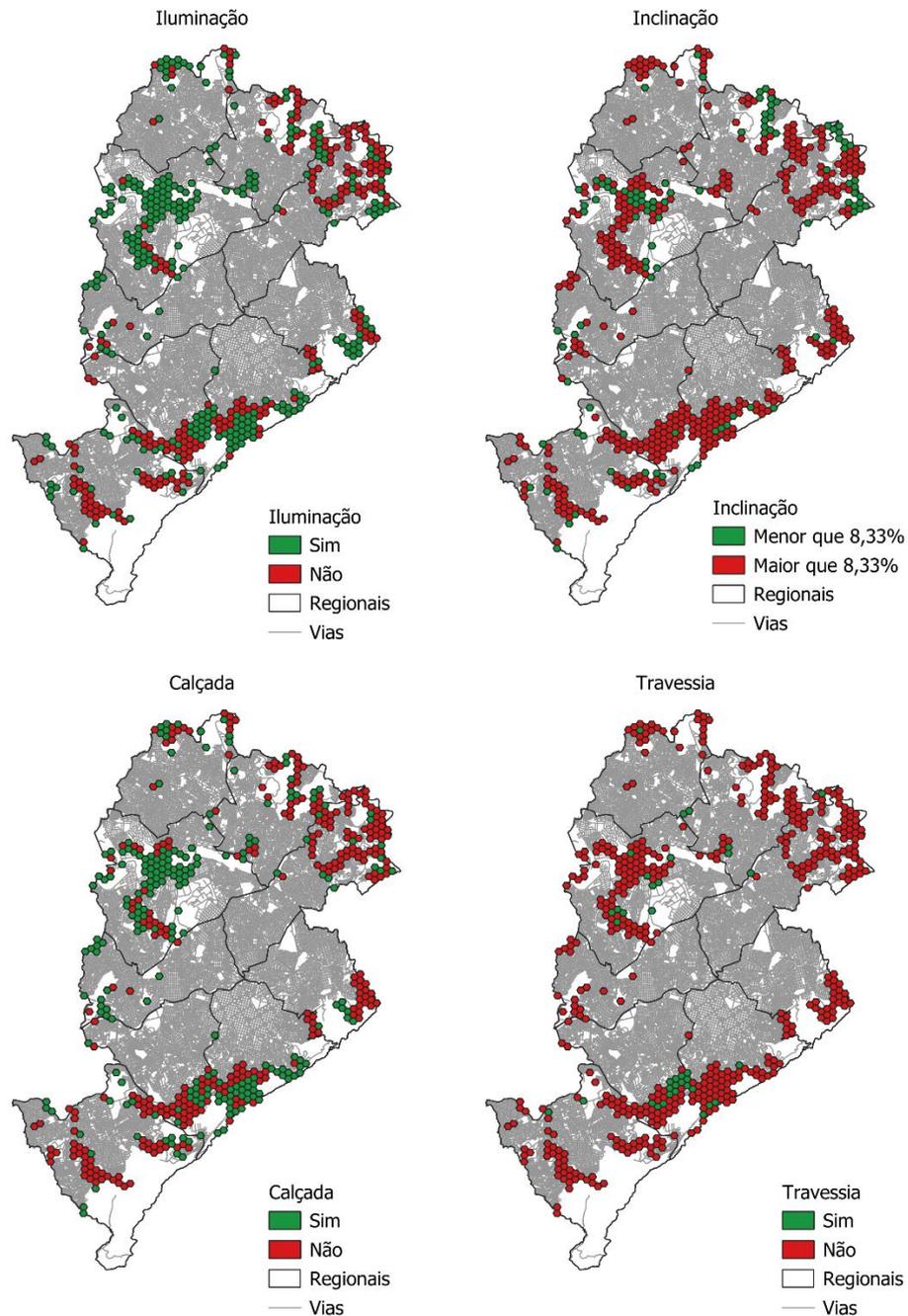


Fonte: Elaboração própria, 2023.

### 5.2.3 Acesso a escolas públicas de ensino médio

Para esta análise foram consideradas todas as escolas públicas de ensino médio da cidade de Belo Horizonte. Foram utilizados os mesmos parâmetros utilizados na análise de acesso aos níveis anteriores. A Figura 45 apresenta os resultados individualizados para cada variável.

Figura 45 – Análise das variáveis de microacessibilidade no acesso a escolas de ensino médio – hexágonos que não acessam nenhuma oportunidade em 30 minutos de caminhada.

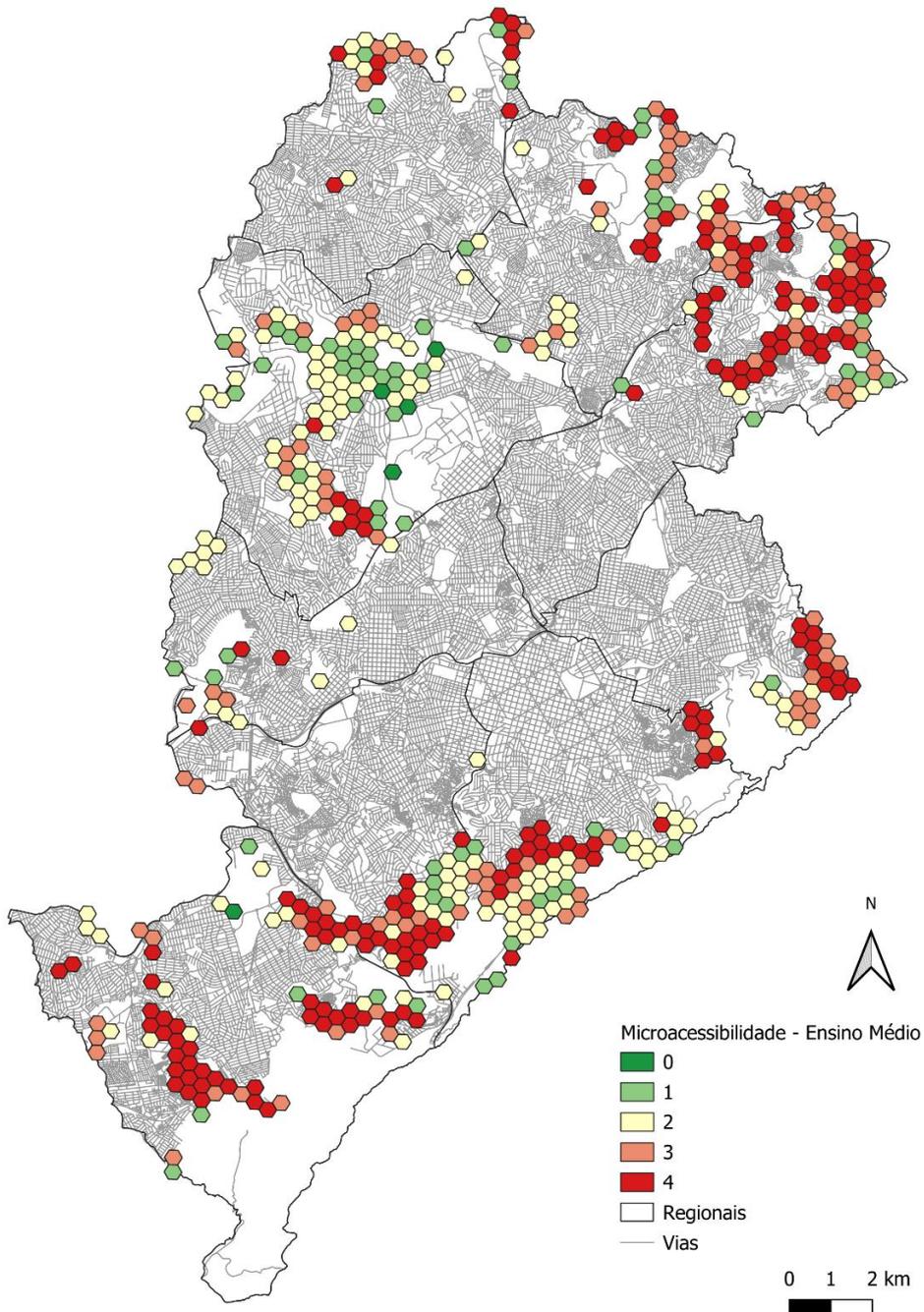


Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Importante destacar que o indicador “Iluminação” pode ter uma maior influência neste nível de ensino quando comparado com os anteriores devido ao fato de existirem turmas de ensino médio no período noturno, o que pode afetar diretamente a qualidade da caminhada do pedestre.

A Figura 46 apresenta a análise conjunta das 4 variáveis para este o ensino médio.

Figura 46 – Microacessibilidade em áreas com acesso restrito a escolas de ensino médio



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Dos 3 níveis de ensino analisados, o ensino médio foi o que apresentou o maior número de áreas potencialmente excluídas na análise de microacessibilidade.

### **5.3 Análise das condições de acessibilidade na macroescala**

#### **5.3.1 Acesso a escolas públicas de educação infantil**

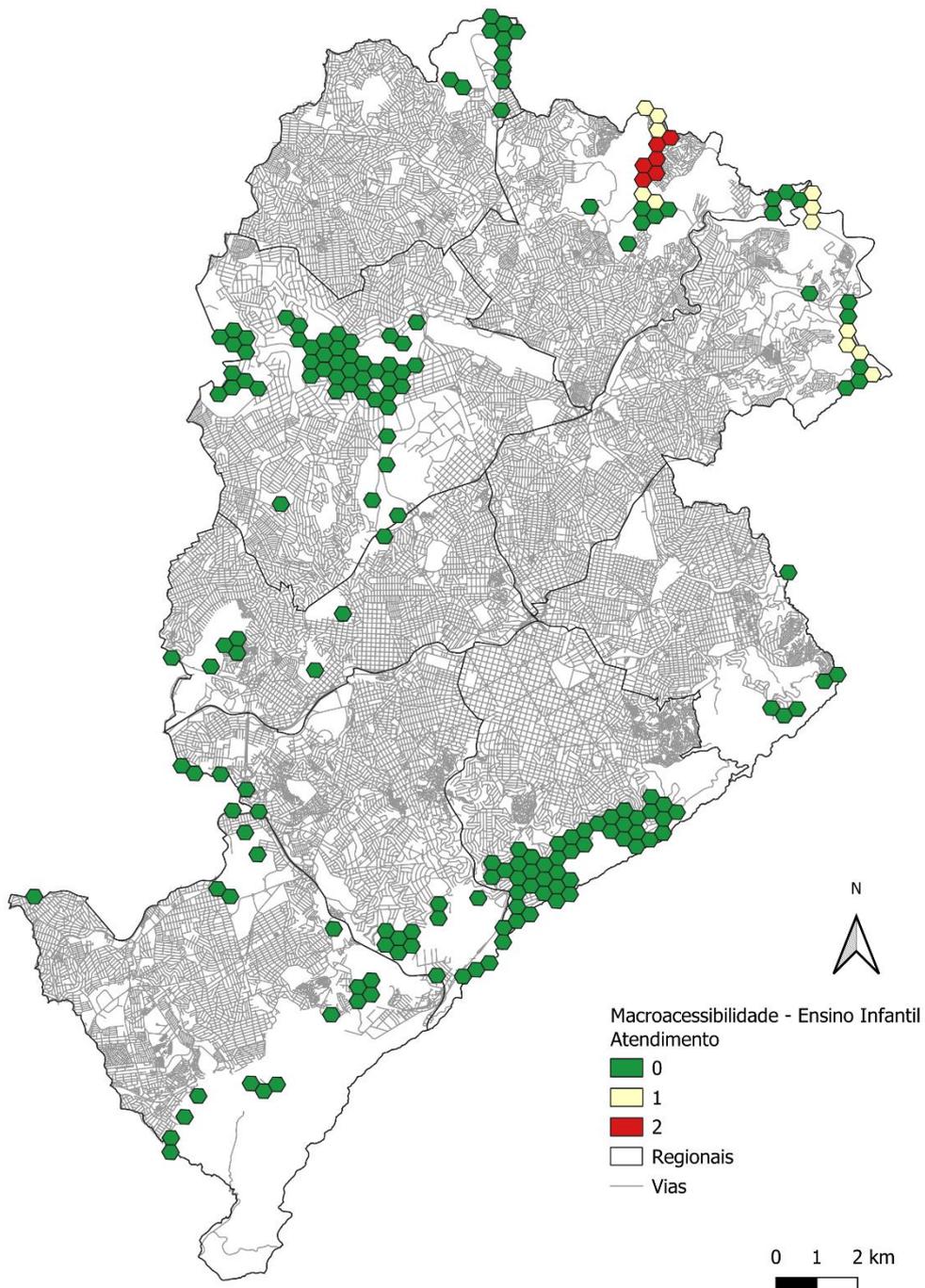
Para esta análise foram consideradas todas as escolas públicas de educação infantil da cidade de Belo Horizonte. Somente os hexágonos que possuem população que não consegue acessar nenhuma escola pública de educação infantil em 30 minutos de transporte público foram analisados.

Conforme detalhado no capítulo de metodologia, a análise das condições de macroacessibilidade foi feita avaliando 2 variáveis diferentes: Atendimento do sistema de ônibus (localização dos pontos de ônibus e alcance a uma distância caminhável) e oferta de viagens (*headway*). Cada variável possui 3 níveis de pontuação, que variam de 0 a 2 (sendo 0 o mais adequado e 2 ao menos adequado).

A Figura 47 apresenta os resultados das análises da variável atendimento no acesso a escolas de educação infantil por transporte público. Os hexágonos em vermelho indicam que as pessoas que lá residem, além de não terem acesso a nenhuma escola de educação infantil em até 30 minutos, também não conseguem acessar nenhum ponto de ônibus em um raio de 1km e, portanto, é o mais inadequado, tendo a ele 2 pontos atribuídos. Os hexágonos em amarelo indicam que o acesso a um ponto de ônibus acontece a uma distância caminhável entre 500m e 1km a partir do hexágono e possui desempenho regular, tendo a ele 1 ponto atribuído. Por fim, os hexágonos em verde indicam que o acesso a um ponto de ônibus se dá em até 500m e, portanto, é considerado adequado, tendo a pontuação 0 atribuída a eles.

Observa-se que, em geral, o atendimento da rede de ônibus de Belo Horizonte é adequado nas áreas analisadas, tendo como exceções apenas alguns hexágonos das regiões Norte e Nordeste.

Figura 47 – Atendimento do transporte público no acesso a escolas de educação infantil – distância até o ponto de ônibus mais próximo.

