

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Engenharia
Programa de Pós Graduação em Geotecnia e Transportes

Rafael Murta Resende

**ANÁLISE DA ACESSIBILIDADE DE PEDESTRES ÀS ESTAÇÕES DE
INTEGRAÇÃO DOS SISTEMAS DE TRANSPORTE: UM ESTUDO DE CASO EM
BELO HORIZONTE**

Belo Horizonte

2024

Rafael Murta Resende

**ANÁLISE DA ACESSIBILIDADE DE PEDESTRES ÀS ESTAÇÕES DE
INTEGRAÇÃO DOS SISTEMAS DE TRANSPORTE: UM ESTUDO DE CASO EM
BELO HORIZONTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Geotecnia e Transportes da
Universidade Federal de Minas Gerais, como
requisito parcial à obtenção do título de Mestre
em Geotecnia e Transportes.

Área de concentração: Transportes

Orientadora: Profa. Dra. Daniela Antunes Lessa

Belo Horizonte

2024

R433a

Resende, Rafael Murta.

Análise da acessibilidade de pedestres às estações de integração dos sistemas de transporte [recurso eletrônico] : um estudo de caso em Belo Horizonte / Rafael Murta Resende. – 2024.

1 recurso online (190. : il., color.) : pdf.

Orientadora: Daniela Antunes Lessa.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Apêndices: f. 168-178.

Bibliografia: f. 152-167.

Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.

1. Transportes - Teses. 2. Caminhabilidade - Teses. 3. Acessibilidade - Teses. 4. Mobilidade urbana - Teses. 5. Transporte - Teses. 6. Transporte urbano - Planejamento - Teses. 7. Planejamento - Teses. 8. Pedestres - Teses. 9. Trânsito urbano - Teses. I. Lessa, Daniela Antunes.

II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 656(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA
COLEGIADO DO CURSO DE MESTRADO EM GEOTECNIA E TRANSPORTES

FOLHA DE APROVAÇÃO

ANÁLISE DA ACESSIBILIDADE DE PEDESTRES ÀS ESTAÇÕES DE INTEGRAÇÃO DOS SISTEMAS DE TRANSPORTE: UM ESTUDO DE CASO EM BELO HORIZONTE

RAFAEL MURTA RESENDE

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em GEOTECNIA E TRANSPORTES, como requisito para obtenção do grau de Mestre em GEOTECNIA E TRANSPORTES, área de concentração TRANSPORTES. Aprovada em 26 de março de 2024, pela banca constituída pelos membros:

Prof.^a. Daniela Antunes Lessa - Orientadora (UFOP)
Prof. Leandro Cardoso (UFMG)
Prof. Mateus Humberto Andrade (USP)

Belo Horizonte, 26 de março de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Leandro Cardoso, Professor do Magistério Superior**, em 27/03/2024, às 10:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Daniela Antunes Lessa, Usuário Externo**, em 27/03/2024, às 11:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Mateus Humberto Andrade, Usuário Externo**, em 09/04/2024, às 10:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3143630** e o código CRC **52C805AF**.

Referência: Processo nº 23072.216847/2024-41

SEI nº 3143630

Aos meus amados, Fernanda e Joaquim.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela minha vida e por tudo que tem me proporcionado viver.

À minha esposa Fernanda por tanta paciência e dedicação com nossa família.

Ao meu filho Joaquim por tanto amor e aprendizado.

À minha mãe pelos exemplos de persistência e resiliência.

Ao meu pai, pelas bênçãos junto de Deus.

Aos meus irmãos Fernando e Danilo, pela amizade e incentivo.

Aos meus familiares por tantos exemplos de luta e superação.

Aos meus amigos pela presença e momentos de descontração.

Aos meus colegas de SUMOB e BHTRANS, em especial Liliana Hermont, Luís Castilho e Gregório Luz, por tantas conversas, dicas e trocas de ideias.

À prefeitura de Belo Horizonte pela oportunidade.

À minha orientadora Daniela Lessa pelos ensinamentos e paciência.

Aos professores e a equipe do Departamento de Engenharia de Geotecnia e Transportes da UFMG.

RESUMO

A análise da acessibilidade para pedestres nas proximidades das estações de integração de transporte é essencial para a garantia da equidade de direitos e oportunidades. Diante desse contexto, considera-se importante a realização de um estudo das dificuldades enfrentadas, propondo estratégias para melhorar a acessibilidade e ampliar as áreas de abrangência dos equipamentos públicos de transporte coletivo. É importante considerar a avaliação da sociedade brasileira sobre o transporte público e a discussão das limitações dos sistemas de transporte em termos de infraestrutura e planejamento urbano, ressaltando a necessidade de considerar questões sociais e econômicas para uma mobilidade urbana eficiente. Os projetos de implantação de estações de integração, por vezes, são executados considerando-se apenas nos planos de circulação dos veículos que operam nos sistemas, deixando em segundo plano os passageiros e as suas necessidades de deslocamento a pé ou de cadeiras de rodas. As estações possuem a função de integração física e tarifária entre diferentes tipos de sistemas de transporte público, a fim de viabilizar a troca entre sistemas de maneira ágil e organizada, onde o usuário do sistema possa ganhar eficiência, tempo e qualidade em um ou mais trechos do deslocamento, justificando o transbordo e seccionamento da viagem. A metodologia empregada nesse trabalho consiste em analisar a acessibilidade a algumas estações de integração de Belo Horizonte, utilizando como critérios características geográficas, chegando às áreas de abrangência das estações. Como resultado temos uma diferença significativa ao se comparar as áreas de abrangência das estações com acesso por faixas de pedestres com as de acesso por passarelas, sendo as primeiras, em média, três vezes maiores. Após simulações de substituição de passarelas por faixas de pedestres, observa-se um aumento médio de 561% de área de abrangência. Conclui-se que é necessário melhorar os critérios de caminhada máximos adotados pelos órgãos gestores, sendo necessário evoluir para que sejam estabelecidas menores distâncias limite. Por fim, as estações analisadas nesta dissertação possuem um nível de acessibilidade bem aquém do potencial que possuem, causados por acessos de pedestres com longos trechos de caminhada em estruturas projetadas para privilegiar o transporte individual em detrimento ao coletivo.

Palavras-chave: acessibilidade; estações de integração; transporte urbano; infraestrutura; inclusão.

ABSTRACT

The analysis of accessibility for pedestrians near transport integration stations is essential to guarantee equality of rights and opportunities. Given this context, it is considered important to carry out a study of the difficulties faced, proposing strategies to improve accessibility and expand the areas covered by public transport facilities. It's crucial to consider Brazilian society's evaluation of public transport and discuss the limitations of transportation systems in terms of infrastructure and urban planning, highlighting the need for considering social and economic issues for efficient urban mobility. Integration station projects are sometimes executed focusing only on the circulation plans of the vehicles operating within the systems, neglecting passengers and their needs for walking or wheelchair mobility. These stations serve to physically and fare-integrate different types of public transportation systems to facilitate the exchange between systems in an agile and organized manner, where the system user can gain efficiency, time, and quality in one or more sections of the trip, justifying the transfer and segmentation of the journey. The methodology employed in this work consists of analyzing the accessibility to some integration stations in Belo Horizonte, using geographical characteristics as criteria, reaching the coverage areas of the stations. As a result, there is a significant difference when comparing the coverage areas of stations with pedestrian crossings to those accessed by footbridges, with the former being, on average, three times larger. After simulations of replacing footbridges with pedestrian crossings, there is an average increase of 561% in coverage area. It concludes that it is necessary to improve the maximum walking criteria adopted by managing bodies, needing to evolve to establish shorter limit distances. Finally, the stations analyzed in this dissertation have a level of accessibility far below their potential, caused by pedestrian accesses with long walking stretches in structures designed to prioritize individual transport over collective transport.

Keywords: accessibility, integration stations, urban transport, infrastructure, inclusion.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distância equivalente de caminhada em rampa.....	23
Figura 2 - Fluxograma do método aplicado.	32
Figura 3 - Distância Equivalente Caminhada em Rampa (%) e Fator de Ponderação.	34
Figura 4 - Mapa rodoferroviário da Região Metropolitana de Belo Horizonte.....	41
Figura 5 - Traçado das linhas 1 e 2 do metrô da Região Metropolitana de Belo Horizonte	43
Figura 6 - Diagrama temporal da implantação da linha 1	46
Figura 7 - Rede metroviária proposta pelo plano diretor de transporte sobre trilhos da RMBH, com a inclusão das linhas 2 e 3 no sistema.....	47
Figura 8 - Redes integradas de transporte – RIT’s da Região Metropolitana de Belo Horizonte	50
Figura 9 - Distribuição espacial das linhas metropolitanas	51
Figura 10 - Distribuição espacial das linhas de BRT Metropolitano	51
Figura 11 - Localização das estações de ônibus e metrô de Belo Horizonte.....	53
Figura 12 - Mapa dos itinerários das linhas de ônibus em operação na estação São Gabriel ..	55
Figura 13 - Mapa de localização da estação São Gabriel	58
Figura 14 - Caminhamentos internos do setor oeste da estação São Gabriel	62
Figura 15 - Caminhamentos internos do setor leste da estação São Gabriel.....	62
Figura 16 - Caminhamentos internos do setor central da estação São Gabriel	63
Figura 17 - Principais pontos de deslocamento a partir da estação	64
Figura 18 - Ponto de inundação no entorno da estação São Gabriel	66
Figura 19 - Áreas de abrangência da estação São Gabriel a partir do setor Leste.....	69
Figura 20 - Áreas de abrangência da estação São Gabriel a partir do setor Central	69
Figura 21 - Áreas de abrangência da estação São Gabriel a partir do setor Oeste	70
Figura 22 - Proposta de novos acessos de pedestres	72
Figura 23 - Mapa de localização da estação Lagoinha.....	74
Figura 24 - Caminhamentos internos da estação Lagoinha.....	76
Figura 25 - Áreas de abrangência de caminhada da estação Lagoinha	78
Figura 26 - Proposta de passarela de ligação entre estações	80
Figura 27 - Mapa de localização e entorno da estação BRT Minas Shopping Municipal	84
Figura 28 - Caminhamentos internos da estação BRT Minas Shopping Municipal	85

Figura 29 - Áreas de abrangência de caminhamento da estação BRT Minas Shopping Municipal	87
Figura 30 - Proposta de novos acessos de pedestres	89
Figura 31 - Mapa de localização e abrangência da estação BRT Ouro Minas Municipal	91
Figura 32 - Caminhamentos internos da estação BRT Ouro Minas Municipal.....	92
Figura 33 - Áreas de abrangência de caminhamento da estação BRT Ouro Minas Municipal	94
Figura 34 - Mapa de localização e abrangência da estação BRT União Municipal.....	97
Figura 35 - Caminhamentos internos da estação BRT União Municipal.....	98
Figura 36 - Áreas de abrangência de caminhamento da estação BRT União Municipal	100
Figura 37 - Mapa de localização e abrangência da estação BRT Ipiranga Municipal	103
Figura 38 - Caminhamentos internos da estação BRT Ipiranga Municipal	104
Figura 39 - Áreas de abrangência de caminhamento da estação BRT Ipiranga Municipal....	106
Figura 40 - Proposta de novos acessos de pedestres	108
Figura 41 - Mapa de localização e abrangência da estação BRT Cidade Nova Municipal....	110
Figura 42 - Caminhamentos internos da estação BRT Cidade Nova Municipal.....	111
Figura 43 - Áreas de abrangência de caminhamento da estação BRT Cidade Nova Municipal	113
Figura 44 - Proposta de novos acessos de pedestres	115
Figura 45 - Mapa de localização e abrangência da estação BRT Feira dos Produtores Municipal	117
Figura 46 - Caminhamentos internos da estação BRT Feira dos Produtores Municipal.....	118
Figura 47 - Áreas de abrangência de caminhamento da estação BRT Feira dos Produtores Municipal.....	120
Figura 48 - Proposta de novos acessos de pedestres	122
Figura 49 - Mapa de localização e abrangência da estação BRT São Judas Tadeu Municipal	124
Figura 50 - Caminhamentos internos da estação BRT São Judas Tadeu Municipal.....	125
Figura 51 - Áreas de abrangência de caminhamento da estação BRT São Judas Tadeu Municipal	127
Figura 52 - Proposta de novos acessos de pedestres	129

Figura 53 - Mapa de localização e abrangência da estação BRT Sagrada Família Municipal	131
Figura 54 - Caminhamentos internos da estação BRT Sagrada Família Municipal.....	132
Figura 55 - Áreas de abrangência de caminhada da estação BRT Sagrada Família Municipal	134
Figura 56 - Proposta de novos acessos de pedestres	136
Figura 57 - Mapa de localização e abrangência da estação BRT Silviano Brandão Municipal	137
Figura 58 - Caminhamentos internos da estação BRT Silviano Brandão Municipal.....	139
Figura 59 - Áreas de abrangência de caminhada da estação BRT Silviano Brandão Municipal.....	141
Figura 60 - Transição de rampas em declive e aclive na Estação Sagrada Família.	144
Figura 61 - Síntese de resultados de áreas de abrangência e declividades do entorno.....	145
Figura 62 - Síntese de resultados de área de abrangência e quantidade de passageiros.....	147

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização da acessibilidade	22
Tabela 2 - Síntese de dados de atropelamentos em Belo Horizonte em 2022	24
Tabela 3 - Lista de estações analisadas	52
Tabela 4 - Áreas ocupadas pelos setores da estação São Gabriel.....	54
Tabela 5 - Regimes de operação dos setores da estação São Gabriel.....	56
Tabela 6 - Equipamentos presentes na estação São Gabriel.....	56
Tabela 7 - Polos geradores de viagem no entorno da estação São Gabriel	58
Tabela 8 - Caminhamentos internos da estação São Gabriel.....	60
Tabela 9 - Tempos médios de deslocamento a partir da estação São Gabriel.....	64
Tabela 10 - Áreas de abrangência de acessibilidade da Estação São Gabriel	67
Tabela 11 - Diferenças entre métodos de avaliação de áreas de abrangência de acessibilidade para a Estação São Gabriel	68
Tabela 12 - Polos geradores de viagens em cada área de abrangência.....	70
Tabela 13 - Equipamentos estação Lagoinha	73
Tabela 14 - Polos geradores de viagem no entorno da estação Lagoinha	74
Tabela 15 - Caminhamentos internos da estação Lagoinha	75
Tabela 16 - Áreas de abrangência de acessibilidade da Estação Lagoinha	77
Tabela 17 - Diferenças entre métodos de avaliação de áreas de abrangência de acessibilidade para a Estação Lagoinha	77
Tabela 18 - Polos geradores de viagens em cada área de abrangência - Estação Lagoinha.....	78
Tabela 19 - Linhas em operação nas estações de BRT MOVE municipal da avenida Cristiano Machado	82
Tabela 20 - Polos geradores de viagem no entorno da estação BRT Minas Shopping Municipal	83
Tabela 21 - Caminhamentos internos da estação BRT Minas Shopping Municipal	85
Tabela 22 - Áreas de abrangência de acessibilidade da Estação BRT Minas Shopping Municipal	86
Tabela 23 - Diferenças entre métodos de avaliação de áreas de abrangência de acessibilidade para a BRT Minas Shopping Municipal	86

Tabela 24 - Polos geradores de viagens em cada área de abrangência - Estação BRT Minas Shopping Municipal	87
Tabela 25 - Polos geradores de viagem no entorno da estação BRT Ouro Minas Municipal..	90
Tabela 26 - Caminhamentos internos da estação BRT Ouro Minas Municipal	91
Tabela 27 - Áreas de abrangência de acessibilidade da Estação BRT Ouro Minas Municipal	93
Tabela 28 - Diferenças entre métodos de avaliação de áreas de abrangência de acessibilidade para a BRT Ouro Minas Municipal	93
Tabela 29 - Polos geradores de viagens em cada área de abrangência - Estação BRT Ouro Minas Municipal.....	94
Tabela 30 - Polos geradores de viagem no entorno da estação BRT União Municipal	96
Tabela 31 - Caminhamentos internos da estação BRT União Municipal.....	97
Tabela 32 - Áreas de abrangência de acessibilidade da Estação BRT União Municipal	99
Tabela 33 - Diferenças entre métodos de avaliação de áreas de abrangência de acessibilidade para a BRT União Municipal.....	99
Tabela 34 - Polos geradores de viagens em cada área de abrangência - Estação BRT União Municipal.....	100
Tabela 35 - Polos geradores de viagem no entorno da estação BRT Ipiranga Municipal.....	102
Tabela 36 - Caminhamentos internos da estação BRT Ipiranga Municipal	104
Tabela 37 - Áreas de abrangência de acessibilidade da Estação BRT Ipiranga Municipal....	105
Tabela 38 - Diferenças entre métodos de avaliação de áreas de abrangência de acessibilidade para a BRT Ipiranga Municipal	105
Tabela 39 - Polos geradores de viagens em cada área de abrangência - Estação BRT Ipiranga Municipal.....	106
Tabela 40 - Polos geradores de viagem no entorno da estação BRT Cidade Nova Municipal	109
Tabela 41 - Caminhamentos internos da estação BRT Cidade Nova Municipal	110
Tabela 42 - Áreas de abrangência de acessibilidade da Estação BRT Cidade Nova Municipal	112
Tabela 43 - Diferenças entre métodos de avaliação de áreas de abrangência de acessibilidade para a BRT Cidade Nova Municipal	112