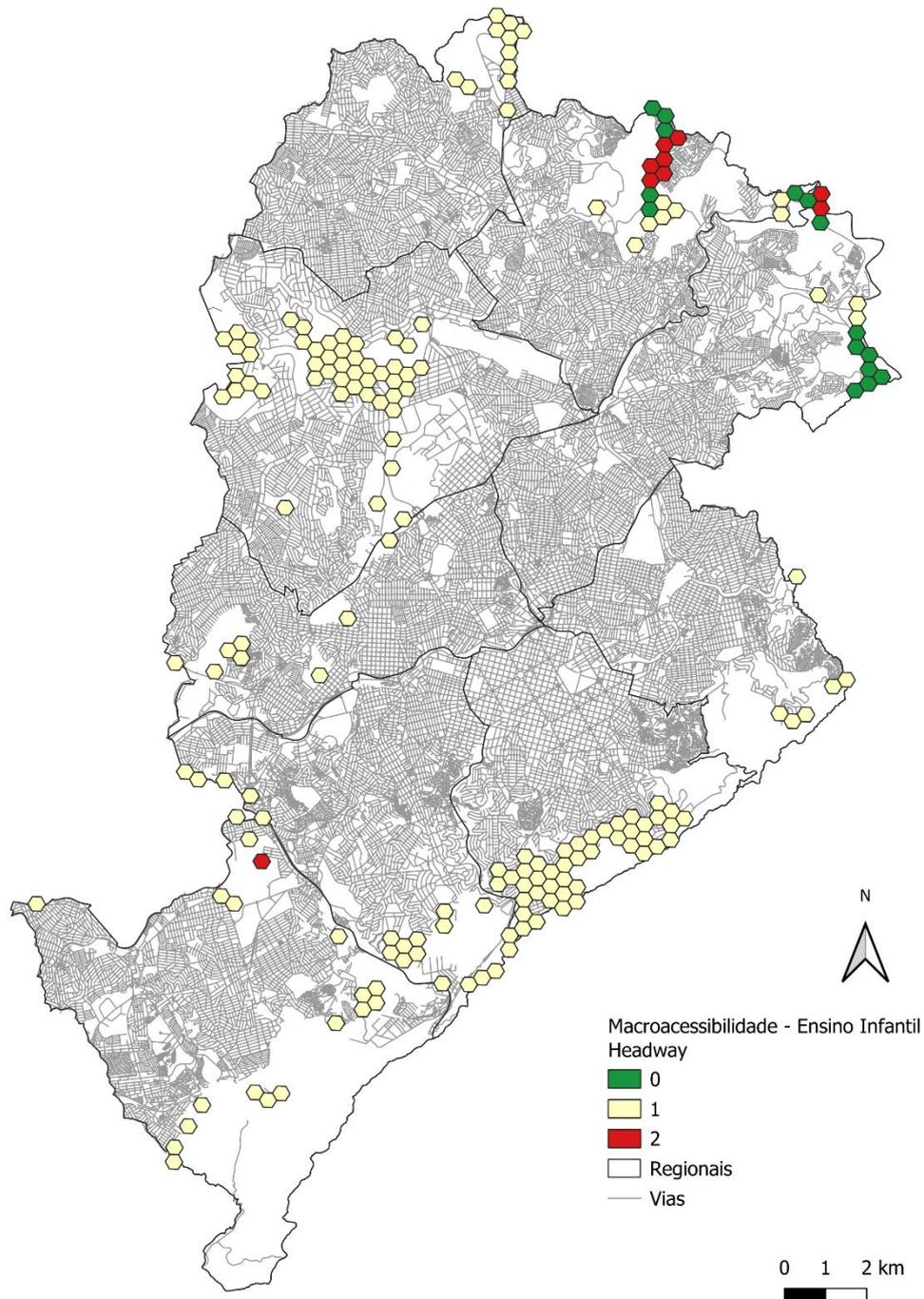


Fonte: Elaborado pela autora, 2023

A Figura 48 apresenta os resultados das análises da variável *headway* no acesso a escolas de educação infantil por transporte público. Os hexágonos em vermelho indicam que as linhas de ônibus mais próximas possuem um *headway* maior que 30 minutos (considerando os parâmetros estudados por Ferraz e Torres (2004), conforme citado na

seção 4.5.4 deste trabalho) e, portanto, é o mais inadequado, tendo a ele 2 pontos atribuídos. Os hexágonos em amarelo indicam que o valor do *headway* está entre 15 minutos e 30 minutos e possui desempenho regular, tendo a ele 1 ponto atribuído. Por fim, os hexágonos em verde indicam que *headway* é menor que 15 minutos, tendo a pontuação 0. Nesta análise observou-se uma predominância de hexágonos com desempenho regular, tendo *headways* entre 15 e 30 minutos.

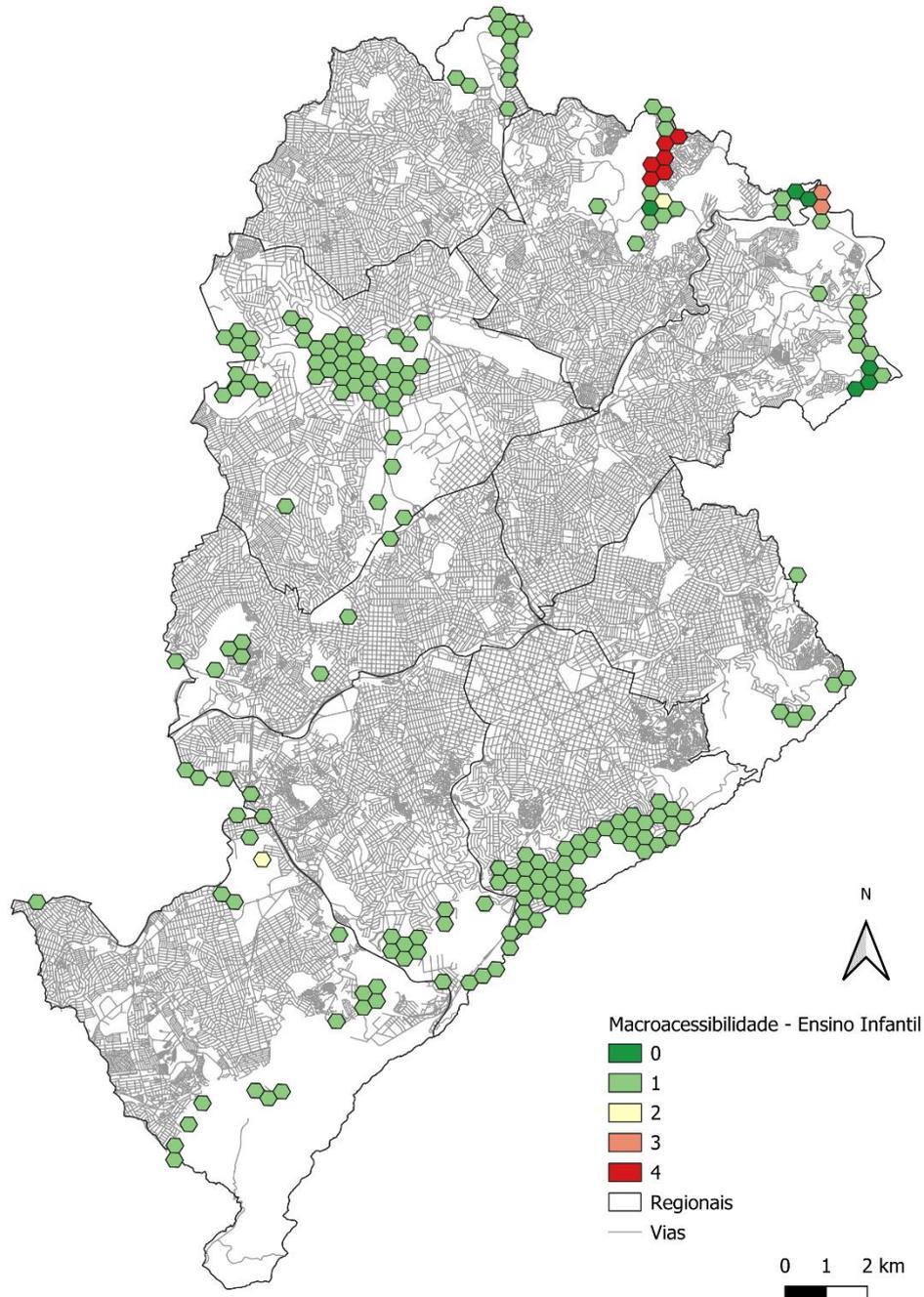
Figura 48 – Headway das linhas mais próximas no acesso a escolas de educação infantil.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

A Figura 49 apresenta o resultado da análise conjunta das duas variáveis - atendimento e headway – no acesso a escolas de educação infantil. Nesta análise conjunta, a soma das pontuações pode variar de 0 a 4 pontos, sendo os valores 3 e 4 considerados como condições desfavoráveis de macroacessibilidade.

Figura 49 –Avaliação da macroacessibilidade a escolas de educação infantil.



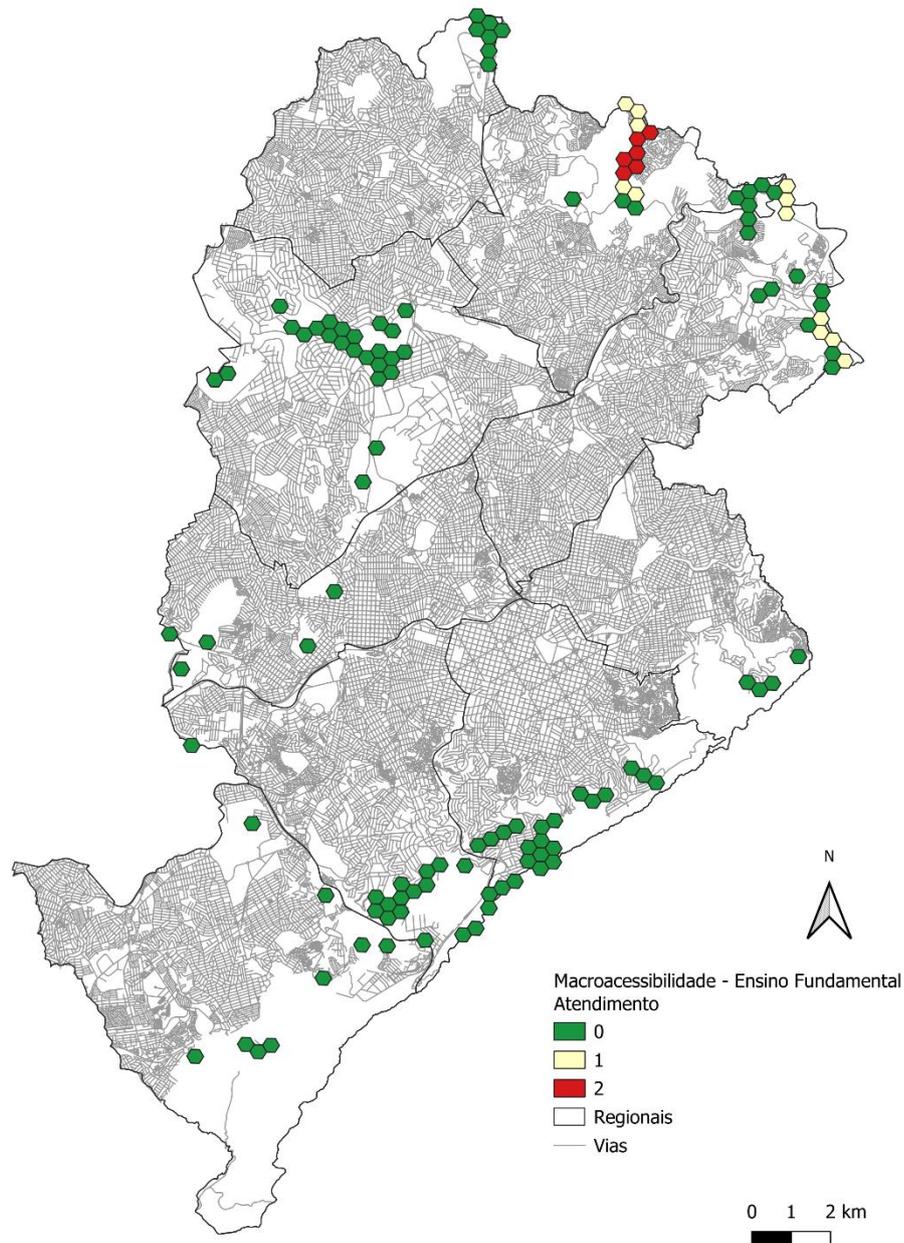
Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Na análise geral de macroacessibilidade as regiões Norte e Noroeste se mantêm como sendo os locais dos hexágonos com piores desempenhos.

### 5.3.2 Acesso a escolas públicas de ensino fundamental

Para esta análise foram consideradas todas as escolas públicas de ensino fundamental da cidade de Belo Horizonte. Somente os hexágonos que possuem população que não consegue acessar nenhuma escola pública de ensino fundamental em 30 minutos de transporte público foram analisados. A Figura 50 apresenta os resultados das análises da variável atendimento no acesso a escolas de ensino fundamental por transporte público.

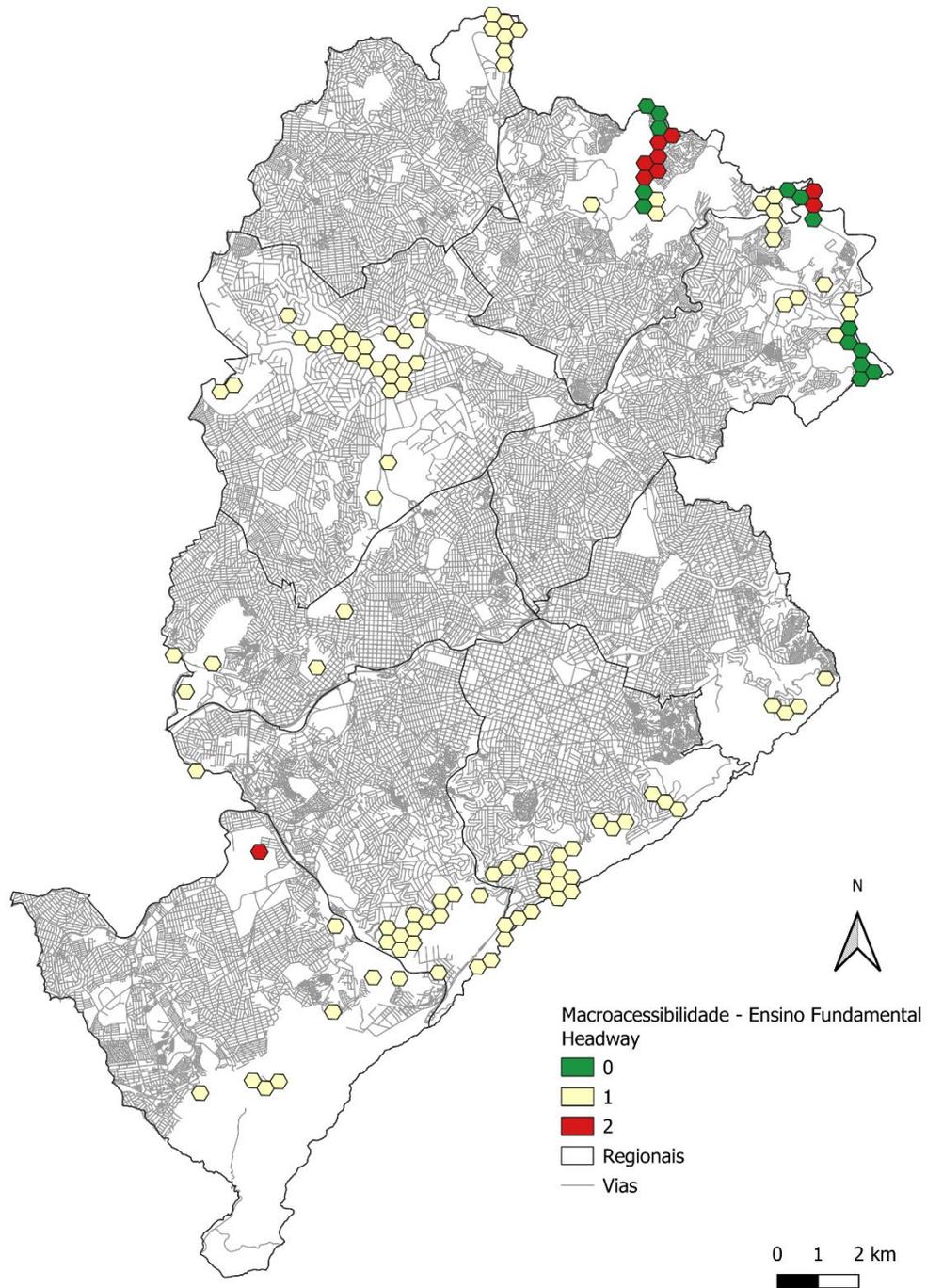
Figura 50 – Atendimento do transporte público no acesso a escolas de ensino fundamental – distância até o ponto de ônibus mais próximo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

A Figura 51 apresenta os resultados das análises da variável *headway* no acesso a escolas de ensino fundamental por transporte público.

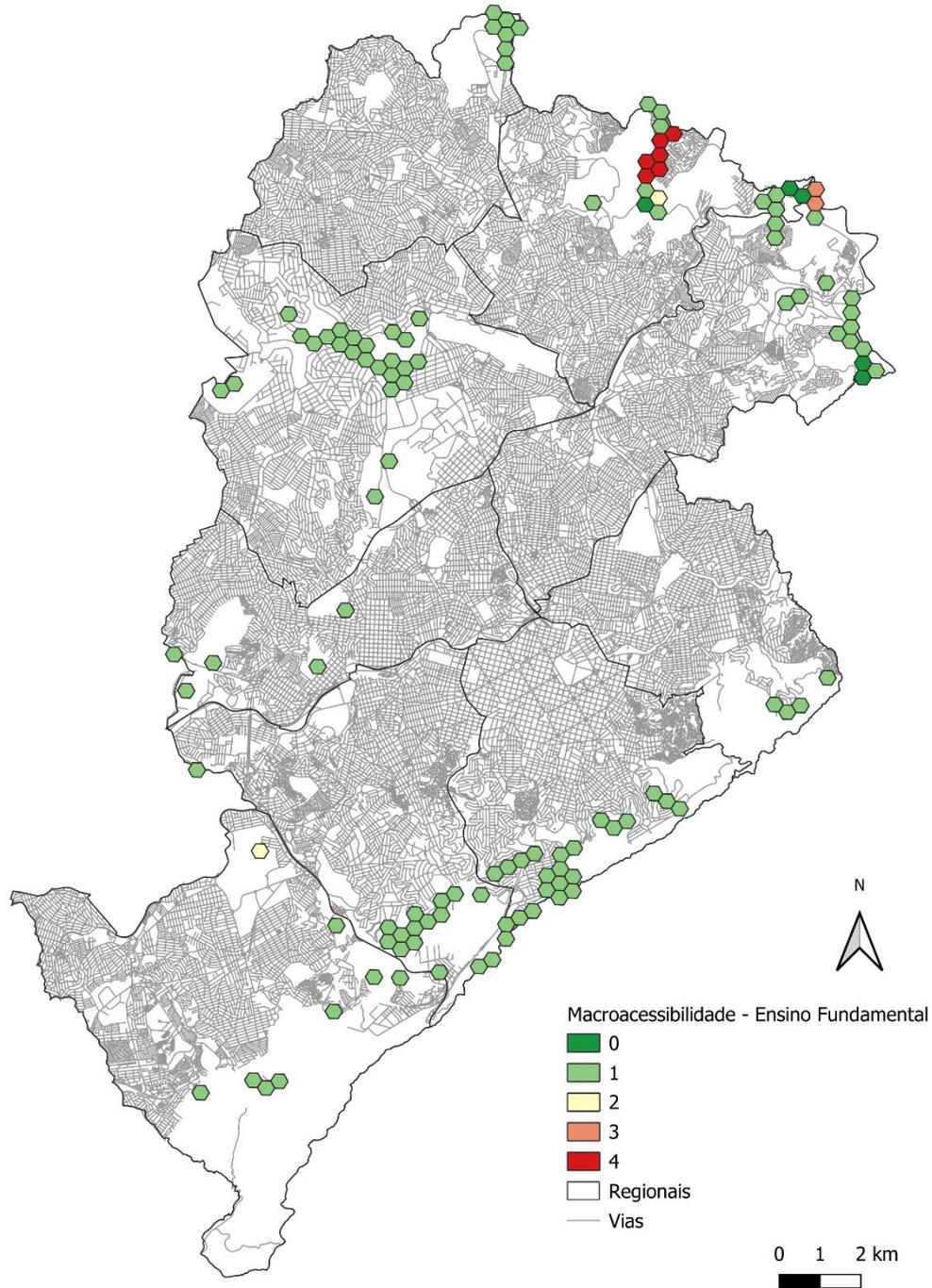
Figura 51 – Headway das linhas mais próximas no acesso a escolas de ensino fundamental



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

A Figura 52 apresenta o resultado da análise conjunta das duas variáveis - atendimento e *headway* – no acesso a escolas de ensino fundamental.

Figura 52 –Avaliação da macroacessibilidade a escolas de ensino fundamental.



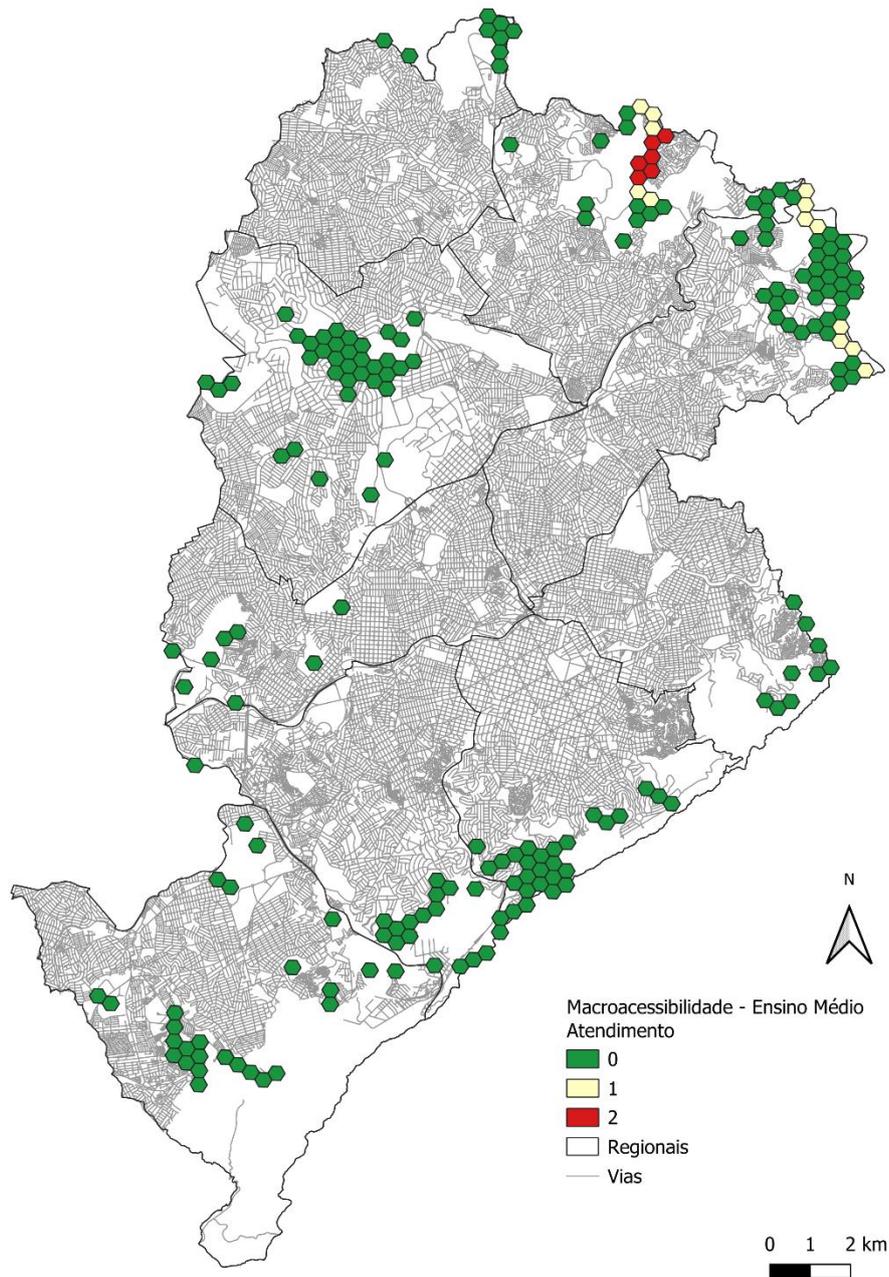
Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Observa-se que para este nível, similar ao anterior, as regiões Norte e Noroeste se mantêm como sendo os locais dos poucos hexágonos com baixo desempenho.

### 5.3.3 Acesso a escolas públicas de ensino médio

Para esta análise foram consideradas todas as escolas públicas de ensino médio da cidade de Belo Horizonte. Somente os hexágonos que possuem população que não consegue acessar nenhuma escola pública de ensino médio em 30 minutos de transporte público foram analisados. A Figura 53 apresenta os resultados das análises da variável atendimento.

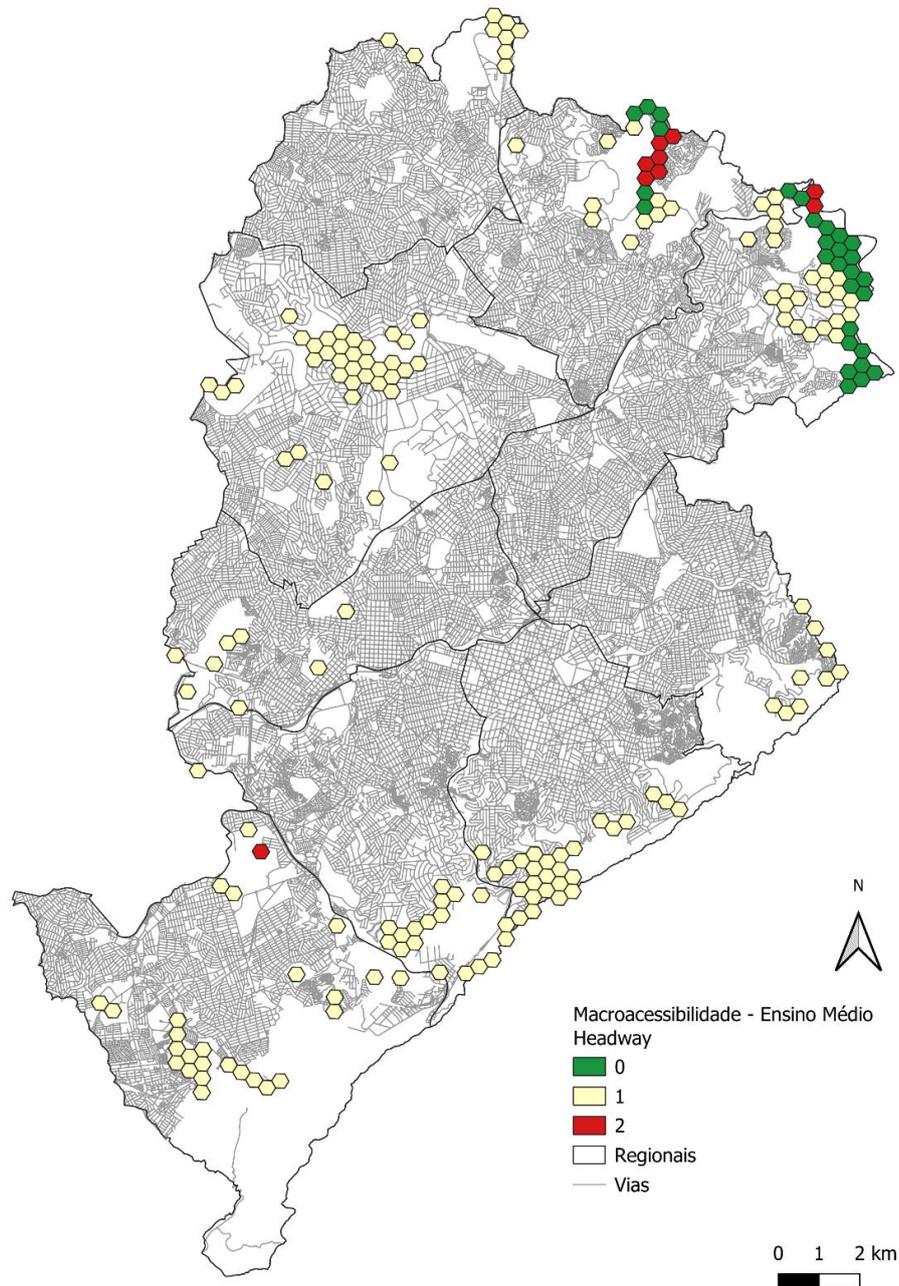
Figura 53 – Atendimento do transporte público no acesso a escolas de ensino médio – distância até o ponto de ônibus mais próximo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

A Figura 54 apresenta os resultados das análises da variável *headway* no acesso a escolas de ensino médio por transporte público.

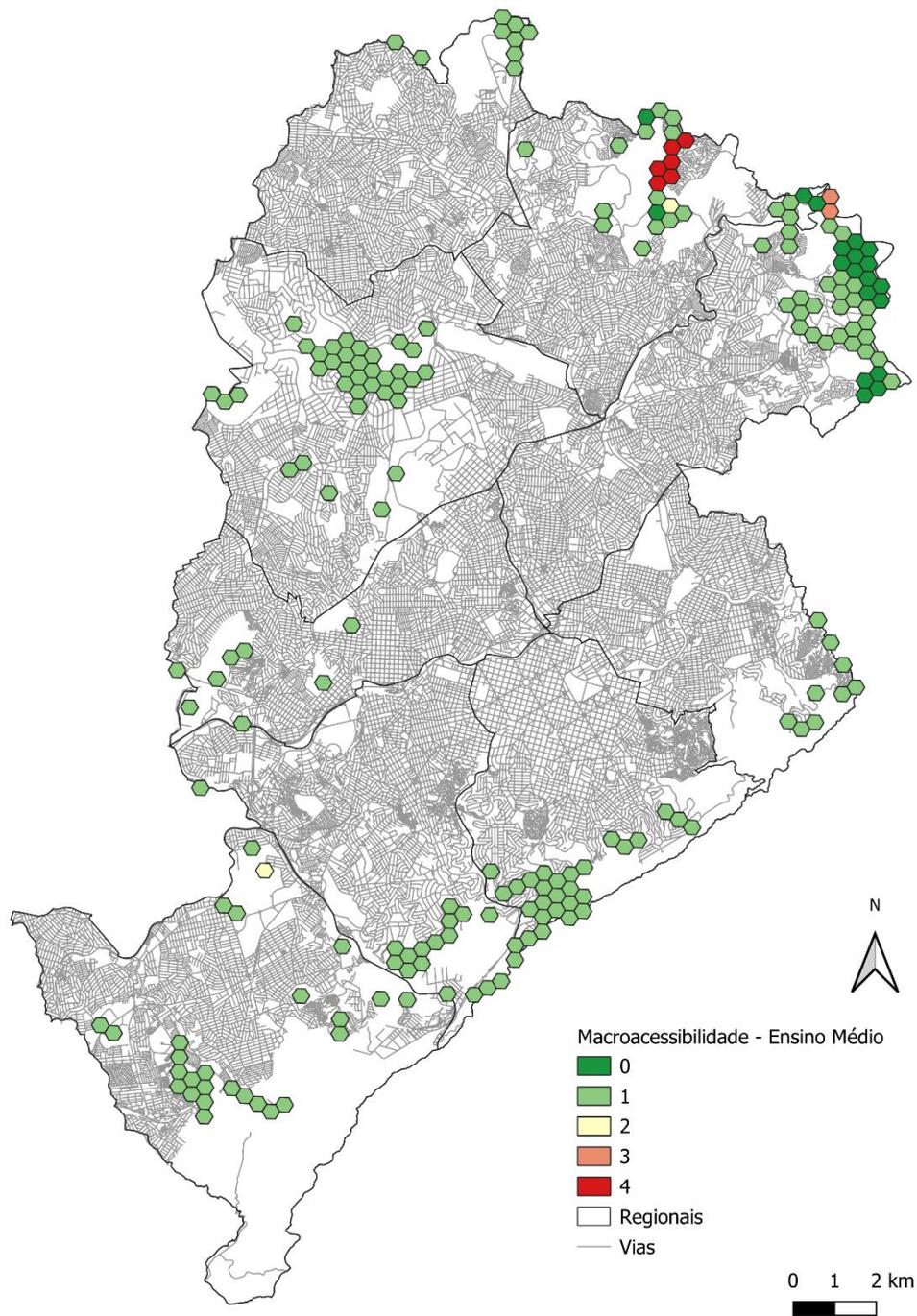
Figura 54 – Headway das linhas mais próximas no acesso a escolas de ensino médio.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

A Figura 55 apresenta o resultado da análise conjunta das duas variáveis - atendimento e *headway* – no acesso a escolas de ensino médio.

Figura 55 –Avaliação da macroacessibilidade a escolas de ensino médio.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Similar aos níveis anteriores, as regiões Norte e Noroeste se mantêm como sendo os locais dos poucos hexágonos com baixo desempenho.