Tabela 44 - Polos geradores de viagens em cada área de abrangência - Estação BRT Cidade Nova Municipal.....	113
Tabela 45 - Polos geradores de viagem no entorno da estação BRT Feira dos Produtores Municipal.....	116
Tabela 46 - Caminhamentos internos da estação BRT Feira dos Produtores Municipal	117
Tabela 47 - Áreas de abrangência de acessibilidade da Estação BRT Feira dos Produtores Municipal.....	119
Tabela 48 - Diferenças entre métodos de avaliação de áreas de abrangência de acessibilidade para a BRT Feira dos Produtores Municipal	119
Tabela 49 - Polos geradores de viagens em cada área de abrangência - Estação BRT Feira dos Produtores Municipal	120
Tabela 50 - Polos geradores de viagem no entorno da estação BRT São Judas Tadeu Municipal	123
Tabela 51 - Caminhamentos internos da estação BRT São Judas Tadeu Municipal	125
Tabela 52 - Áreas de abrangência de acessibilidade da Estação BRT São Judas Tadeu Municipal	126
Tabela 53 - Diferenças entre métodos de avaliação de áreas de abrangência de acessibilidade para a BRT São Judas Tadeu Municipal	126
Tabela 54 - Polos geradores de viagens em cada área de abrangência - Estação BRT São Judas Tadeu Municipal.....	127
Tabela 55 - Polos geradores de viagem no entorno da estação BRT Sagrada Família Municipal	130
Tabela 56 - Caminhamentos internos da estação BRT Sagrada Família Municipal	131
Tabela 57 - Áreas de abrangência de acessibilidade da Estação BRT Sagrada Família Municipal	133
Tabela 58 - Diferenças entre métodos de avaliação de áreas de abrangência de acessibilidade para a BRT Sagrada Família Municipal	133
Tabela 59 - Polos geradores de viagens em cada área de abrangência - Estação BRT Sagrada Família Municipal	134
Tabela 60 - Polos geradores de viagem no entorno da estação BRT Silviano Brandão Municipal	137

Tabela 61 - Caminhamentos internos da estação BRT Silviano Brandão Municipal	138
Tabela 62 - Áreas de abrangência de acessibilidade da Estação BRT Silviano Brandão Municipal.....	140
Tabela 63 - Diferenças entre métodos de avaliação de áreas de abrangência de acessibilidade para a BRT Silviano Brandão Municipal	140
Tabela 64 - Polos geradores de viagens em cada área de abrangência - Estação BRT Silviano Brandão Municipal	141
Tabela 65 - Síntese dos resultados.....	146

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ARMBH – Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte

BHTRANS – Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte

BRT – Bus Rapid Transit

CBTU – Companhia Brasileira de Trens Urbanos

DATAFOLHA – Instituto de Pesquisas do Grupo Folha

DER/MG – Departamento de Edificações e Estradas de Rodagem de Minas Gerais

GEIPOT – Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes

GPS – Sistema de Posicionamento Global

IGC – Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais

ITDP – Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento

METROBEL – Companhia de Transportes Urbanos da Região Metropolitana de Belo Horizonte

METRÔBH – Empresa privada de operação e gestão do metrô

METROMINAS – Trem Metropolitano de Belo Horizonte S.A.

MOVE – Sistema de BRT de Belo Horizonte e Região Metropolitana

NBR – Norma Brasileira

ONU – Organização das Nações Unidas

PAC – Programa de Aceleração do Crescimento

PBH – Prefeitura de Belo Horizonte

PDDI-RMBH – Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte

PED – Ponto de Embarque e Desembarque

PLANBEL – Planejamento da Região Metropolitana de Belo Horizonte

PROBUS – Programa de Organização do Transporte Público

FPIC – Funções Públicas de Interesse Comum

PND – Programa Nacional de Desestatização

QGIS – Quantum GIS

RAMP – Rapid Accessible Mapping Program

RMBH – Região Metropolitana de Belo Horizonte

RFFSA – Rede Ferroviária Federal S.A.

SEINFRA – Secretaria de Estado de Infraestrutura de Minas Gerais

SETOP – Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas

SIG – Sistema de Informações Geográficas (GIS, em inglês)

STSP – Sistema de Transporte Suplementar de Passageiros de Belo Horizonte

SUMOB – Superintendência de Mobilidade do Município de Belo Horizonte

TERGIP – Terminal Rodoviário Governador Israel Pinheiro

TRANSMETRO – Transportes Metropolitanos

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UN – Nações Unidas

VDMG – Veículo de Desestatização de Minas Gerais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	OBJETIVOS DO TRABALHO	12
1.1.1	<i>Objetivos específicos</i>	12
1.2	JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA.....	13
2	REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1	ACESSIBILIDADE E MOBILIDADE.....	20
3	METODOLOGIA	31
3.1	BASE DE DADOS, ETAPAS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	31
4	SISTEMAS DE TRANSPORTE DE BELO HORIZONTE E REGIÃO METROPOLITANA	40
5	APLICAÇÃO DA METODOLOGIA	52
5.1	LOCAL DE APLICAÇÃO DA PESQUISA.....	52
5.2	ESTAÇÃO DE INTEGRAÇÃO SÃO GABRIEL	54
5.2.1	<i>Caraterização</i>	54
5.2.2	<i>Localizações e entorno</i>	57
5.2.3	<i>Análises dos resultados</i>	66
5.2.4	<i>Propostas de melhorias</i>	71
5.3	ESTAÇÃO DE METRÔ LAGOINHA	72
5.3.1	<i>Caraterização</i>	72
5.3.2	<i>Localizações e entorno</i>	73
5.3.3	<i>Análises dos resultados</i>	76
5.3.4	<i>Propostas de melhorias</i>	79
5.4	ESTAÇÕES DE BRT DO CORREDOR CRISTIANO MACHADO DO SISTEMA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE.....	81
5.4.1	<i>Estação de BRT Minas Shopping Municipal</i>	82
5.4.1.1	<i>Análises dos resultados</i>	85
5.4.1.2	<i>Propostas de melhorias</i>	88
5.4.2	<i>Estação de BRT Ouro Minas Municipal</i>	89
5.4.2.1	<i>Análises dos resultados</i>	93
5.4.2.2	<i>Propostas de melhorias</i>	95
5.4.3	<i>Estação de BRT União Municipal</i>	95
5.4.3.1	<i>Análises dos resultados</i>	98
5.4.3.2	<i>Propostas de melhorias</i>	101
5.4.4	<i>Estação de BRT Ipiranga Municipal</i>	102

5.4.4.1	Análises dos resultados.....	105
5.4.4.2	Propostas de melhorias	107
5.4.5	<i>Estação de BRT Cidade Nova Municipal.....</i>	<i>108</i>
5.4.5.1	Análises dos resultados.....	111
5.4.5.2	Propostas de melhorias	114
5.4.6	<i>Estação de BRT Feira dos Produtores Municipal.....</i>	<i>115</i>
5.4.6.1	Análises dos resultados.....	118
5.4.6.2	Propostas de melhorias	121
5.4.7	<i>Estação de BRT São Judas Tadeu Municipal.....</i>	<i>122</i>
5.4.7.1	Análises dos resultados.....	126
5.4.7.2	Propostas de melhorias	128
5.4.8	<i>Estação de BRT Sagrada Família Municipal.....</i>	<i>129</i>
5.4.8.1	Análises dos resultados.....	132
5.4.8.2	Propostas de melhorias	135
5.4.9	<i>Estação de BRT Silviano Brandão Municipal.....</i>	<i>136</i>
5.4.9.1	Análises dos resultados.....	139
5.4.9.2	Propostas de melhorias	142
6	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	143
6.1	SÍNTESE E ANÁLISE CRÍTICA DOS RESULTADOS	143
6.2	LIMITAÇÕES DO ESTUDO	147
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	149
	REFERÊNCIAS	152
	APÊNDICES	168

1 INTRODUÇÃO

As estações de integração dos sistemas de transporte são pontos de conexão e grande fluxo de passageiros. No entanto, a eficácia dessas estações no atendimento às necessidades dos usuários depende da acessibilidade dos pedestres e cadeirantes. Para tal, são necessários diversos pré-requisitos de conforto e segurança, como caminhos diretos, conectividade eficiente, estética agradável, facilidade de movimentação, clareza das informações, medidas de proteção e sensação de segurança. Realizar o mapeamento da qualidade das melhorias voltadas para pedestres nas proximidades de uma estação representa o primeiro passo para a identificação das barreiras e dos desafios enfrentados pelos usuários (BRASIL, 2008), sendo este fundamental para o entendimento da realidade, visando o subsídio às ações mais acertadas na melhoria da qualidade do acesso dos pedestres às estações.

A acessibilidade às estações é um fator importante para a garantia da equidade no acesso ao transporte público, contribuindo para a inclusão social e a melhoria da qualidade de vida dos usuários, é um direito fundamental garantido pela Constituição Brasileira e por tratados internacionais dos quais o Brasil é signatário, como a Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência, da ONU (2006), além de ser um direito humano e um princípio ético e social.

A fim de possibilitar às pessoas com deficiência viver de forma independente e participar plenamente de todos os aspectos da vida, os Estados Partes tomarão as medidas apropriadas para assegurar às pessoas com deficiência o acesso, em igualdade de oportunidades com as demais pessoas, ao meio físico, ao transporte, à informação e comunicação, inclusive aos sistemas e tecnologias da informação e comunicação, bem como a outros serviços e instalações abertos ao público ou de uso público, tanto na zona urbana como na rural. Essas medidas, que incluirão a identificação e a eliminação de obstáculos e barreiras à acessibilidade (ONU, 2006, Artigo 9 do Decreto nº 6.949 de 25 de agosto de 2009).

Para alcançar a acessibilidade¹ à rede de transporte, é necessário adotar medidas que considerem as necessidades, dificuldades e as habilidades de todas as pessoas, incluindo aquelas com deficiência, idosos, gestantes, mulheres e meninas, crianças, menos escolarizados, sem acesso ao uso das tecnologias, entre outros. Para tanto, é necessária uma mudança nas políticas públicas, que passem a considerar as diferentes necessidades das pessoas e a promoção de

¹ Acessibilidade - derivada do latim "accessibilitate", utilizada para quantificar o que pode chegar facilmente ou o que está ao alcance. É um termo muito utilizado na Informática, na Arquitetura, na Medicina e nos Transportes. Apesar de não ser recente, o conceito de acessibilidade é considerado um conceito moderno utilizado para definição de deficiências e restrições às locomoções (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2006).

mudanças na concepção dos espaços e na infraestrutura urbana, bem como na prestação de serviços à população (ONU, 2006).

O relatório “O Acesso de Mulheres e Crianças à Cidade” do Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento - ITDP Brasil (2021) revela que as mulheres e as crianças enfrentam grandes desafios para exercer o direito à cidade e acessar as oportunidades oferecidas no espaço urbano. O estudo, que se baseou em entrevistas, oficinas e análises espaciais realizadas no Recife e na Região Metropolitana, mostra que as cidades têm sido planejadas e construídas a partir de padrões que reforçam as desigualdades de classe, raça e gênero, limitando também a convivência e a diversidade. As mulheres e as crianças sofrem com a falta de infraestrutura, a violência, a ausência do poder público e a baixa qualidade do transporte coletivo. O relatório propõe indicadores que podem contribuir para o planejamento, monitoramento e avaliação de políticas públicas de mobilidade e desenvolvimento urbano a partir da perspectiva de gênero.

Portanto, esta pesquisa propõe uma análise aprofundada da acessibilidade dos pedestres e cadeirantes no deslocamento a partir das estações de integração dos sistemas de transporte de Belo Horizonte, com o objetivo de identificar os principais desafios e propor estratégias para aprimorar a acessibilidade e, conseqüentemente, a eficiência e a eficácia desses importantes pontos de conexão na rede de transporte público.

De acordo com Litman (2020), o transporte coletivo é uma possível solução para muitos dos desafios de mobilidade urbana, como a redução do congestionamento de tráfego, a melhoria da acessibilidade e a promoção da equidade social. A presença de calçadas malconservadas, iluminação insuficiente e ausência de travessias seguras podem desencorajar as pessoas a caminhar e utilizar o transporte público, o que pode contribuir para agravar os problemas de mobilidade nas cidades. Além disso, o transporte coletivo é uma opção de transporte mais econômica do que o transporte individual, tanto para os usuários quanto para a sociedade como um todo (JACOBS, 1961; VASCONCELOS, 2018). No entanto, é importante ressaltar que para que o transporte coletivo seja eficiente, é necessário que haja investimentos em infraestrutura de transporte e circulação alinhadas a ações de planejamento urbano. Cervero e Kockelman (1997) afirmam que o sucesso do transporte coletivo está diretamente relacionado à sua capacidade de integrar diferentes modos de transporte, como o trem, o ônibus e o metrô, além de oferecer um serviço de qualidade, seguro e confiável para os usuários. A avaliação da

sociedade brasileira em relação ao transporte público é bastante variada, mas, em geral, a maioria dos usuários considera que o serviço é de baixa qualidade e pouco confiável (PACHECO e SILVA, 2016). De acordo com pesquisas, os principais problemas enfrentados pelos usuários do transporte público no Brasil são a superlotação, a falta de conforto, a falta de segurança e a irregularidade dos horários (OLIVEIRA, 2018). Segundo a pesquisa de Mobilidade Urbana do Ipea (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada) de 2019, 65% dos entrevistados avaliaram o transporte público de sua cidade como ruim ou péssimo. A mesma pesquisa apontou que a maioria dos usuários do transporte público no Brasil (54%) está insatisfeita com a qualidade do serviço prestado (IPEA, 2019). Outra pesquisa publicada pelo Datafolha em 2020 (DATAFOLHA, 2020), com dados levantados fora do período de pandemia da COVID-19, mostrou que a insatisfação dos usuários do transporte público em São Paulo atingiu o maior índice desde 2013, com 71% dos entrevistados avaliando o serviço como ruim ou péssimo. De acordo com a pesquisa "Desafios da Mobilidade Urbana no Brasil", realizada pelo Instituto de Engenharia em parceria com o Sindicato das Empresas de Transporte de Passageiros de São Paulo, os principais desafios do transporte coletivo atualmente são a infraestrutura inadequada, a falta de integração entre os modos, a falta de recursos financeiros, a baixa qualidade do serviço prestado e a falta de planejamento urbano (INSTITUTO DE ENGENHARIA, 2018).

Todas essas dificuldades são potencializadas pelo aumento populacional em áreas urbanas, que passou de 30% da população em 1950, para 55% em 2018, existindo uma estimativa de 68% em 2050. O crescimento da urbanização ocasiona em dificuldades para o transporte coletivo, como o aumento do trânsito, a falta de espaço para a construção de novas infraestruturas, a necessidade de integração entre os diferentes modos de transporte e a dificuldade da acessibilidade às estações. Além disso, a urbanização pode levar a uma maior dispersão geográfica das populações, tornando mais difícil a oferta de um serviço de transporte eficiente, aumentando as desigualdades sociais e a necessidade de investimentos em infraestrutura (UN, 2018). Segundo artigo publicado na Revista de Administração Pública, o crescimento da urbanização pode acarretar um aumento da demanda por transporte público, o que exige um planejamento criterioso para garantir a oferta de um serviço de melhor qualidade (SANTOS, 2006). Por outro lado, nesse mesmo artigo é destacado que a urbanização também pode levar a

uma maior dispersão geográfica das populações, o que torna mais difícil a oferta de um serviço de transporte eficiente.

O planejamento dos transportes tem como foco a previsão de demanda e a infraestrutura necessária à operação, associados economicamente à redução de custos operacionais e tempo de viagem, o que, segundo Mello e Portugal (2017), mascara, apenas temporariamente, os problemas de acessibilidade e mobilidade, já que ignora a direta interdependência entre uso e ocupação do solo e o transporte. O planejamento urbano integrado é apontado mais recentemente como a maneira mais adequada para tratar, em conjunto, os problemas de transportes e de uso e ocupação do solo, problemas estes que afetam diretamente na mobilidade e acessibilidade da população (BERTOLINI *et al.*, 2005).