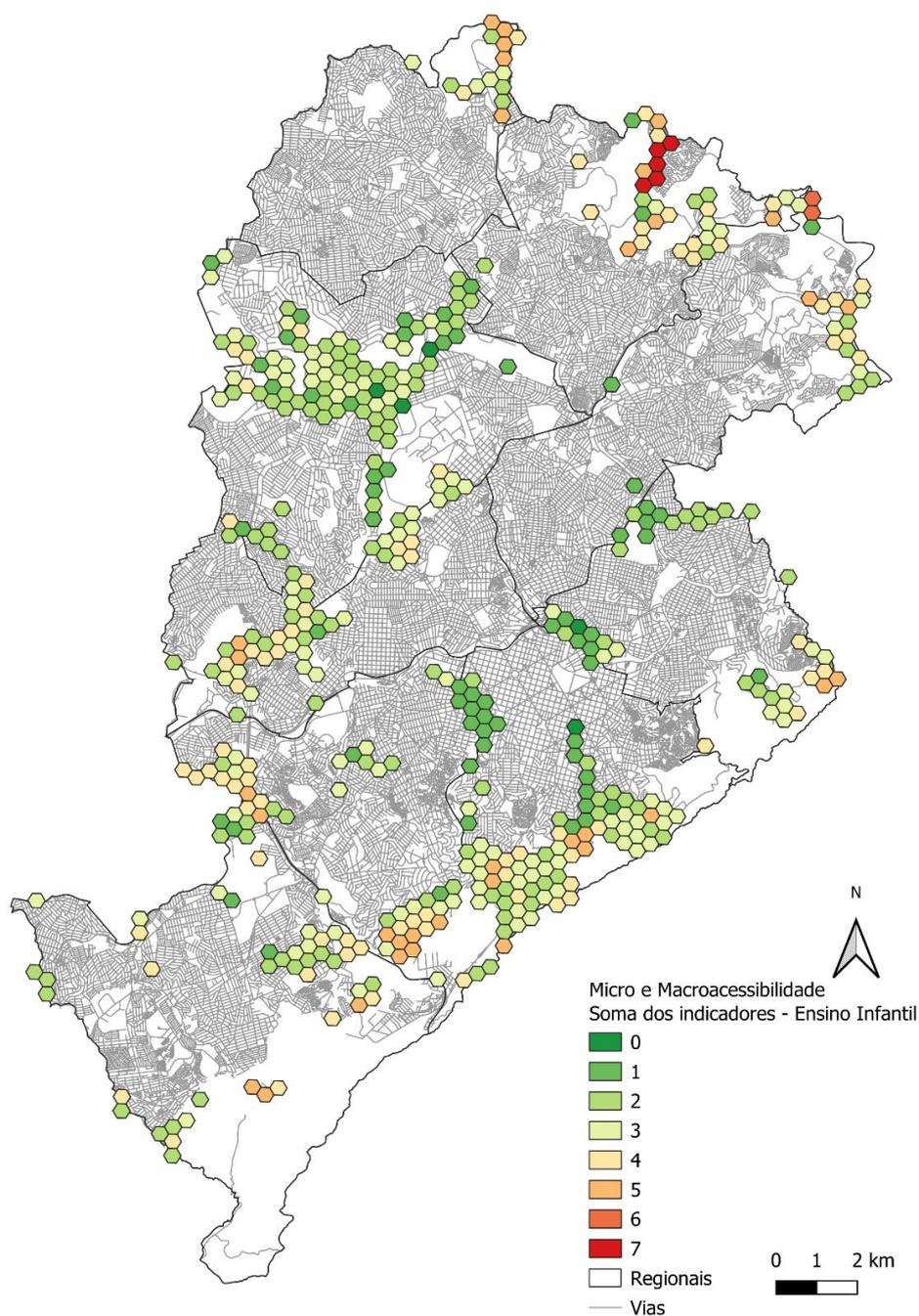
## **5.4 Análise da acessibilidade global (microacessibilidade x macroacessibilidade)**

### **5.4.1 Acesso a escolas públicas de educação infantil**

A análise conjunta das escalas de micro e macroacessibilidade tem como objetivo principal identificar áreas que carecem de todos os recursos de acesso a oportunidades. Conforme explicado na metodologia, esta análise global deu-se através de uma associação geográfica a qual através da identificação do mesmo hexágono nas diferentes camadas de resultado (micro e macro) foi possível efetuar a soma das pontuações de cada análise e ter uma soma total para a análise global. Devido ao fato de cada análise ter pontuação máxima total de 4 pontos, é possível analisar as duas dimensões de forma homogênea, sem tendenciar o resultado.

A Figura 56 mostra o resultado da análise global de acessibilidade para escolas de educação infantil. São considerados valores ruins e, portanto, indicativos de áreas potencialmente excluídas, as classes 6, 7 e 8 (quando houver). No resultado deste nível de Ensino, destaca-se que os hexágonos com valores considerados inadequados estão nas mesmas regiões destacadas anteriormente nas análises de micro e macroacessibilidade realizadas, as regiões Norte e Noroeste. Também é importante destacar que para este nível de ensino não foram observados hexágonos com a pontuação 8.

Figura 56 –Análise da acessibilidade global a escolas de educação infantil.

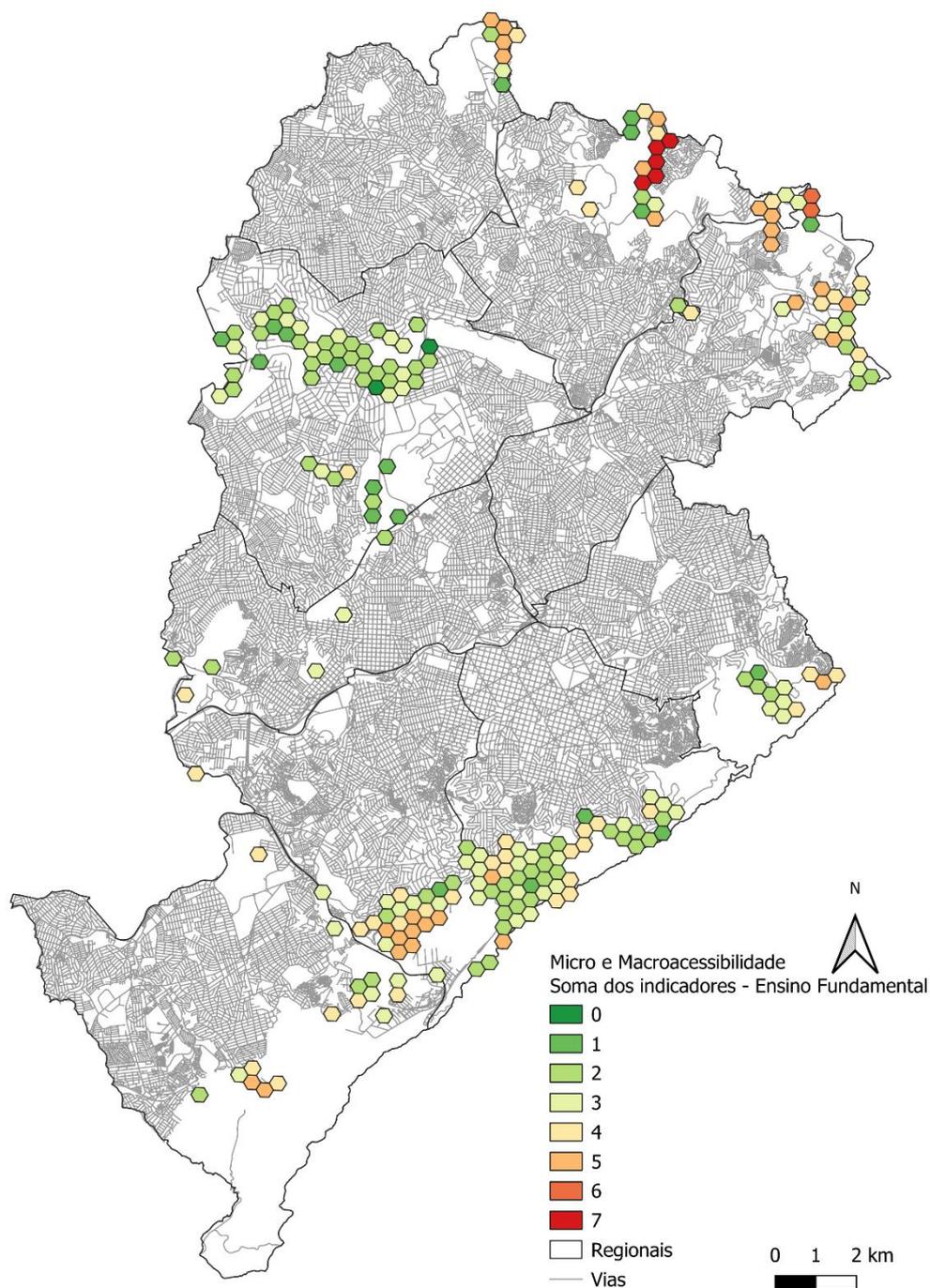


Fonte: Elaborado pela autora, 2023

#### 5.4.2 Acesso a escolas públicas de ensino fundamental

A Figura 57 ilustra o resultado da análise global de acessibilidade para escolas de ensino fundamental. O destaque negativo se mantém nas regiões Norte e Noroeste.

Figura 57 –Análise da acessibilidade global a escolas de ensino fundamental.

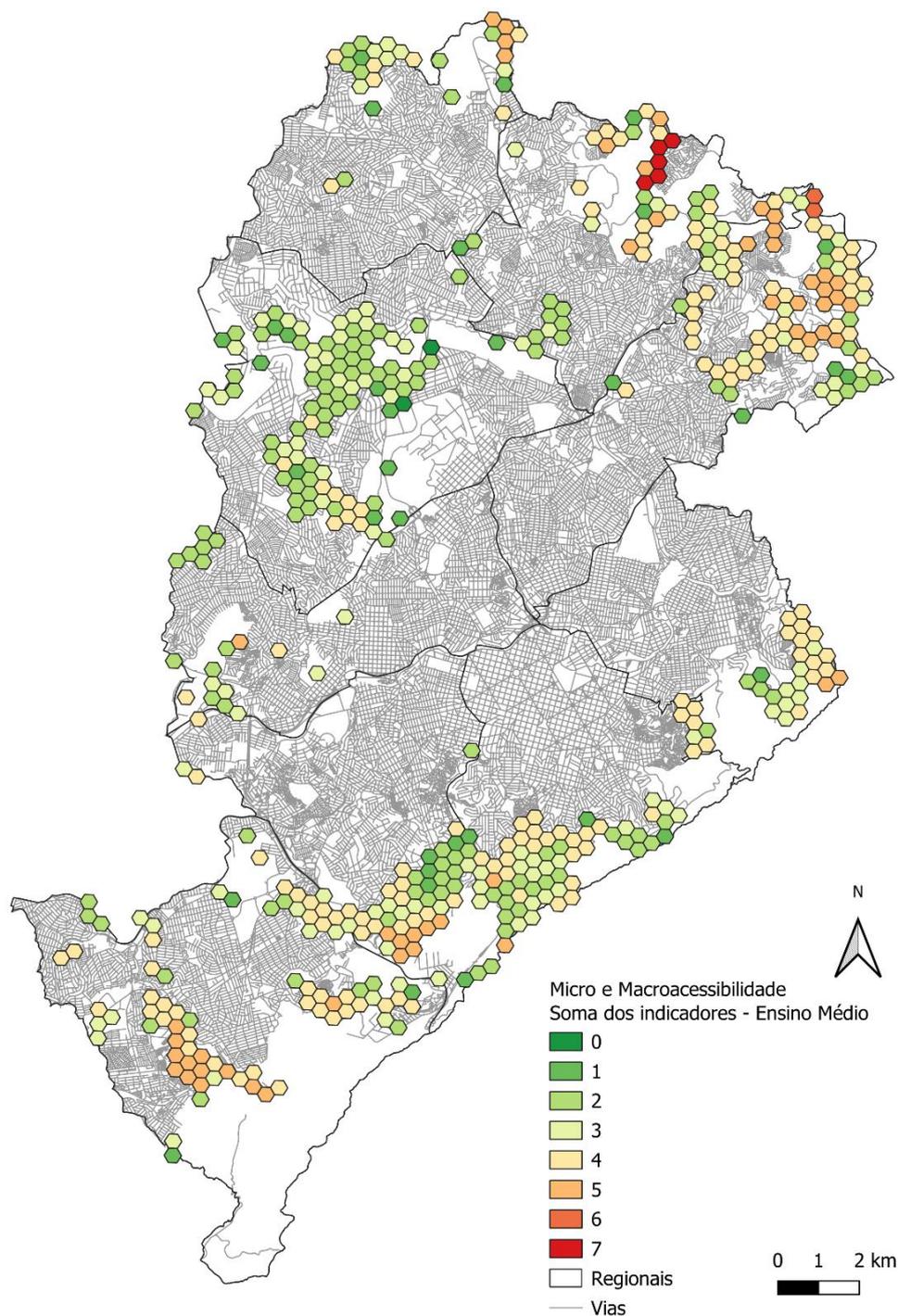


Fonte: Elaborado pela autora, 2023

#### 5.4.3 Acesso a escolas públicas de ensino médio

A Figura 58 mostra o resultado da análise global de acessibilidade para escolas de ensino médio. O destaque negativo se mantém nas regiões Norte e Noroeste.

Figura 58 –Análise da acessibilidade global a escolas de ensino médio.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

## 5.5 Análise dos fatores socioeconômicos associados à exclusão social

Conforme já mencionado na metodologia, a exclusão social é percebida e vivenciada de forma mais potente em grupos sociais vulneráveis. Deste modo, a renda é um dos fatores socioeconômicos mais ligados à exclusão social, uma vez que para acessar o

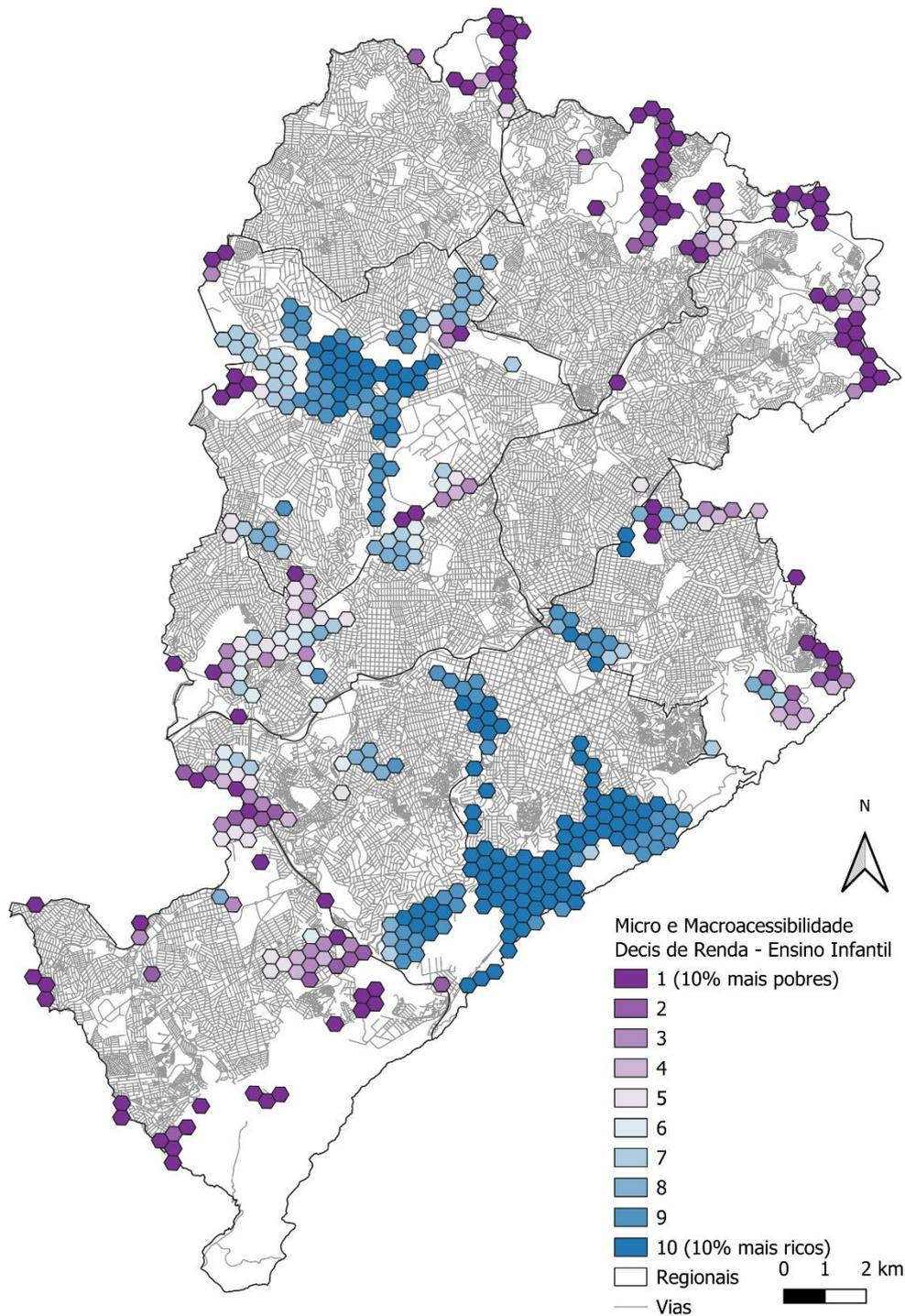
transporte público é necessário pagar a passagem e este valor normalmente compromete muito o orçamento familiar de pessoas de baixa renda.