Por muitas vezes, o planejamento dos transportes se concentra em aspectos técnicos, deixando à margem questões sociais importantes, prejudicando a garantia da mobilidade urbana e o acesso às oportunidades disponíveis no espaço. De acordo com a pesquisa realizada por Ribeiro e Oliveira (2015), as desigualdades sociais e as diferenças no acesso ao transporte público ainda são um desafio para a maioria das cidades brasileiras. Um aspecto social importante que é frequentemente ignorado no planejamento de transporte é o acesso à cidade e aos bens e oportunidades oferecidos por ela. Segundo a pesquisa realizada por Silva (2018), o acesso à cidade é fundamental para garantir o exercício de atividades como trabalho, lazer e educação, mas muitas vezes o transporte público não é capaz de atender a essas demandas, especialmente em áreas periféricas das cidades.

Ainda, a participação da sociedade civil nas decisões de planejamento também é geralmente ignorada no planejamento dos transportes. De acordo com Allen (2016), a participação da sociedade civil no processo de planejamento é fundamental para garantir que as necessidades e desejos da população sejam levados em conta, uma vez que a comunidade local pode possuir melhores percepções dos serviços e das demandas. Além disso, a falta de investimento em transporte público também pode afetar negativamente a economia da cidade, já que dificulta o acesso das pessoas aos empregos e às oportunidades de negócios (LESSA, 2019; MARSHALL e BANISTER, 2015; OLUYEDE, 2022; SHI, 2021).

Portanto, é importante que o planejamento de transporte considere não apenas a infraestrutura necessária para garantir a operação do sistema, como também as questões sociais e econômicas que impactam diretamente a mobilidade urbana. Isso pode incluir políticas que garantam a acessibilidade em todos os seus aspectos e definições: desde acessibilidade universal ao valor da tarifa, passando por investimentos em transporte público em áreas periféricas, criação de incentivos para o uso do transporte público, tarifas mais acessíveis e criação de faixas exclusivas de ônibus, podendo estes incentivarem o uso do transporte público coletivo, contribuindo para melhoria de desempenho dos sistemas e permitindo a implantação de estações em locais de acessibilidade adequada (COHEN e VIEGAS, 2012). Ainda no aspecto do planejamento, as redes de transporte por ônibus por vezes não consideram, durante as suas fases de projeto e definição, os caminhamentos da origem do usuário até o ponto de embarque ou estação. De acordo com Pereira e Teixeira (2015), isso ocorre porque os pontos de embarque e desembarque (PED) são distribuídos de acordo com o itinerário da linha, assim como as estações são definidas em função da disposição dos corredores ou dos terrenos disponíveis para sua implantação, sem levar em conta as caminhadas que os usuários precisam fazer para chegar até esses pontos.

A acessibilidade universal é um conceito fundamental no campo da inclusão social e se refere à criação de ambientes, produtos, serviços e tecnologias que possam ser utilizados de forma equitativa por todas as pessoas, independentemente de suas capacidades físicas, sensoriais, cognitivas ou outras características pessoais. Ela visa eliminar barreiras que impedem ou dificultam a participação plena e efetiva de todos na sociedade, promovendo a igualdade de oportunidades e o respeito à diversidade. De acordo com Souza (2014), a acessibilidade universal é um princípio que deve ser aplicado em todos os aspectos da vida cotidiana, desde a arquitetura de edifícios e espaços públicos até o design de produtos e interfaces digitais. Ela também está intrinsecamente ligada aos direitos humanos, conforme destacado por Santos (2016), uma vez que busca garantir que todas as pessoas possam desfrutar plenamente de seus direitos e liberdades, sem discriminação. Portanto, esta é uma abordagem holística que busca promover a inclusão e a igualdade, tornando a sociedade mais justa e acessível para todos.

As distâncias entre as estruturas de embarque e desembarque variam em função da inclinação do trecho percorrido pelo veículo, porém não são consideradas as barreiras físicas do trecho

percorrido a pé, como apontado por Azevedo (2015), a inclusão de obstáculos físicos, como escadarias e cursos d'água, no percurso a pé até o ponto de ônibus, pode desestimular o uso do transporte público e prejudicar a mobilidade urbana. Da mesma forma aspectos como iluminação e segurança devem ser considerados, pois potencializam a geração de problemas de acessibilidade e podem dificultar o acesso aos meios de transporte coletivo, o que pode levar à exclusão social e econômica (KNEIB, 2019). Essa falta de atenção ao deslocamento a pé pode afetar a acessibilidade dos usuários aos serviços e oportunidades da cidade, além de reduzir a eficácia do transporte público como um todo. De acordo com Corrêa e Santos (2021), o caminhar pode ser um fator limitante para a utilização do transporte público por pessoas com mobilidade reduzida, idosas e com deficiência, que podem enfrentar dificuldades para percorrer distâncias maiores até os pontos de embarque.

Portanto, é necessário que o planejamento do transporte coletivo leve em consideração não apenas a rota dos ônibus e a posição das estações, mas também as condições de caminhar dos usuários. Isso pode contribuir para uma maior inclusão social e para a promoção da mobilidade urbana sustentável. Dito isto, o questionamento deste trabalho se faz com base nos locais de implantação das estações e os acessos às estruturas. Estes são adequados e atendem a todo o público? Nesse sentido, utilizando dados públicos e ferramentas de análise espacial, esta dissertação tem por objetivo analisar a acessibilidade do deslocamento a pé do passageiro até as estações de integração dos sistemas de transporte da cidade de Belo Horizonte/MG, verificando aspectos geográficos, possibilitando responder qual o alcance a pé das estações e como potencializar este alcance para que as pessoas tenham mais oportunidades ao utilizar o transporte coletivo.

1.1 Objetivos do trabalho

O objetivo geral deste trabalho é analisar a acessibilidade dos pedestres à algumas das estações de integração dos sistemas de transporte público de passageiros por ônibus, BRT e metrô de Belo Horizonte, Minas Gerais.

1.1.1 Objetivos específicos

- Analisar alcance a pé ou de cadeiras de rodas a partir das estações;

- Analisar alcance de equipamentos públicos e privados de interesse e relevância com acesso a pé a partir das estações (atratividade em razão da distância de caminhada);
- Apontar as deficiências de acessibilidade de pedestres e cadeirantes às estações;
- Apontar os potenciais de implantação de novos acessos de pedestres (portarias).

1.2 Justificativa e Relevância

As estações possuem a função de integração física e tarifária entre diferentes tipos de sistemas de transporte público, a fim de viabilizar a troca entre sistemas de maneira ágil e organizada. A expectativa é de que o usuário do transporte público possa ganhar eficiência, tempo e qualidade em um ou mais trechos do deslocamento, justificando o transbordo e seccionamento da viagem. Segundo Santos *et al.* (2016) os projetos de transporte de média e alta capacidade, mesmo quando planejados, focam prioritariamente com as obras e a operação, sem se preocupar com os acessos às estações.

O planejamento e a utilização de um sistema de transporte público possuem relação direta com sua atratividade perante a população (VASCONCELOS, 2001). Estações de integração de ônibus e estações de metrô possuem como demanda de passageiros provenientes de linhas de ônibus alimentadoras ou integradas, porém, em muitos casos, estes ônibus enfrentam dificuldades de acesso às estações, com perda significativa de tempo de deslocamento, além da existência de falta de integração temporal dessas linhas com as outras linhas troncais, sejam elas BRT² ou metrô (GEHL, 2013). Essas deficiências fazem com que parcela significativa dos acessos à estação sejam realizados a pé pela população do entorno, de maneira a evitar perdas de tempo no trecho de operação das linhas alimentadoras ou integradas (GEHL, 2013). O estudo de caso de Turner, Kooshian e Winkelman (2012) examina o desenvolvimento e a expansão do sistema Bus Rapid Transit (BRT) na Colômbia, com foco especial no TransMilenio de Bogotá. O relatório, destaca como o TransMilenio transformou o transporte público em Bogotá,

² BRT - *Bus Rapid Transit*, é um sistema de transporte público de alta capacidade que utiliza ônibus especialmente projetados para oferecer serviços rápidos, eficientes e de alta qualidade em vias exclusivas ou faixas segregadas, com estações de embarque e desembarque bem planejadas e integradas ao sistema. O objetivo do BRT é proporcionar uma alternativa viável ao transporte individual, reduzir congestionamentos de trânsito e melhorar a mobilidade urbana. O conceito de BRT foi desenvolvido no Brasil, em Curitiba, nos anos 70, e desde então tem sido implementado em várias cidades ao redor do mundo (ITDP, 2015).

enfrentando desafios significativos devido à falta de integração temporal e congestionamento, apesar de seus sucessos iniciais em termos de eficiência e melhoria da mobilidade urbana.