É necessário então associar os resultados apresentados anteriormente à variável de renda para que se desconsidere regiões que porventura não tenham condições de micro e macroacessibilidade adequadas, mas que tenham acesso a automóvel particular e renda alta. Realizando esta exclusão sobram apenas a população que vive em locais excluídos espacialmente e não tem acesso financeiro ao automóvel. Além disso, essa associação permitirá responder à pergunta do problema de pesquisa e confirmar a segunda hipótese.

#### 5.5.1 Acesso a escolas públicas de educação infantil

A Figura 59 mostra os mesmos hexágonos analisados na avaliação de acessibilidade global a escolas de educação infantil categorizados pelos decis de renda.

Figura 59 –Análise da acessibilidade global a escolas de educação infantil associada à variável renda



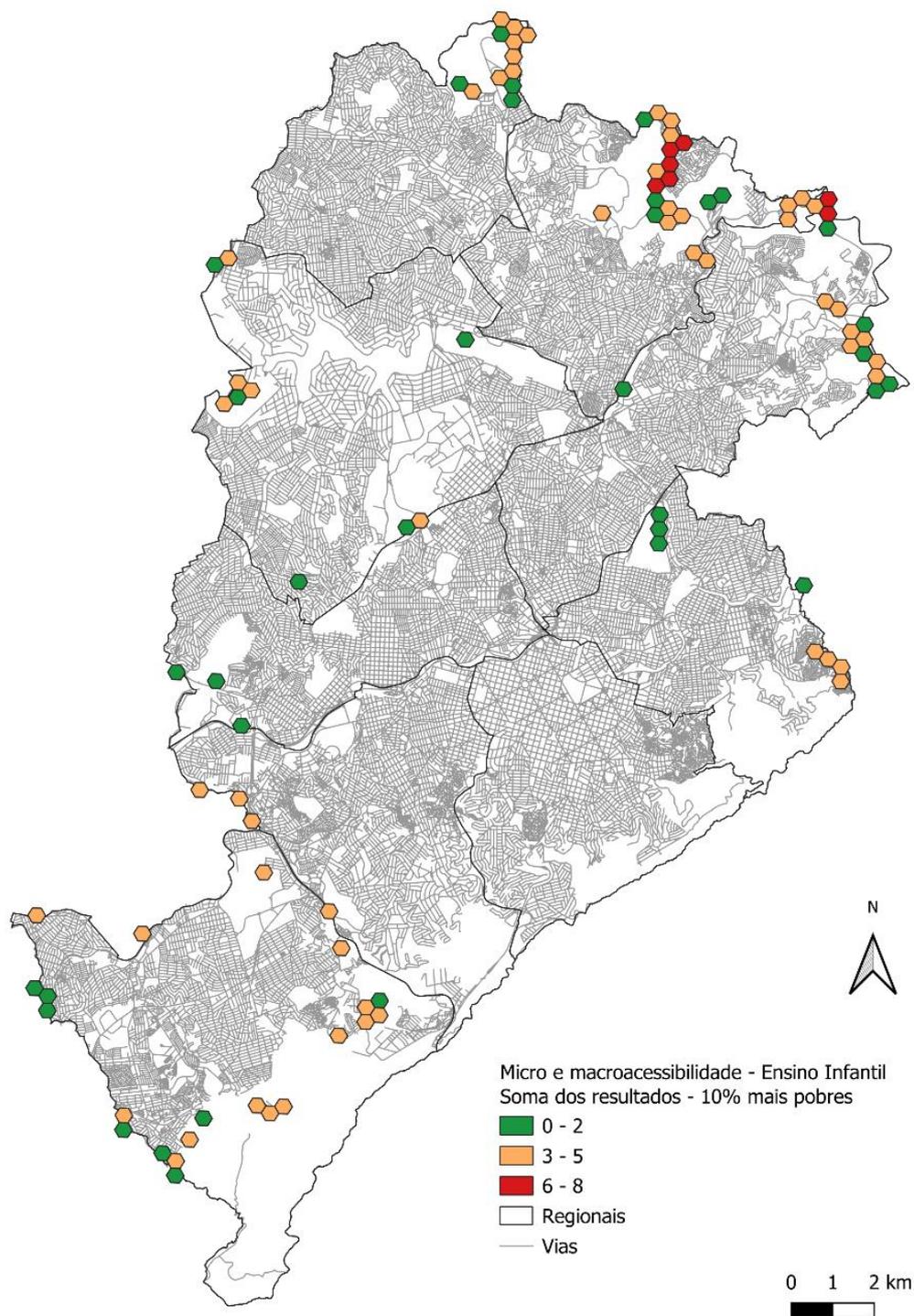
Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Observa-se que há um número relevante de hexágonos azuis, que indicam a população de mais alta renda sendo considerada na análise até esta etapa. Isto reforça a importância da consideração da variável renda na análise final deste trabalho. Este fenômeno no qual pessoas de renda mais alta decidem ocupar espaços sob novas formas, como loteamentos

fechados e condomínios de difícil acesso é denominado de segregação voluntária ou autossegregação e teve seu início observado no planejamento urbano norte americano. Deste modo, apesar de serem regiões de difícil acesso, elas não devem ser consideradas neste trabalho, uma vez que o objeto de estudo aqui destacado é o outro tipo de segregação: a imposta ou involuntária (VASCONCELOS *et al.*, 2013 *apud* LIMA *et al.*, 2019).

Sendo assim, foram excluídos os hexágonos com a população mais rica e manteve-se apenas os hexágonos com a população 10% mais pobre. Este resultado pode ser observado na Figura 60. Nesta imagem, além de excluir os hexágonos que não eram interessantes para a análise, foi feita a classificação em 3 níveis os quais verde são áreas com micro e macro boas, os laranjas são áreas que possuem uma das duas dimensões insuficiente (por exemplo micro boa e macro ruim ou micro ruim e macro boa) e os hexágonos vermelhos são os que possuem as duas dimensões insuficientes e são, portanto, as áreas excluídas. Identificar estas áreas vermelhas (com pontuação entre 6 e 8) é o principal objetivo deste trabalho.

Figura 60 –Classificação da acessibilidade global – educação infantil



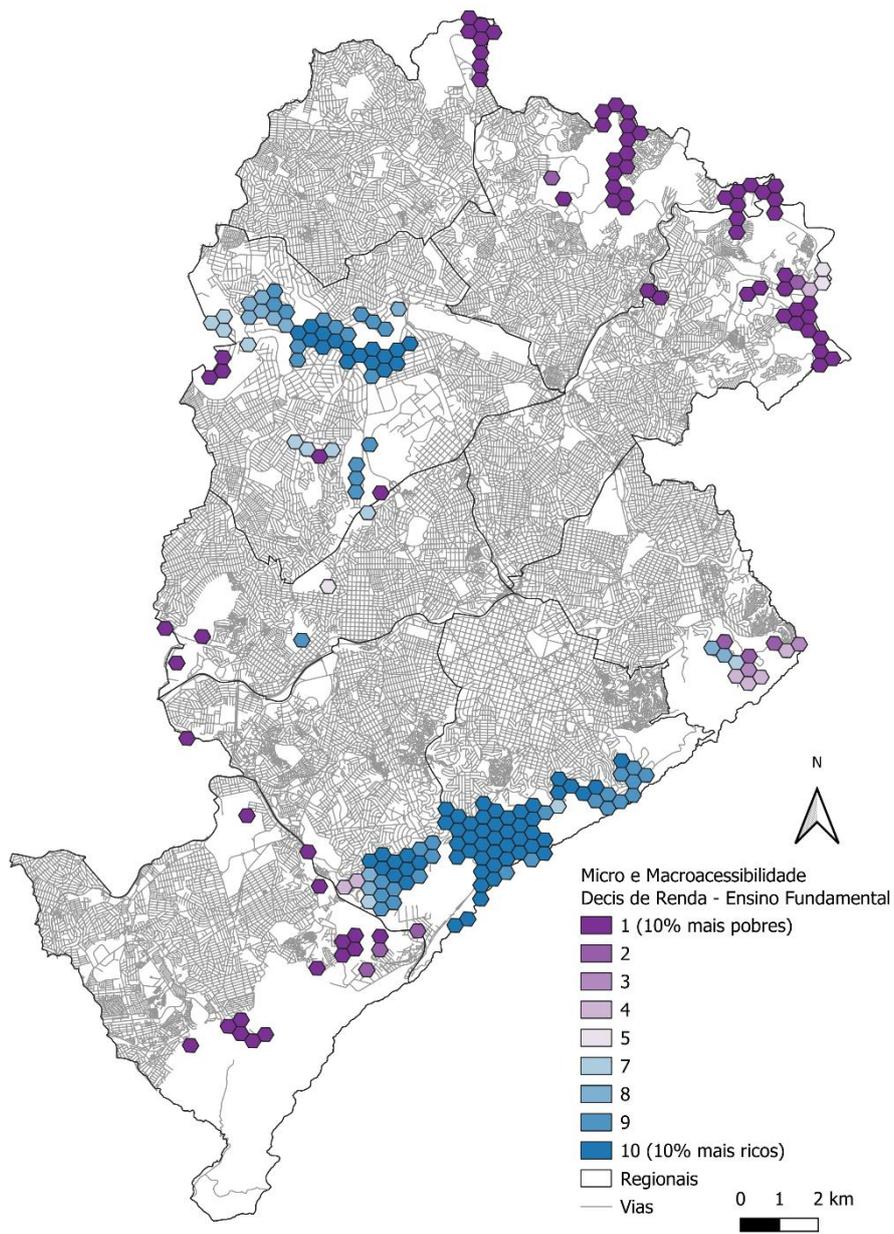
Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Destaca-se o fato de que os hexágonos em vermelho que foram mencionados nas seções anteriores permaneceram nesta análise, ou seja, trata-se de pessoas que são consideradas como as 10% mais pobres do município e são as áreas com a pior pontuação na análise global.

### 5.5.2 Acesso a escolas públicas de ensino fundamental

A Figura 61 mostra os mesmos hexágonos analisados na avaliação de acessibilidade global a escolas de ensino fundamental categorizados pelos decis de renda. De forma similar ao que ocorre na análise de acesso às escolas de educação infantil, se observa que ao analisar o acesso a escolas de ensino fundamental também há a presença de hexágonos azuis, isto é, de regiões com rendas médias mais altas, reforçando a importância da consideração da renda nas análises deste trabalho.

Figura 61 –Análise da acessibilidade global a escolas de ensino fundamental associada à variável renda.

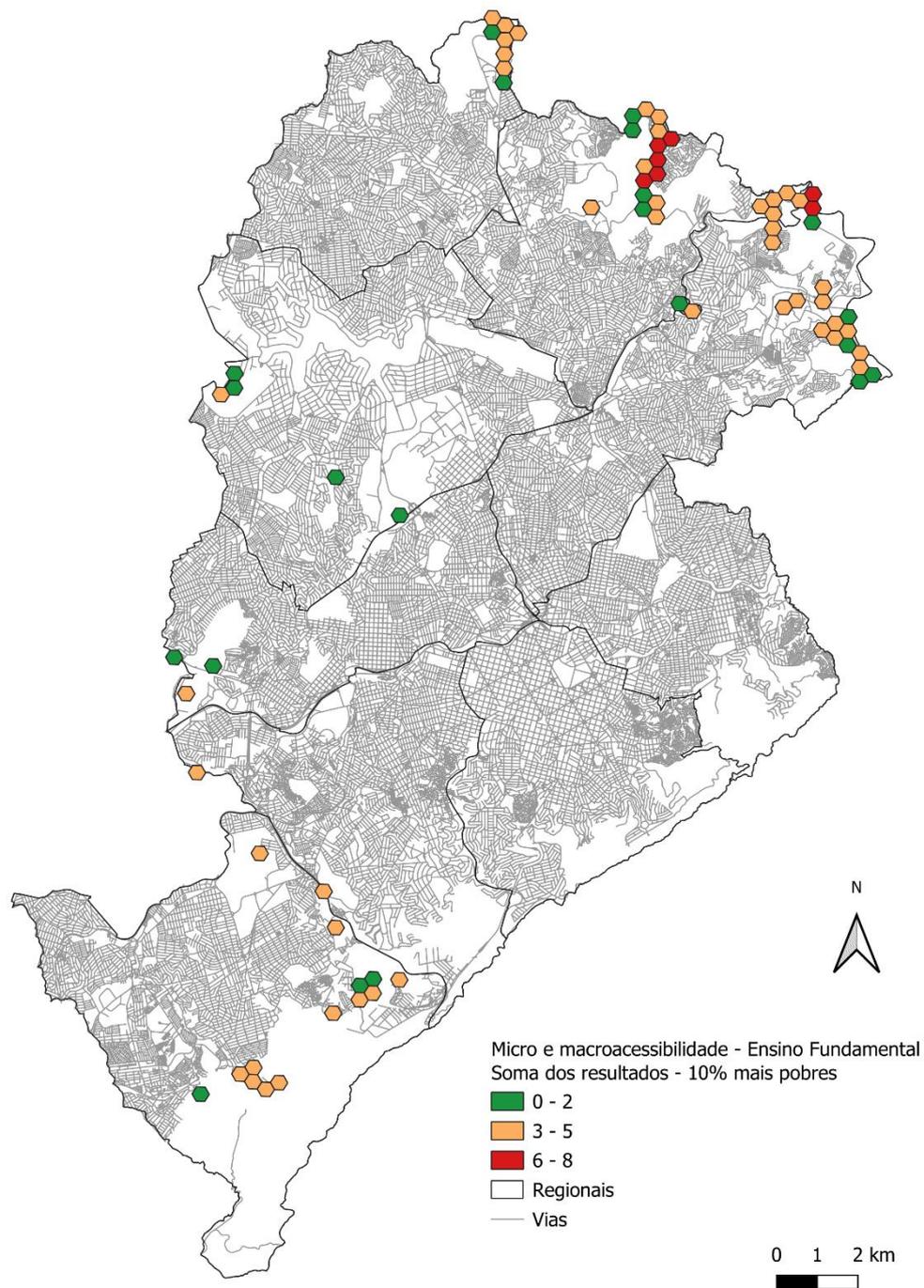


Elaborado pela autora, 2023

Fonte:

A Figura 62 mostra a classificação da acessibilidade global ao ensino fundamental, mantendo apenas os hexágonos que contêm a população 10% mais pobre de Belo Horizonte. O mesmo resultado e correlação observados na análise da educação infantil é encontrado no nível fundamental.