Segundo Souza *et al.* (2019), a não consideração das barreiras físicas no planejamento do transporte pode prejudicar a acessibilidade dos usuários, limitando seu acesso a bens e serviços. Nesse sentido, tornam-se fundamentais as análises da acessibilidade aos equipamentos de transporte, em especial às estações de ônibus e metrô, considerando os obstáculos físicos do caminhar transversal (MARSICO *et al.*, 2016), uma vez que o passageiro pode ser desencorajado a percorrer um pequeno trecho a pé nas proximidades das estações devido às dificuldades que possam estar impostas ao seu caminhar, tais como: declividades acentuadas, travessias mal posicionadas ou inexistentes, falta de entrada de pedestres e falta de calçadas.

Sendo assim, a localização geográfica das estações e o projeto da edificação devem considerar características importantes para que possua acessos facilitados aos mais diversos tipos de deslocamentos, inclusive o acesso a pé e por cadeira de rodas. Nesse sentido, os projetos devem verificar todos os caminhamentos externos, internos e, principalmente, os pontos de entrada e saída de pedestres às estações, a fim de proporcionar o caminho mais rápido, seguro e confortável disponível. Bart (2003) define que o acesso ao transporte é tanto o deslocamento até a estação, como da estação até o destino final, conceituando como viagem os múltiplos deslocamentos de uma origem a um destino. Os custos de implantação e manutenção de acessos seguros representam apenas uma fração dos projetos de sistemas de transporte, porém influenciam diretamente na capacidade e qualidade do transporte (TOLLEY e TURTON, 1995; JAISWAL, SHARMA e BISARIA, 2012).

Determinar o impacto financeiro médio percentual dos custos das pesquisas e consultas públicas em um projeto de transporte de média e/ou alta capacidade é um desafio, pois depende de uma série de fatores, incluindo a natureza do projeto, a localização geográfica, a complexidade técnica, entre outros. No entanto, um estudo realizado sobre obras públicas no Brasil indicou que o maior índice de risco corresponde à categoria de projetos, com 53% da frequência dos aditivos e 56% do impacto financeiro (BRANDSTETTER e RIBEIRO, 2020). Isso sugere que os custos associados à fase de planejamento do projeto, que inclui pesquisas prévias e consultas públicas, podem ter um impacto financeiro significativo. No entanto, é importante notar que

esses custos são geralmente necessários para garantir que o projeto seja bem-sucedido e atenda às necessidades da comunidade.

A acessibilidade é um tema crucial em projetos urbanos e de infraestrutura, e a declividade das vias desempenha um papel significativo nesse contexto. A inclinação das vias pode impactar diretamente a mobilidade e a segurança das pessoas, especialmente aquelas com mobilidade reduzida. Segundo as diretrizes da ABNT NBR 9050 (2015), que estabelecem critérios e parâmetros técnicos para a acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, a declividade máxima permitida em rampas de acesso deve ser de 8,33%, garantindo que cadeiras de rodas e pessoas com dificuldades de locomoção possam transitar com segurança. Segundo estudo intitulado Mapa de Declividades de Belo Horizonte, elaborado Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (IGC/ UFMG), em parceria com o Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento - ITDP Brasil e a Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte - BHTRANS, a declividade média das vias públicas de Belo Horizonte é 8,28% (BELO HORIZONTE, 2018), o que pode dificultar a locomoção das pessoas. Além disso, a declividade excessiva das vias pode ser um obstáculo significativo para a inclusão, limitando a autonomia e a independência das pessoas com deficiência ou idosos. Portanto, ao planejar e projetar vias públicas e estações de transporte, é essencial considerar a declividade de forma criteriosa, garantindo que elas sejam acessíveis e inclusivas para todos os cidadãos, independentemente de suas limitações físicas.

Este trabalho, ao propor uma análise a acessibilidade às estações de integração do transporte público, considerando que a compreensão das barreiras físicas do caminamento, tem o potencial de contribuir para um melhor planejamento das redes tanto para a comunidade acadêmica e técnica, como para a sociedade que utilizará de serviços públicos de melhor qualidade, proporcionando melhor qualidade de vida e maior acesso às oportunidades. É fundamental que a perspectiva social seja considerada no planejamento do transporte coletivo, de forma a garantir a acessibilidade e a mobilidade para todos os cidadãos, independentemente de suas condições socioeconômicas e físicas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A acessibilidade e o transporte público são elementos fundamentais na estruturação de cidades inclusivas e sustentáveis. A integração entre a mobilidade ativa (deslocamento a pé e de bicicleta) e o transporte coletivo, através de estações de integração, desempenha um papel crucial nesse contexto. Estas estações funcionam como pontos de conexão entre diferentes modos de transporte, promovendo uma rede de mobilidade mais eficiente e acessível. O transporte coletivo é essencial para democratizar a mobilidade nas cidades, servindo como um meio imprescindível para reduzir congestionamentos, poluição e o uso de energia automotiva, além de minimizar a necessidade de construção de vias e estacionamentos (ARAÚJO *et al.*, 2011). Entretanto, problemas de acessibilidade e mobilidade, especialmente em áreas periféricas, frequentemente surgem devido à inadequação dos serviços oferecidos, o que estimula o uso do transporte individual, exacerbando questões de poluição e congestionamento (ARAÚJO *et al.*, 2011).

Por outro lado, iniciativas como o projeto "Área 40" em São Paulo, que limita a velocidade máxima a 40km/h para garantir a segurança de usuários vulneráveis como pedestres e ciclistas, mostram o potencial da mobilidade ativa para melhorar a qualidade ambiental e urbana (CET, 2016; ITDP, 2016, 2018). A integração da mobilidade ativa com o transporte público, através de projetos de "Ruas Completas", que distribuem o espaço viário de maneira equitativa, pode melhorar significativamente a qualidade do ar e reduzir as emissões de gases de efeito estufa (ITDP, 2018; WRI, 2018). Contudo, a baixa qualidade e conforto dos sistemas de transporte público, associados a tarifas elevadas, frequentemente afastam os usuários, especialmente os de maior renda e os mais vulneráveis economicamente.

O transporte coletivo urbano desempenha um papel fundamental na mobilidade das cidades brasileiras, proporcionando uma opção de deslocamento para um grande número de pessoas diariamente. É o meio de deslocamento entre dois pontos (origem e destino), através de um sistema viário, de um meio de locomoção e de uma infraestrutura auxiliar, com o objetivo final e específico de atendimento a uma demanda de locomoção da população. O desenvolvimento do transporte é consequência da necessidade de deslocamento de pessoas ou mercadorias para alcançar o destino necessário (SHAW, 2008). No Brasil, o transporte coletivo urbano é geralmente operado por empresas públicas ou privadas, e as opções mais comuns incluem

ônibus, metrô e trens urbanos. Na Região Metropolitana de Belo Horizonte, segundo dados da pesquisa Origem e Destino de 2012 (MINAS GERAIS, 2012), o Trem Metropolitano e os sistemas de ônibus eram responsáveis por 93% dos deslocamentos diários em transporte coletivo.

Sistemas de transporte precisam possuir bons níveis de qualidade e operação, bem como devem proporcionar ao cidadão a melhor condição de deslocamento, seja durante a viagem no ônibus e metrô ou no trecho de caminhada complementar. Para tal, os estudos sobre redes de transporte devem considerar todo o trecho de deslocamento do usuário e não apenas o trecho percorrido pelo veículo do transporte público coletivo. Para Calvet (1970), previamente às definições das estruturas e componentes de um sistema de transporte públicos, são necessários estudos da estrutura urbana, sobre os quais serão desenvolvidos os projetos de transporte, de maneira a determinar não somente a demanda pelo transporte, como também a maneira mais adequada e eficiente de satisfazer.