Figura 62 –Classificação da acessibilidade global – ensino fundamental

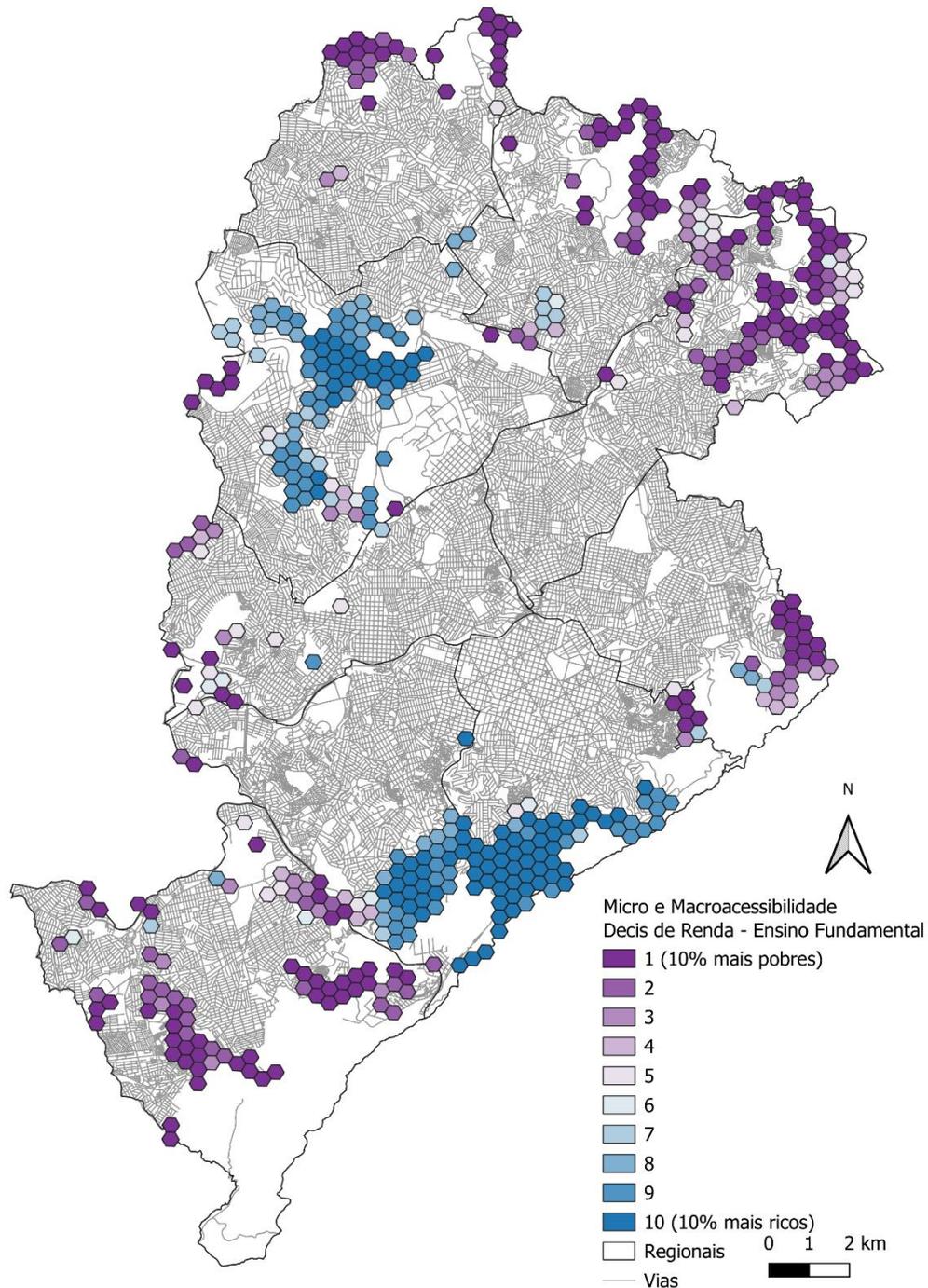


Fonte: Elaborado pela autora, 2023

### 5.5.3 Acesso a escolas públicas de ensino médio

A Figura 63 mostra os mesmos hexágonos analisados na avaliação de acessibilidade global a escolas de ensino médio categorizados pelos decis de renda. A presença de hexágonos azuis (regiões com rendas altas) neste mapa comprova de forma unânime em todos os níveis a importância da correlação com a renda nas análises deste trabalho.

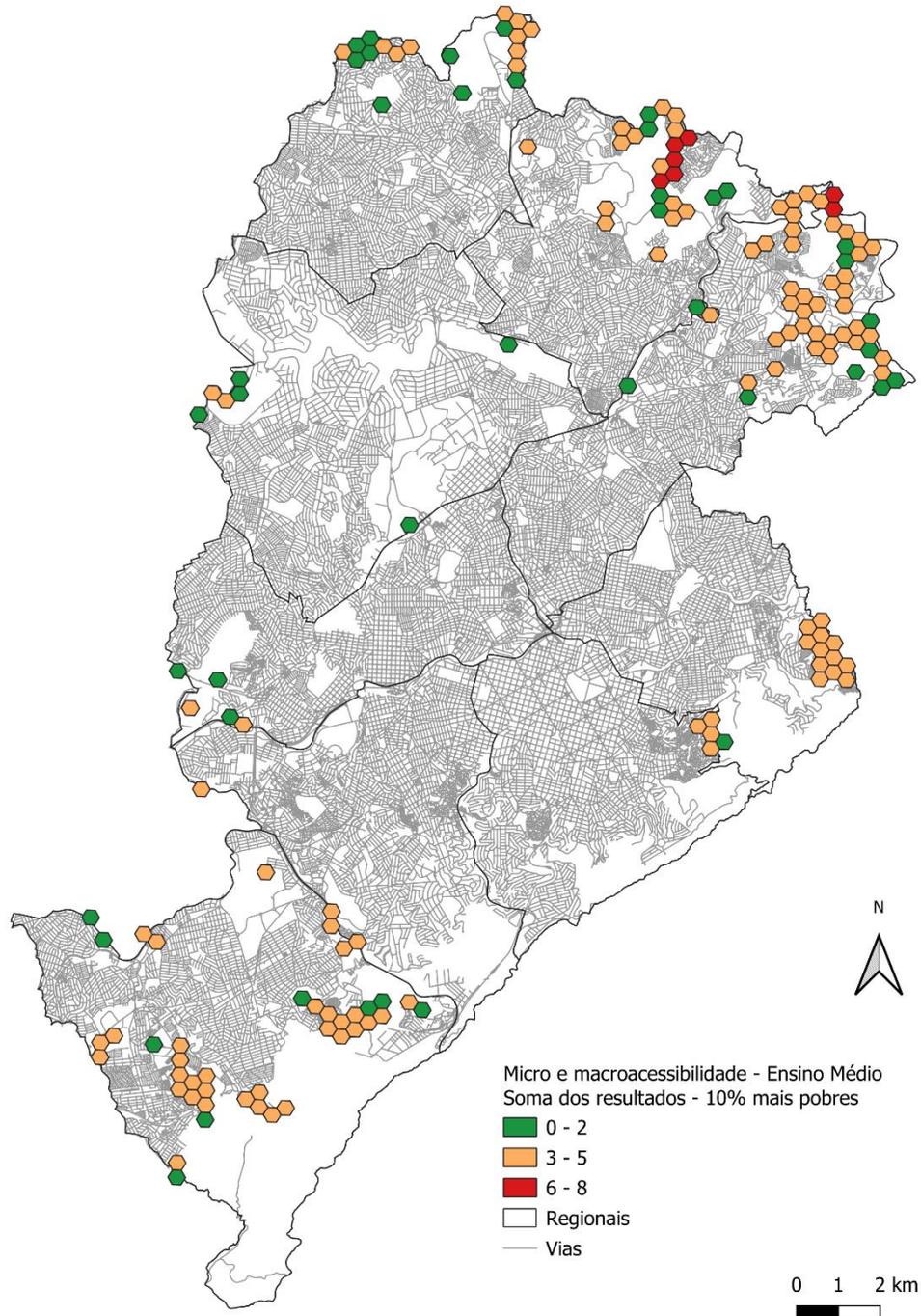
Figura 63 –Análise da acessibilidade global a escolas de ensino médio associada à variável renda.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

A Figura 64 mostra a classificação da acessibilidade global ao ensino médio, mantendo apenas os hexágonos que contém a população 10% mais pobre de Belo Horizonte e também apresenta o mesmo resultado e correlação que os níveis anteriores.

Figura 64 – Classificação da acessibilidade global – ensino médio

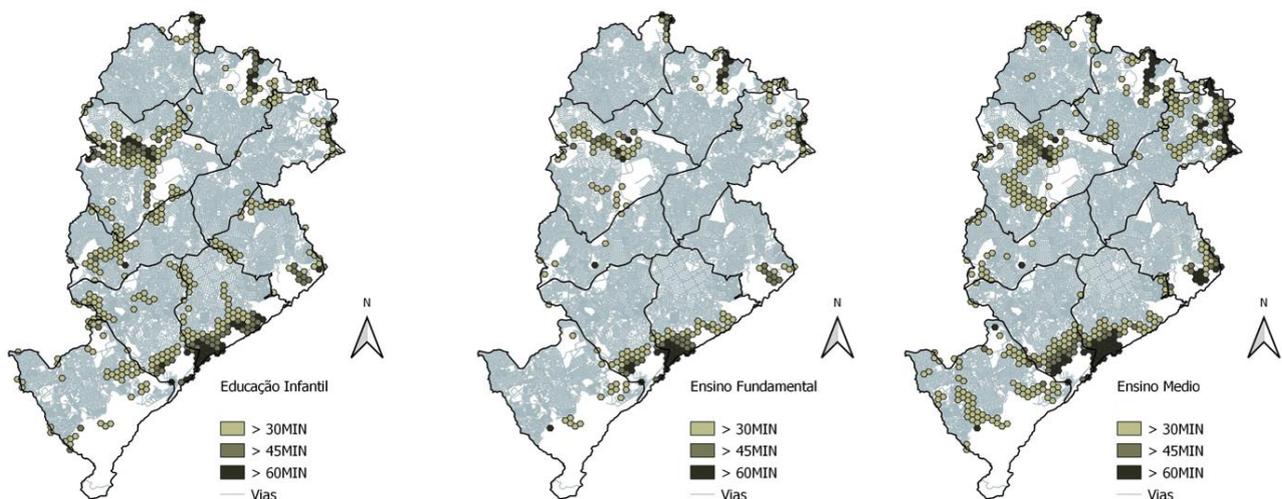


Fonte: Elaborado pela autora, 2023

## 5.6 Síntese dos resultados

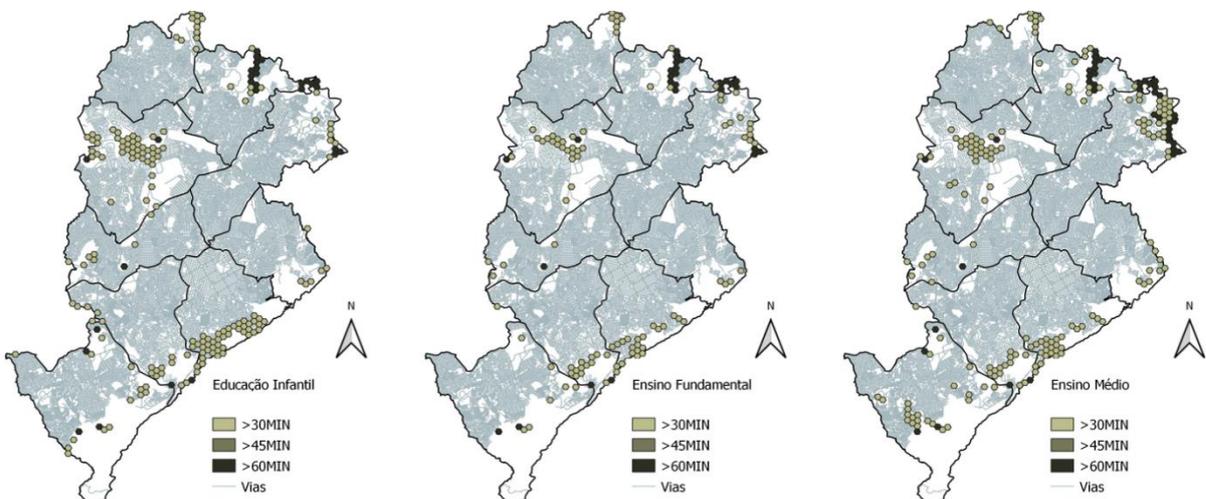
As análises apresentadas ao longo do capítulo foram feitas a partir de um primeiro filtro que eliminou todas as áreas que alcançam escolas públicas nos 3 níveis de ensino através da caminhada ou do transporte público. A análise global feita neste trabalho visa identificar, dentre as áreas que já são isoladas geograficamente (por isso o filtro inicial de 30 minutos ou mais) as áreas que não possuem condições de micro e macroacessibilidade adequadas. A Figura 65 apresenta todos os hexágonos analisados, categorizados pelo tempo sem acesso a nenhuma oportunidade (30, 45 e 60 minutos) para o modo caminhada. Já a Figura 66 faz a mesma análise, só que para o modo de transporte público.

Figura 65 – Locais onde há deslocamento de 30 minutos ou mais para uma escola pública por caminhada



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Figura 66 – Locais onde há deslocamento de 30 minutos ou mais para uma escola pública por transporte público

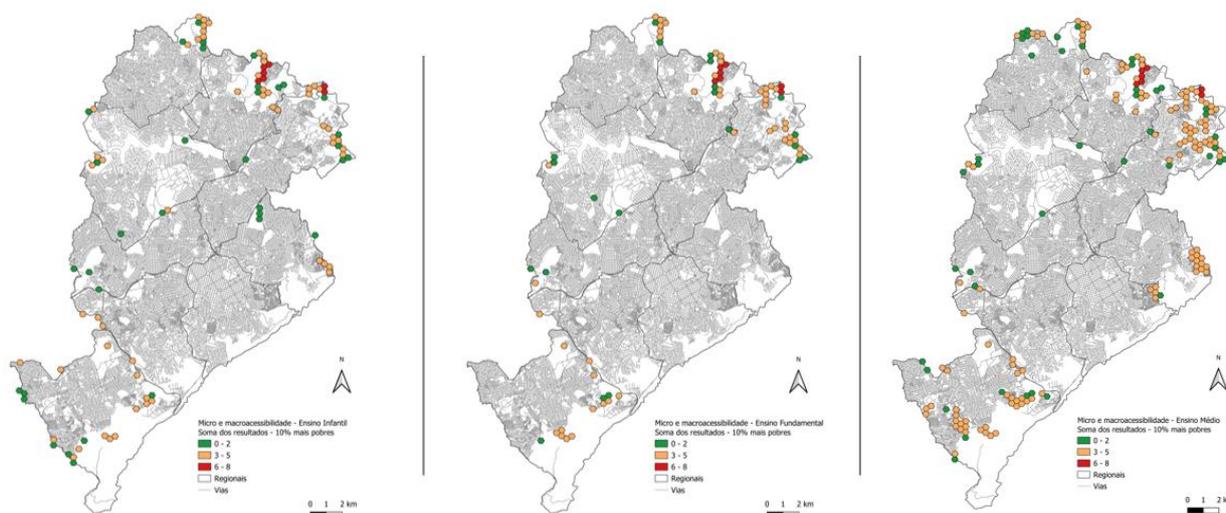


Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Tanto na escala micro quanto na escala macro observou-se um maior número de hexágonos analisados para as escolas de nível médio. Isso significa que a distribuição geográfica das escolas deste nível é menos equitativa que as de outros níveis. Além disso, outro fato que chama a atenção é que alguns bairros nobres como Buritis, Belvedere, Pampulha e Mangabeiras aparecem nas duas seleções. Isso ocorre porque não há ou há um número baixo de escolas públicas nestes locais.

Comparando a análise global dos 3 níveis de ensino, apesar de o ensino médio ter um número maior de hexágonos, não foram observadas discrepâncias quanto aos hexágonos que foram classificados nos piores níveis (entre 6 e 8). A Figura 67 deixa claro que segundo os critérios analisados, as áreas excluídas socialmente são as mesmas no acesso aos 3 níveis de ensino.

Figura 67 – Locais onde há deslocamento de pelo menos 30 minutos para uma escola pública por transporte público



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Estas áreas classificadas com os piores níveis de acessibilidade foram identificadas como Região do Isidoro e Loteamento Maria Tereza, localizados na Regional Norte.

A Região do Isidoro, em Belo Horizonte, é uma área com altos índices de vulnerabilidade social, com baixa renda e escolaridade, além de acesso limitado a serviços públicos. Segundo a Prefeitura de Belo Horizonte (2010), o local apresenta um Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) de 0,68, considerado muito alto, e uma taxa de analfabetismo de 7,5%, acima da média da cidade. A área é predominantemente ocupada por bairros populares, incluindo assentamentos irregulares, e tem sido alvo de pressão de ocupação em função dos investimentos no Vetor Norte do Município. A região também

é uma das últimas áreas verdes e permeáveis de Belo Horizonte, com cerca de 10km<sup>2</sup>, o que destaca a importância da preservação ambiental para a qualidade de vida dos moradores.

Já o loteamento Maria Tereza apresenta diversas deficiências em termos de infraestrutura e acessibilidade urbana. As vias apresentam trechos com declividade acentuada (até 35%), o que dificulta a mobilidade dos moradores. Além disso, as condições de urbanização são precárias, sem a implantação da infraestrutura urbana como: meios fios, pavimentação, drenagem, coleta de esgoto, energia elétrica e iluminação pública. O transporte coletivo circula apenas em uma rua, o que limita o acesso aos equipamentos e serviços presentes no local (BELO HORIZONTE, 2019).