O transporte coletivo por ônibus é um dos principais modos utilizados em grandes cidades ao redor do mundo. Hensher, Button e Taylor (2011) destacam que a definição da rede de transporte coletivo por ônibus é um processo complexo, que envolve a análise de diversas variáveis, como a demanda por transporte, as características da cidade e das vias, os custos operacionais, entre outras. Segundo os autores, é comum que as redes sejam construídas de forma gradual, com base em experiências prévias e ajustes periódicos, buscando atender às necessidades dos usuários e das empresas operadoras. Ainda na fase de planejamento da rede de transportes, Vuchic (2005) destaca a importância da integração dos diversos modos de transporte em sistemas de mobilidade urbana. Para o autor, a integração é fundamental para garantir a eficiência do sistema e deve ser planejada de forma integrada, considerando a oferta de serviços, a demanda por transporte e a infraestrutura existente.

A pesquisa para definição dos serviços de transporte coletivo por ônibus é fundamental para garantir a qualidade e a eficiência do sistema. Diversos estudos utilizam métodos de pesquisa de campo para avaliar as necessidades e demandas dos usuários e definir os serviços mais adequados para cada região (FERREIRA, 2019). Além disso, a análise de dados de bilhetagem e o uso de tecnologias de monitoramento e controle de frota podem ser utilizados para otimizar a operação do sistema e melhorar a experiência do usuário (SILVA, 2018). Martins e Kawamura

(2006) desenvolveram um modelo matemático para a análise de desempenho de sistemas de transporte coletivo urbano por ônibus. O estudo se baseia em dados reais de demanda e oferta de transporte, levando em consideração variáveis como tempo de espera, tempo de viagem, confiabilidade, qualidade do serviço e custos operacionais. Os autores concluem que o modelo pode ser útil para a avaliação e planejamento de sistemas de transporte coletivo.

No Brasil, as redes de transporte coletivo são definidas pelos órgãos gestores de transporte público, que geralmente são as prefeituras, secretarias de estado ou empresas públicas responsáveis pelo transporte na cidade ou região metropolitana. Essas redes são definidas com base em critérios como demanda de passageiros, localização de pontos geradores de tráfego, estrutura viária e capacidade de operação dos veículos (GOMES, 2017). O Ministério das Cidades publicou, em 2011, o Caderno de Referência de Transporte Coletivo Urbano, que apresenta diretrizes para o planejamento e implantação de sistemas de transporte coletivo em cidades brasileiras (BRASIL, 2011). O documento destaca a importância da participação da sociedade no processo de planejamento e da integração entre os diversos modos de transporte. A Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte - BHTRANS, responsável pelo transporte público em Belo Horizonte, publicou, em 2014, o Manual de Projetos de Infraestrutura para o Transporte Coletivo por Ônibus de Belo Horizonte, que apresenta as diretrizes para a implantação de infraestrutura para o transporte coletivo na cidade. Além disso, a empresa disponibiliza um Glossário de Termos Técnicos, que contém os principais termos utilizados no planejamento e operação do transporte coletivo por ônibus (BELO HORIZONTE, 2014).

Existem diversos tipos e sistemas de serviços de transporte coletivo, desde linhas de ônibus convencionais, que operam em áreas urbanas, até linhas expressas, que ligam diferentes regiões ou mesmo cidades. Além disso, há também serviços de transporte escolar, transporte especial para pessoas com mobilidade reduzida e sistemas de transporte de média e alta capacidades como BRT (*Bus Rapid Transit*), trem metropolitano e metrô, que utilizam faixas e/ou pistas exclusivas e estações de integração com plataformas elevadas para agilizar a operação com embarques e desembarque de passageiros realizados em mesmo nível (GONÇALVES, 2021). As estações possuem como função fundamental a integração entre os sistemas de transporte,

proporcionando aos passageiros durante o transbordo opções de: tipo de sistema (ônibus ou trem), tipo de serviço (parador, direto, semiexpresso) e local de destino.

O transporte público coletivo da Região Metropolitana de Belo Horizonte - RMBH é realizado em sua grande maioria por sistemas de ônibus, sendo um metropolitano gerido pelo estado de Minas Gerais e outros sistemas municipais geridos pelos executivos locais, além de um sistema metroviário de curto alcance atualmente concedido à iniciativa privada. Ressalta-se que parte dos municípios da RMBH (Baldim, Jaboticatubas, Taquaraçu de Minas, Nova União, São José da Lapa, Capim Branco, Esmeraldas, Florestal, São Joaquim de Bicas, Brumadinho, Sarzedo, Itaguara, Rio Manso Raposos) não possuem sistemas próprios de transporte público de passageiros, sendo atendidos pelo sistema Metropolitano na maioria das vezes com linhas de ligação bairro ao centro de Belo Horizonte, sem integração tarifária ou troncalização (MINAS GERAIS, 2022b).

A relação entre transporte coletivo e mobilidade ativa é fundamental para o desenvolvimento de cidades sustentáveis e acessíveis. Transporte coletivo eficiente complementa a mobilidade ativa, principalmente o modo a pé, criando um sistema integrado que amplia o acesso e a mobilidade urbana. Projetos como a Área 40 em São Miguel Paulista e Santana em São Paulo ilustram essa sinergia. Nessas áreas, intervenções urbanas visaram melhorar a infraestrutura para pedestres e integrá-las com o transporte público coletivo, aumentando a segurança e o conforto dos usuários (GUIDO *et al.*, 2017). Outro bom exemplo são as Zonas 30 de Belo Horizonte, onde a velocidade máxima é limitada a 30 km/h para garantir a segurança de ciclistas e pedestres e promover a harmonia entre os diferentes modos de transporte (PARANAÍBA, 2019). Estas zonas, além de reduzir a velocidade, envolvem um redesenho urbano que prioriza os pedestres e ciclistas, com medidas como o alargamento de calçadas e a instalação de travessias elevadas, contribuindo para um ambiente mais seguro e agradável para a mobilidade ativa. Essa abordagem multifacetada permite uma transição mais suave entre diferentes modos de transporte, incentivando uma menor dependência de veículos particulares e promovendo a sustentabilidade e a saúde pública.

2.1 Acessibilidade e mobilidade

A acessibilidade é um conceito multidimensional que envolve diversos aspectos relacionados à mobilidade e ao acesso das pessoas aos serviços e equipamentos públicos, sendo tema fundamental para a promoção da inclusão social e para garantir o acesso de todas as pessoas a serviços essenciais (LITMAN, 2003). A literatura apresenta diversas abordagens teóricas e práticas em relação ao tema, bem como métodos e indicadores para a análise da acessibilidade, sendo fundamental que as políticas públicas e as iniciativas privadas considerem a acessibilidade como um aspecto central na definição e na implementação de sistemas de transporte eficientes e inclusivos.

Segundo Mitra e Saphores (2016) os sistemas de transporte influenciam diretamente nos custos de produção, nas interações comerciais e na organização social, sendo sua distribuição espacial essencial ao desenvolvimento econômico das cidades. A organização estratégica e a definição de políticas de transporte possibilitam a criação de um ambiente harmonioso de crescimento interdependente envolvendo uso do solo, tipos de atividades, meios de transporte, acessibilidade e mobilidade (RODRIGUE *et al.*, 2006).

Na literatura, os termos e conceitos de acessibilidade e mobilidade não são consensuais e não possuem ampla aceitação entre os autores. Tais termos têm sido utilizados nas mais diferentes áreas do conhecimento científico e, em não raras ocasiões, empregados equivocadamente como sinônimos (KOENIG, 1980). Acessibilidade é comumente utilizada nas áreas de planejamento urbano e transportes (KAROU e HULL, 2014); uso do solo (LEVINSON, 1998); análises socioespaciais (VAN WEE e GEURS, 2011); e como indicador de acesso de pedestres às estruturas dedicadas ao transporte coletivo (EWING e HANDY, 2009; VALE *et al.*, 2016). Assim como há no conceito de mobilidade conflitos entre deslocamento, movimentação, transformação e mudança, sendo utilizada nas mesmas áreas de conhecimento anteriores como mobilidade urbana em planejamento urbano e transportes (MEURS e HAAIJER, 2001); uso do solo (CHEN *et al.*, 2017); e como indicador de acesso de pedestres às estruturas dedicadas ao transporte coletivo (MIRANDA e SILVA, 2012).