O bairro Capitão Eduardo, localizado próximo ao Maria Tereza, porém na Regional Noroeste, sofre com falta de infraestrutura urbana, não tendo sequer rede de água e esgoto, pavimentação de vias e instalação elétrica adequada. Segundo o Mapa das Desigualdades RMBH (2021), este bairro é o que possui o maior deslocamento de transporte público da capital mineira, com uma média de 67,1 minutos (NOSSA BH, 2021; CMBH, 2022)

No entanto, apesar de não estar no escopo deste estudo, é importante salientar que a maior parte dos hexágonos analisados está inserida na categoria regular (hexágonos laranja - de 3 a 5 pontos) e que se notou que as condições de microacessibilidade, no geral, foram piores avaliadas do que as de macroacessibilidade, o que justifica este número maior de hexágonos na faixa regular.

## 6. Conclusões e recomendações

O desenvolvimento de um procedimento para a definição de áreas potencialmente excluídas socialmente, considerando tanto as condições de acessibilidade em escalas micro e macro quanto a variável socioeconômica de renda é o cerne deste trabalho.

A pergunta que norteia esta pesquisa é:

De que maneira a carência de acessibilidade às oportunidades educacionais, nas escalas local (microacessibilidade) e na escala urbana (macroacessibilidade), se relaciona com as variáveis socioeconômicas, assumindo que tal carência tende a ocorrer nos locais com menor poder aquisitivo, acentuando a desigualdade social?

Já as hipóteses levantadas, foram:

- É possível desenvolver um procedimento metodológico que identifique áreas potencialmente excluídas socialmente a partir das condições de acessibilidade observadas nas escalas local e urbana.
- A falta de micro e macroacessibilidade adequadas ocorre mais frequentemente em áreas de baixo poder aquisitivo, dificultando o acesso a oportunidades educacionais com suas consequências no aumento da desigualdade e injustiça social.

Ao analisar os resultados obtidos no capítulo 5 foi possível identificar uma correlação entre os níveis de acessibilidade analisando as duas escalas e a renda da população residente em cada hexágono. As tabelas 5, 6 e 7 apresentam a correlação mencionada para cada nível de ensino (infantil, fundamental e médio). Os valores apresentados referem-se à quantidade de hexágonos que estão categorizados em cada classificação de renda e de nível de acessibilidade. Na classificação de renda utilizada, o decil 1 refere-se à população mais pobre e o 10 à população mais rica. Em relação à classificação de acessibilidade, 0 indica o melhor nível de acessibilidade e 8 indica o pior. Para efeitos de categorização da acessibilidade, considera-se que as áreas com acessibilidade ruim têm pontuação de 6, 7 ou 8, áreas com acessibilidade regular têm pontuação de 3, 4 ou 5 e áreas com acessibilidade boa têm pontuação de 0, 1 ou 2. Para fins de melhor entendimento, destacou-se de preto que os níveis 6 e 7 de acessibilidade (piores níveis) só possuem hexágonos com renda de decil 1 (mais pobres). Por outro lado, destacou-se de verde que

os níveis 0, 1 e 2 de acessibilidade (melhores níveis) aparecem em maior número nos hexágonos de decil 10 (mais ricos).

Tabela 5 - Correlação entre os níveis de acessibilidade e a renda por decis - Educação Infantil

		Análise global								
		0	1	2	3	4	5	6	7	Total
Decis de renda	1	0	9	26	19	25	12	2	5	98
	2	0	1	3	4	10	2	0	0	20
	3	0	3	6	6	10	2	0	0	27
	4	0	0	9	5	3	2	0	0	19
	5	0	3	10	9	6	2	0	0	30
	6	0	0	2	11	4	1	0	0	18
	7	0	4	11	11	7	1	0	0	34
	8	0	7	20	4	1	1	0	0	33
	9	2	17	21	20	4	6	0	0	68
	10	3	19	40	36	12	5	0	0	112
Total		5	63	148	125	82	34	2	5	

Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Tabela 6 - Correlação entre os níveis de acessibilidade e a renda por decis - Ensino Fundamental

		Análise global								
		0	1	2	3	4	5	6	7	Total
Decis de renda	1	0	6	15	13	17	16	2	5	74
	2	0	1	0	3	4	0	0	0	8
	3	0	0	0	1	1	0	0	0	2
	4	0	0	0	2	3	2	0	0	7
	5	0	0	0	2	1	0	0	0	3
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	0	2	4	3	2	0	0	0	11
	8	0	2	7	1	0	1	0	0	11
	9	0	5	13	10	5	5	0	0	38
	10	2	3	31	22	10	4	0	0	70
Total		2	19	70	57	43	28	2	5	

Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Tabela 7 - Correlação entre os níveis de acessibilidade e a renda por decis - Ensino Médio

		Análise global								
		0	1	2	3	4	5	6	7	Total
Decis de renda	1	0	12	31	29	55	35	2	5	169
	2	0	1	9	11	32	4	0	0	57
	3	0	2	4	9	13	1	0	0	29
	4	0	1	6	2	10	2	0	0	21
	5	0	0	5	5	12	1	0	0	23
	6	0	0	3	5	3	0	0	0	11
	7	0	2	8	5	4	0	0	0	19
	8	0	5	13	6	3	1	0	0	28
	9	1	5	28	14	8	5	0	0	60
	10	1	6	37	27	19	3	0	0	92
Total		2	34	144	113	159	52	2	5	

Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Observa-se que os piores casos (hexágonos que têm pontuação de 6 a 8) só acontecem no decil 1 em todos os níveis de ensino. Do contrário, a pontuação 0 (melhor caso) só é atingida nos decis 9 e 10 nos 3 níveis de ensino, o que confirma a segunda hipótese levantada no início deste trabalho. Não foram observados hexágonos com a pontuação 8 em nenhum dos 3 níveis.

Os hexágonos notáveis encontram-se na Região do Isidoro, no loteamento Maria Tereza e no bairro Capitão Eduardo, que se destacaram como os locais de pior resultado nas análises de acesso às escolas. Estas regiões, localizadas nas regionais Norte e Noroeste, são algumas das últimas a serem loteada no município. A Região do Isidoro exibe o segundo maior Índice de Vulnerabilidade Social e um dos menores Índices de Qualidade de Vida Urbana em Belo Horizonte, indicando carências em termos de transporte, sistema viário e infraestrutura pública. Já o loteamento Maria Tereza destaca-se, além da falta de infraestrutura, pela alta declividade da região, o que desfavorece a caminhada e acesso do transporte público. E por fim, o bairro Capitão Eduardo destaca-se como sendo o local com maior tempo de deslocamento por transporte público. Todos estes dados corroboram positivamente quanto à eficácia da metodologia de avaliar áreas excluídas socialmente.

Em relação à quantidade de hexágonos que passaram pelo filtro feito inicialmente de 30 minutos sem acessar nenhuma oportunidade para as duas escalas, observou-se que existe uma grande quantidade de hexágonos com os 5 maiores decis de renda. Com exceção do ensino médio, a quantidade de hexágonos que tem renda mais alta é maior. Isso ocorre devido à localização das escolas públicas. Em alguns bairros nobres da cidade como Buritis, Belvedere, Pampulha e Mangabeiras não há escolas públicas ou o número é baixo e por isso o tempo de deslocamento até estas escolas é maior e não necessariamente pelos critérios avaliados estarem inadequados.

Também é importante ponderar que, no geral, as condições de macroacessibilidade se mostraram melhores que as de microacessibilidade nos resultados obtidos, o que melhora a nota na análise global. Notou-se que a maioria dos hexágonos que ficaram na faixa regular (com pontuação entre 3 e 5) tinham condições muito ruins de microacessibilidade, tendo pontuações 3 e 4 para essa escala, conforme mostrado nas figuras 40, 43 e 45 observou-se que as ladeiras e a concentração de travessias na Região Centro-Sul diminuíram a nota geral desta escala.

Esta observação de que as condições de microacessibilidade, no geral, mostraram-se piores é extremamente relevante de ser colocada pois os indivíduos de rendas mais baixas frequentemente carecem de recursos financeiros para utilizar o transporte público. Sendo assim, ao trazer a pauta da acessibilidade financeira para esta discussão, este elemento adicional mostra que ainda que haja boas condições físicas de acesso ao transporte público, tratando-se de camadas mais vulneráveis financeiramente, o acesso continua prejudicado. Então, para estas pessoas, muitas vezes a caminhada é o único modo de transporte considerado para seus deslocamentos.

É essencial mencionar que, até agosto de 2023, a passagem de ônibus na cidade de Belo Horizonte custava R\$4,50, o que, ao considerar 2 passagens por dia em 22 dias úteis, equivalia a 15% do salário-mínimo vigente em 2023. Além disso, até agosto de 2023, não havia gratuidade para estudantes da rede pública, o que forçava esses estudantes a custear pelo menos R\$99,00 mensais (calculando 2 passagens por dia e considerando o meio passe estudantil) para acessar suas escolas por meio do transporte público, restringindo ainda mais seu acesso a oportunidades educacionais.

Sendo o objetivo geral: “Desenvolver um procedimento a ser utilizado para definir áreas potencialmente excluídas socialmente, levando em conta as condições de acessibilidade na macro e microescala, mas também a variável socioeconômica de renda.”, ele foi alcançado ao ser concebido e detalhado no Capítulo 4, com os resultados de sua aplicação apresentados no Capítulo 5.

A avaliação conjunta das escalas de micro e macroacessibilidade mostrou-se eficaz ao destacar áreas extremas, reforçando a primeira hipótese de que é possível criar uma metodologia para identificar locais potencialmente excluídos socialmente com base nas condições de acessibilidade observadas em escalas local e urbana.

Vale ressaltar que a aplicação bem-sucedida da metodologia exigiu bases de dados confiáveis. Um achado importante ao longo deste estudo foi a disponibilidade de uma base de dados de alta qualidade mantida pela Prefeitura de Belo Horizonte, de domínio público, que facilitou significativamente o desenvolvimento desta pesquisa.

A aplicação deste procedimento realça a necessidade de atenção aos desafios de acessibilidade enfrentados por grupos economicamente menos privilegiados e ressalta a importância de políticas públicas que visem a reduzir as desigualdades espaciais e sociais.

Acredita-se que a grande contribuição deste trabalho seja a de prover uma metodologia que contemple as duas escalas da acessibilidade, preenchendo uma lacuna observada na literatura, além de auxiliar na aplicação de políticas públicas aos mais necessitados.

### **6.1 Limitações e recomendações para trabalhos futuros**

Como qualquer pesquisa na área de transportes envolve um grande volume de dados operacionais e de infraestrutura e, especialmente no caso desta pesquisa, dados socioeconômicos, é imprescindível que as bases de dados utilizadas tenham uma boa qualidade e nível de confiança. Sendo assim, acredita-se que um dos critérios de sucesso deste trabalho consiste na obtenção destes dados confiáveis.

A base de dados proveniente do IPEA utiliza o Censo de 2010 do IBGE como fonte dos dados socioeconômicos analisados no estudo, além de informações de uso do solo do ano de 2019. Ainda que se trate de uma fonte extremamente confiável, a demora na realização e apuração dos resultados do Censo de 2022 não permitiu que estes dados atualizados pudessem ser utilizados a tempo nesta pesquisa. No entanto, entende-se que esta lacuna temporal é preenchida ao fazer as análises de renda mantendo as devidas proporções da época. Acredita-se que com a divulgação dos dados do Censo de 2022, trabalhos futuros terão uma boa oportunidade de replicar este procedimento utilizando bases de dados de anos coincidentes.

Outro ponto relevante a ser destacado é o fato de que a malha de hexágonos proveniente do projeto Acesso a Oportunidades do IPEA considera o acesso a oportunidades dentro da cidade de Belo Horizonte. Isto significa na prática que a população residente em hexágonos limítrofes – isto é, que coincidem com o limite territorial da cidade estudada - pode ter acesso a estas oportunidades em outro município. Portanto, recomenda-se avaliar em trabalhos futuros estes casos com maior atenção e considerando dados além do município estudado.

# Referências bibliográficas

- ALKIRE, S.; KANAGARATNAM, U.; SUPPA, N. (2020). **The global Multidimensional Poverty Index (MPI)**, OPHI MPI Methodological Note 49, Oxford Poverty and Human Development Initiative, University of Oxford.
- ASSIS, L. F. (1997). **A mudança da capital na Constituinte Mineira de 1891**. Cadernos da Escola do Legislativo, Belo Horizonte: Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, v. 3, n. 5, p. 141-181, jan./jun. 1997. Disponível em: <https://dspace.almg.gov.br/bitstream/11037/973/3/000973.pdf>. Acesso em: 01 Ago. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2020) NBR 9050: **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: [https://www.caurn.gov.br/wp-content/uploads/2020/08/ABNT-NBR-9050-15-Acessibilidade-emenda-1\\_-03-08-2020.pdf](https://www.caurn.gov.br/wp-content/uploads/2020/08/ABNT-NBR-9050-15-Acessibilidade-emenda-1_-03-08-2020.pdf). Acesso em: 05 Ago. 2023
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS (2023). **Anuário NTU: 2022-2023** / Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. – Brasília: NTU, 2023. 76p. Disponível em: <https://ntu.org.br/novo/upload/Publicacao/Pub638272765778419772.pdf>. Disponível em: 15 Set. 2023
- ATKINSON, A.B. (1995). **Public Economics in Action: The Basic Income/Flat Tax Proposal**. Oxford: Clarendon Press
- BAIARDI, Y.C.L. (2013). **O papel da microacessibilidade na mobilidade urbana: o caso da estação de trem Santo Amaro na cidade de São Paulo**. 161 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2013.
- BANISTER, D. (2011). Cities, mobility, and climate change. **Journal of Transport Geography**, 19(6), 1538-1546. Disponível em: 10.1016/j.jtrangeo.2011.03.009. Acesso em: dd mmm. Aaaa.
- BANISTER, D. (2018). **Inequality in transport**. Alexandrine Press.
- BARROZO, L.V.; LEITE, C. (2021). **Cidades Saudáveis e Inclusivas: o grande desafio da década?** Disponível em: <https://espacourbanoesaude.iea.usp.br/cidades-saudaveis-e-inclusivas/>. Acesso em 17 ago. 2023
- BARTON, M.; LOUKAITOU-SIDERIS, A. (2020). Where do we stand? The effect of transit access on gentrification and displacement. **Journal of Planning Literature**, 35(2), 169-183. Disponível em: 10.1177/0885412219881067. Acesso em: 03 Mar. 2023.
- BELO HORIZONTE, Prefeitura Municipal de. (2010). **Estudos Básicos – Região do Isidoro. Belo Horizonte**. Disponível em: [https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/politica-urbana/2018/planejamento-urbano/ouc\\_estudos\\_basicos\\_isidoro\\_diagnostico.pdf](https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/politica-urbana/2018/planejamento-urbano/ouc_estudos_basicos_isidoro_diagnostico.pdf). Acesso em: 20 Ago. 2023.
- BELO HORIZONTE, Prefeitura Municipal de. (2011). **Histórias de bairros de Belo Horizonte: Regional Pampulha/ coordenador, Raphael Rajão Ribeiro**. Belo Horizonte: Arquivo Público da Cidade, 2011. Disponível em: [http://www.pbh.gov.br/historia\\_bairros/PampulhaCompleto.pdf](http://www.pbh.gov.br/historia_bairros/PampulhaCompleto.pdf). Acesso em: 13 Jul. 2023.

- BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal de. (2017). **Informações sobre o transporte suplementar**. Belo Horizonte. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/bhtrans/informacoes/transportes/transporte-suplementar/informacoes-transporte-suplementar#:~:text=Criado%20em%2014%20de%20setembro,para%20trabalhar%20nas%20linh%20criadas>. Acesso em: 15 Set. 2023
- BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal de. (2017). MOVE. Belo Horizonte. Disponível em: < <https://prefeitura.pbh.gov.br/bhtrans/informacoes/transportes/onibus/MOVE.>> Acesso em: 12 Ago. 2023.
- BELO HORIZONTE, Prefeitura Municipal de. (2017). Plano Diretor de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte – PLANMOB-BH 2030 – Relatório Síntese – Belo Horizonte – Disponível em: < <https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/bhtrans/Relat%C3%B3rio%20S%C3%ADntese%202017.08.24.pdf>>. Acesso em: 15 Ago. 2023.
- BELO HORIZONTE, Prefeitura Municipal de. (2018). Prodabel detalha tamanho e número de bairros das regionais. 2018. Disponível em: < <https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/prodabel-detalha-tamanho-e-numero-de-bairros-das-regionais>>. Acesso em: 10 Ago. 2023.
- BELO HORIZONTE, Prefeitura Municipal de. (2018). Cartilha Ilustrativa – Padrão de Passeios de Belo Horizonte.
- BELO HORIZONTE, Prefeitura Municipal de. (2019). Instrumentos de Gestão de Riscos Ambientais e Sociais – Programa de Mobilidade e Inclusão Urbana. Disponível em: < [https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/2020/Instrumentos%20de%20Gest%C3%A3o%20de%20Riscos%20Ambientais%20e%20Sociais%20\\_RV04\\_jan\\_20.pdf](https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/2020/Instrumentos%20de%20Gest%C3%A3o%20de%20Riscos%20Ambientais%20e%20Sociais%20_RV04_jan_20.pdf)>. Acesso em: 12 Ago. 2023.
- BELO HORIZONTE, Prefeitura Municipal de. (2023). Prefeitura anuncia novo aumento de viagens no transporte coletivo. Disponível em: < <https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/prefeitura-anuncia-novo-aumento-de-viagens-no-transporte-coletivo>>. Acesso em: 10 Ago. 2023.
- BOISJOLY, G.; EL-GENEIDY, A. (2017). How to get there? A critical assessment of accessibility objectives and indicators in metropolitan transportation plans. **Transport Policy**, 55, 38-50.
- BRASIL Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E-Digital)**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/estrategia-digital-aco-es-2022-2026>. Acesso em: 12 Jun. 2023.
- CARDOSO, L.; MATOS, R. (2007). Acessibilidade Urbana e Exclusão Social: Novas Relações, Velhos Desafios. **X Simpósio Nacional de Geografia Urbana**, Florianópolis.
- CARNEIRO, R. *et al.* Território, exclusão e políticas de inclusão socioespacial: uma análise a partir da experiência de Belo Horizonte. **SER Social**, Brasília, v. 12, n.27, p. 1450164, 2010
- CERVERO, R.; Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, 2(3), 199-219.
- CERVERO, R. B., Linking Urban Transport and Land Use in Developing Countries. **Journal Of Transport And Land Use**. Mineapolis, 2013. p. 7-24.

- CMBH (2022). **Falta de serviços básicos no Capitão Eduardo será fiscalizada por comissão.** Belo Horizonte. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/comunica%C3%A7%C3%A3o/not%C3%ADcias/2022/09/falta-de-servi%C3%A7os-b%C3%A1sicos-no-capit%C3%A3o-eduardo-ser%C3%A1-fiscalizada-por> Acesso em: 20 Ago. 2023.
- COLLINS, P. H. (1990). **Black Feminist Thought: Knowledge, Consciousness, and the Politics of Empowerment.** Nova Iorque e Londres: Routledge.
- CURL, A.; NELSON, J. D.; ANABLE, J. (2011). Does accessibility planning address what matters? A review of current practice and practitioner perspectives. **Research in Transportation Business & Management**, 2, 3-11. Disponível em: 10.1016/j.rtbm.2011.12.001. Acesso em: 07 Mar. 2023.
- CURTIS, C.; SCHEURER, J. (2010). Planning for sustainable accessibility: Developing tools to aid discussion and decision-making. **Progress in Planning**, 74(2), p. 53-106.
- DELBOSC, A.; CURRIE, G. (2011). The spatial context of transport disadvantage, social exclusion and well-being. **Journal of Transport Geography**, 16(6), p. 1130-1137.
- DELMELLE, E. C.; Casas, I. (2012). Evaluating the spatial equity of bus rapid transit-based accessibility patterns in a developing country: The case of Cali, Colombia. **Transport Policy**, 20, p. 36-46.
- DORA, C.; HAINES, A.; BALBUS, J.; FLETCHER, E.; ADAIR-ROHANI, H.; ALABASTER, G.; NEIRA, M. (2011). Indicators linking health and sustainability in the post-2015 development agenda. **The Lancet**, 385(9965), 380-391. Disponível em: 10.1016/S0140-6736(14)60605-X. Acesso em: 02 Fev. 2023.
- EWING, R.; CERVERO, R. (2010). Travel and the built environment: A meta-analysis. **Journal of the American Planning Association**, 76(3), p. 265-294. Disponível em: 10.1080/01944361003766766
- FARBER, S.; MORANG, M. Z.; WIDENER, M. J. (2014). Temporal variability in transit-based accessibility to supermarkets. **Applied Geography**, 53, p. 149-159.
- FLORES, J. (2023). **Menos da metade das capitais brasileiras têm metro; o de BH é o 2º menor.** ANPTrilhos, 2023. Disponível em: <https://anptrilhos.org.br/menos-da-metade-das-capitais-brasileiras-tem-metro-o-de-bh-e-o-2o-menor/#:~:text=A%20primeira%20linha%20brasileira%20come%C3%A7ou,do%20metr%C3%B4%20foi%20em%201986>. Acesso em: 10 Ago. 2023.
- FRIMAN, M.; LÄTTMAN, K.; OLSSON, L.E. (2020). Public Transport Quality, Safety, and Perceived Accessibility. **Sustainability**, 12 (9), 3563. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12093563>. Acesso em: 10 Jan. 2023.
- GARCIA, A. V.; HILLESHEIM, J. (2017). Pobreza e desigualdades educacionais: uma análise com base nos Planos Nacionais de Educação e nos Planos Plurianuais Federais. **Educar em Revista**, Curitiba, Brasil, Edição Especial n. 2, p. 131-147
- GEHL, J. (2010). **Cities for people.** Island Press
- GEURS, K.; HAAIJER, R.; VAN WEE, B. (2006). Option value of public transport: methodology for measurement and case study for regional rail links in the Netherlands. **Transport Reviews**, 26(5), 613-643.
- GOOGLE, 2023. **Visão geral do GTFS Static.** Disponível em:

- <https://developers.google.com/transit/gtfs?hl=pt-br>. Acesso em: 30 jul. 2023.
- GONZAGA, A. S. S.; PORTUGAL, L. S.; KNEIB, E. C. (2022). Elementos e Fundamentos para a Concepção de um Sistema de Mobilidade Urbana Orientado à Inclusão Social. **Caderno de Geografia**, v. 32, n. 68.
- HILBERT, M. (2017). Digital inequalities in the Global South: A comparative analysis of Latin America, Africa, and Asia. **The Information Society**, 33(3), p. 130-144.
- HINE, J.; MITCHELL, F. (2017). **Transport Disadvantage and Social Exclusion: Exclusionary Mechanisms in Transport in Urban Scotland**. Routledge.
- ILO. **World Employment and Social Outlook: Trends 2022**. Geneva: International Labour Office, 2022.
- ITDP. (2017) **Caderno 2 – Parâmetros Referenciais – Qualificação da Inserção Urbana**. Disponível em: <http://itdpbrasil.org.br/wp-content/uploads/2018/03/ITDP-MCMV-Parametros-Referenciais.pdf>. Acesso em: 18 Set. 2023
- ITDP. **Padrão de Qualidade DOTS**, 3ª ed. Nova York, 2017.
- ITDP. Boletim 4: **O TRANSPORTE DE MÉDIA E ALTA CAPACIDADE NAS CIDADES BRASILEIRAS**, 2019.
- IZQUIERDO, J., PAULO, M.A.L. (2023). Inclusão digital e desempenho escolar no context da pandemia: uma análise comparative entre Brasil e Colômbia. **Civitas**, 23, 1-11.
- KHAVARIAN-GARMSIR, A.R. *et al.* From Garden City to 15Minute City: A Historical Perspective and Critical Assessment. **Land** 2023, 12, 512. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/land12020512>. Acesso em: 07 Jul. 2023.
- LI, Y.; YABUKI, N.; FUKUDA, T. (2023). Integrating GIS, deep learning, and environmental sensors for multicriteria evaluation of urban street walkability. **Landscape and Urban Planning**, 230
- LIMA, G.C.S. **Understanding Transport-Related Social Exclusion Through The Lens Of Capabilities Approach: Does Better Accessibility Help to Reduce Social Exclusion?** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia, Programa de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2021.
- LIMA, L.S.; LOUREIRO, C.F.G.; SOUSA, F.F.L.M.; LOPES, A.S. (2021) Espreadimento urbano e seus impactos nas desigualdades socioespaciais da acessibilidade ao trabalho em Fortaleza. **Revista Transportes**. 29(1), 229-246. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/transportes.v29i1.2348>. Acesso em: 01 Ago. 2023.
- LITMAN, T. (2023). **Evaluating Accessibility for Transportation Planning: Measuring People’s Ability to Reach Desired Goods and Activities**. Victoria Transport Policy Institute.
- LUCAS, K. (2012). Transport and social exclusion: Where are we now? **Transport Policy**, 20, p. 105-113. Disponível em: 10.1016/j.tranpol.2012.01.013. Acesso em: 15 Dez. 2022.
- LUCAS, K.; VAN WEE, B.; MAAT, K. (2016). A method to evaluate equitable accessibility: combining ethical theories and accessibility-based approaches. **Transportation**, 43(3), p. 473-490.
- MARTENS, K. (2016). **Transport justice: Designing fair transportation systems**. Routledge.
- MASON, J.; TURNER, P.; STERIU, M. (2017). **Universal Access in Urban Areas: Why Universal Access in Urban Areas Matters for Sustainable Mobility**. Connections; Note 2017 – 10. World

- Bank, Washington, DC. Disponível em:  
<https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/d4ee967c-32e4-59d8-bf1c-c973b762e44f>. Acesso em: 18 Dez. 2022.
- MATTIOLI, G. (2016). Transport needs in a climate-constrained world. A novel framework to reconcile social and environmental sustainability in transport. **Energy Research & Social Science**, 18, 118-128
- MCDONALD, D.L. (2021). The origins of Informality in a Brazilian Planned City: Belo Horizonte, 1889-1900. **Journal of Urban History**, 47 (1), 29-49. 2021.
- MORAES, J. F. (1996). Trólebus: As fases da implantação do sistema no Brasil. **Revista dos Transportes Públicos – ANTP – Ano 19 – 1996**.
- MUFFELS, R.; LUIJKX, R. (2008). Labour market mobility and employment security of male employees in Europe: ‘trade-off’ or ‘flexicurity’? **Work, Employment and Society**, 22(2), p. 221-242
- NEUTENS, T.; SCHWANEN, T.; WITLOX, F.; DE MAEYER, P. (2010). Equity of urban service delivery: A comparison of different accessibility measures. **Environment and Planning A**, 43(7), p. 1613-1635.
- NOSSA BH (2021). **Mapa das desigualdades 2021**. Belo Horizonte. Disponível em:  
<https://nossabh.org.br/uploads/2021/06/Mapa-das-desigualdades-da-RMBH-2021.pdf>. Acesso em: 21 Jul. 2023.
- OECD (2021). **Employment Outlook 2021: Navigating the Pandemic. Organisation for Economic Co-operation and Development**.
- PARREIRAS, J.C. (2008). **Transporte Informal na Região Metropolitana de Belo Horizonte – Riscos e Benefícios para a Sociedade**. (Trabalho de conclusão de curso de Pós-graduação em Gestão Pública) – Fundação João Pinheiro – Belo Horizonte.
- PASSOS, D. O. R. (2009). A formação urbana e social da cidade de Belo Horizonte: Hierarquização e estratificação do espaço na nova capital mineira. Temporalidades – **Revista discente do Programa de Pós graduação em História da UFMG**, vol. 1, nº 2, 2009.
- PEREIRA, R. H. M., SCHWANEN, T.; BANISTER, D. (2017). Distributive justice and equity in transportation. **Transport Reviews**, 37(2), 170-191.
- PEREIRA, R. H. M. & HERSZENHUT, D. (2022) **Introdução à acessibilidade urbana um guia prático em R**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.
- PRESTON, J.; RAJÉ, F. (2007). Accessibility, mobility and transport-related social exclusion. **Journal of Transport Geopgraphy**, 15, p. 11-22
- RAGNEDDA, M.; MUSCHERT, G. W. (Eds.). (2017). **Theorizing digital divides**. Routledge.
- RASHID, A. T. (2016). Digital inclusion and social inequality: Gender differences in ICT access and use in five developing countries. **Gender, Technology and Development**, 23(1), p. 1-25.
- REISDORF, B. C.; GROSELJ, D. (2017). Internet (non-)use types and motivational access: Implications for digital inequalities research. **New Media & Society**, 19(8), p. 1157-1176.
- ROBINSON, L.; COTTEN, S. R.; ONO, H.; QUAN-HAASE, A.; MESCH, G.; CHEN, W., SCHULZ, J.; HALE, T. M.; STERN, M. J. (2015). Digital inequalities and why they matter. **Information, Communication & Society**, 18(5), p. 569-582.

- RODRIGUES, M.O. (2006). **Avaliação da qualidade do transporte coletivo da cidade de São Carlos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- SALATA, A. R.; RIBEIRO, M. G. (2023). **Boletim Desigualdade nas Metrôpoles**. Porto Alegre/RS. n. 13
- SÁNCHEZ, A.; LERA, F.; GUZMÁN, L. A.; ORTEGA, E. M. (2020). Urban accessibility and social equity: A methodological proposal for the City of Santiago, Chile. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, 133, 261-275. Disponível em: 10.1016/j.tr.2020.01.010. Acesso em: 04 Abr. 2023.
- SANTOS, M. (2007). **O Espaço do Cidadão**. 7. Ed. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- SCHERDER, A.; VAN DEURSEN, A.; VAN DIJK, J. (2017). Determinants of Internet skills, uses and outcomes: A systematic review of the second- and third-level digital divide. **Telematics and Informatics**, 34(8), 1607-1624. Disponível em: 10.1016/j.tele.2017.07.007. Acesso em: 03 Mar. 2023.
- SETO, K. C.; GÜNERALP, B.; HUTYRA, L. R. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 109(40), 16083-16088. Disponível em: 10.1073/pnas.1211658109. Acesso em: 10 Jan. 2023.
- SOUZA, J. (2009). **Ralé brasileira: quem é e como vive**. Belo Horizonte: Editora UFMG.
- SOUZA, J. (2017). **A Elite do Atraso: Da Escravidão à Lava Jato**. Rio de Janeiro: Editora Leya.
- STANDING, G. (2011). **The Precariat: The New Dangerous Class**. London: Bloomsbury Academic.
- UNICEF (2022). **Dois milhões de crianças e adolescentes de 11 a 19 anos não estão frequentando a escola no Brasil, alerta UNICEF**. Disponível em: <<https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/dois-milhoes-de-criancas-e-adolescentes-de-11-a-19-anos-nao-estao-frequentando-a-escola-no-brasil>>. Acesso em: 12 de set. de 2023
- UNITED NATIONS (2020). **World Social Report 2020: Inequality in a Rapidly Changing World. Technical report**, United Nations.
- VILELA, N. M. (2006). **Hipercentro de Belo Horizonte: Movimentos e Transformações Espaciais Recentes**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais. 2006.
- WHO (World Health Organization). (2011). **World report on disability**. World Health Organization.
- WRI BRASIL (2014). **BRT MOVE: mais mobilidade em Belo Horizonte**. Disponível em: <https://wricidades.org/conteudo/brt-move-mais-mobilidade-em-belo-horizonte>. Acesso em: 13 Ago. 2023.
- WRI BRASIL (2016). **Entenda o que é microacessibilidade e como ela incentiva modos de transporte mais sustentáveis**. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/entenda-o-que-e-microacessibilidade-e-como-ela-incentiva-modos-de-transporte-mais>. Acesso em: 05 jun. 2023.
- WRI BRASIL (2023). **Cidade de 15 minutos: a visão de Paris que tem inspirado um movimento global**. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/cidade-de-15-minutos-visao-de-paris-que-tem-inspirado-um-movimento-global>. Acesso em: 06 jul. 2023.

- YENISETTY, P.T. and BAHADURE, P. (2021), "Spatial accessibility measures to educational facilities from public transit: a case of Indian cities", **Smart and Sustainable Built Environment**, Vol. 10 No. 2, pp. 258-273. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/SASBE-11-2019-0153>. Acesso em: 06 Jun. 2023.
- ZUK, M.; BIERBAUM, A. H., CHAPPLE, K.; GORSKA, K.; LOUKAITOU-SIDERIS, A. (2017). Gentrification, displacement, and the role of public investment: A literature review. *Journal of Planning Literature*, 33 (1)