De forma mais abrangente, a acessibilidade apresenta medidas e graduações referentes ao potencial ou capacidade de alcance das pessoas a bens e serviços, podendo ser agrupada em três

níveis: a microacessibilidade (fluxo não motorizado que compreende o percurso final ou inicial de um deslocamento complementar ao transporte coletivo ou particular, realizado para acessar os espaços urbanos que se encontram nos ambientes públicos das cidades); a mesoacessibilidade (focada no nível dos bairros onde são expressas a densidade e qualidade das redes de ruas utilizadas pelos pedestres e veículos do transporte coletivo, se manifesta pelo desenho urbano e pela facilidade de acesso ao transporte regional); e a macroacessibilidade (relacionada diretamente com o planejamento urbano e de transporte, possui a abrangência espacial do sistema viário e dos sistemas de transporte em função das possibilidades de acesso a cidade como um todo (JONES E LUCAS, 2012; MELLO E PORTUGAL, 2017)). Dessa forma, esta dissertação utilizará em suas análises os conceitos de microacessibilidade para apreciação das condições do entorno das estações de média e alta capacidade do transporte coletivo por trilhos e pneus na cidade de Belo Horizonte.

A acessibilidade aos sistemas de transportes é um tema cada vez mais importante em todo o mundo. O transporte coletivo é fundamental para o acesso a serviços básicos, educação, trabalho, saúde e lazer, entre outros aspectos que garantem uma vida digna. No entanto, nem todas as pessoas têm igual acesso ao transporte coletivo, seja por limitações físicas, cognitivas ou econômicas (LUCAS E MATTIOLI, 2020). Dessa forma, a garantia da acessibilidade ao transporte é um direito humano fundamental, reconhecido em diversas legislações e tratados internacionais (ONU, 2006). A acessibilidade ao transporte pode ser definida como a facilidade de acesso e utilização dos serviços de transporte por todas as pessoas, independentemente de suas características individuais (MCCARTHY *et al.*, 2017). Essa definição abrange diversos aspectos, como a infraestrutura de transporte, a oferta de serviços acessíveis, a informação e comunicação adequadas, a segurança e conforto no transporte, entre outros.

De modo mais abrangente, a acessibilidade pode ser entendida como a facilidade de deslocamento entre pontos. Quanto mais rápido e mais barato for esse deslocamento entre dois pontos, maior será a acessibilidade e maiores serão os movimentos de interação entre esses pontos. Desta forma, a acessibilidade está relacionada com a distância que a pessoa necessita caminhar da sua origem até a infraestrutura de transporte e do local de desembarque até seu destino final (CARDOSO, 2008; MELO, 1975; FERRAZ & TORRES, 2004; HENRIQUE, 2004). Pesquisas indicam que quanto maior a distância percorrida a pé, menor é a acessibilidade

e, assim, menor é a qualidade do serviço ofertado. A utilização do transporte diminui em razão de maiores trechos de caminhada (ZHAO et. al., 2002; CHALLURI, 2006), sendo necessárias adequações para que o transporte público atraia maiores demandas ao sistema.

Malatesta (2007) e Allan (2001) classificam como uma caminhada de pequena distância aquelas com um percurso de até dois quilômetros, correspondendo a um tempo de trajeto de vinte a trinta minutos aproximadamente, entretanto para Ferraz e Torres (2004), a avaliação dos usuários sobre qualidade do transporte público, relacionada à acessibilidade, pode ser mensurada de acordo com a distância de caminhada até o ponto de embarque, ou do local de desembarque até o destino final, adicionando a esta avaliação as condições de conforto e comodidade durante os percursos a pé. Os autores propõem os seguintes parâmetros de avaliação, conforme consta na Tabela 1.

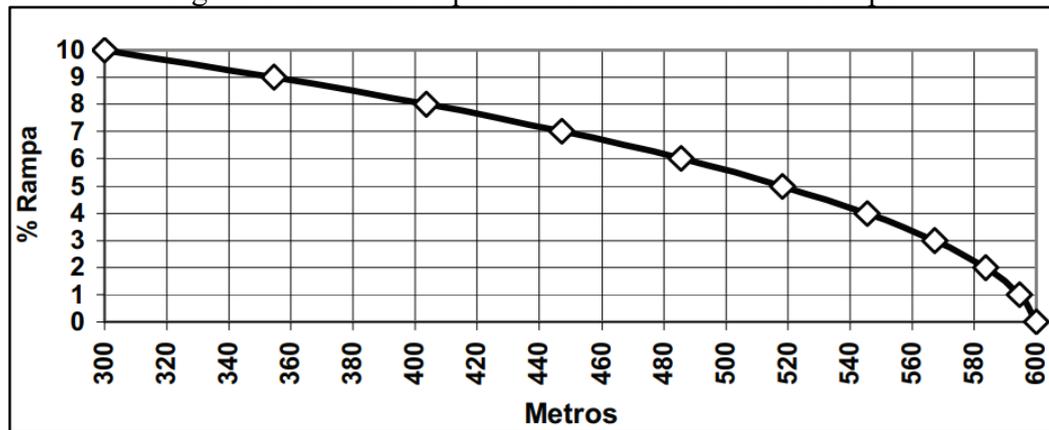
Tabela 1 - Caracterização da acessibilidade

Parâmetros de avaliação	Bom	Regular	Ruim
Distância de caminhada no início e no fim da viagem (m)	< 300 m	300 a 500 m	>500 m
Declividade não exagerada dos percursos em grandes distâncias, passeios revestidos e em bom estado, segurança na travessia das ruas, iluminação noturna etc.	Satisfatório	Deixa a desejar	Insatisfatório

Fonte: Ferraz e Torres (2004).

Já as distâncias máximas de caminhada previstas nos contratos de concessão do transporte público por ônibus de passageiros de Belo Horizonte variam em função das declividades das vias e estão apresentadas na Figura 1 (Belo Horizonte, 2008). Nesse sentido, o ábaco da Figura 1 apresenta essas distâncias equivalentes, ponderadas pela inclinação das vias. Sendo este, portanto, um artifício para limitar os percursos realizados em declividades maiores. Em resumo, esse gráfico define distâncias máximas de caminhada em que quanto maior a inclinação do sistema viário percorrido (% rampa), menor o alcance a partir do deslocamento a pé.

Figura 1 - Distância equivalente de caminhada em rampa



Fonte: Belo Horizonte (2008).

O ato de caminhar até um ponto de ônibus ou estação de integração pode ser um desafio para mulheres, crianças e idosos devido a uma série de obstáculos e condições inadequadas. A falta de iluminação pública é um problema significativo, pois pode levar a uma sensação de insegurança e aumentar o risco de acidentes à noite. Além disso, os pontos de ônibus localizados em áreas isoladas podem representar um risco para os passageiros, especialmente durante as horas de pouca luz. Do mesmo modo, a localização das estações de ônibus em locais inseguros também são uma preocupação, pois podem desencorajar o uso do transporte público e limitar a mobilidade dos cidadãos (VASCONCELOS, 2017). Além disso, as calçadas irregulares ou com buracos podem dificultar a caminhada, especialmente para pessoas com mobilidade reduzida e idosos, além de que a presença de degraus nas calçadas pode representar um obstáculo adicional, especialmente para pessoas com carrinhos de bebê, cadeiras de rodas ou dificuldades de mobilidade.

A falta de travessias seguras é outro problema que pode colocar os pedestres em risco (UN-HABITAT, 2013). Muitas vezes, as travessias não são claramente demarcadas ou não são respeitadas pelos motoristas, tornando a travessia das ruas um desafio. A falta de respeito em relação às travessias tem se agravado nos últimos anos com o aumento do número de motocicletas em desrespeito às faixas de rolamento e sinalizações de trânsito. Além disso, os semáforos de pedestres muitas vezes não fornecem tempo suficiente para a travessia segura, especialmente para idosos ou pessoas com mobilidade reduzida (HAUER, 1997). Ainda, para melhor avaliação da acessibilidade, existe a necessidade de relativizar as distâncias de caminhada em razão da declividade do trecho percorrido, chegando a uma distância de

caminhada equivalente em rampa. Para um terreno inclinado, a distância percorrida pelo pedestre é maior do que em um terreno plano, mesmo que a distância horizontal seja a mesma. Segundo dados abertos disponibilizados pela BHTRANS (BELO HORIZONTE, 2023a) no ano de 2022 foram registrados 392 atropelamentos com e sem vítimas fatais na cidade, com destaque para os corredores do BRT onde ocorrem mais atropelamentos por quilômetro na Avenida Cristiano Machado, que possui maioria das travessias de pedestres através de passarelas, em comparação com os corredores das Avenidas Presidente Antônio Carlos e Dom Pedro I, conforme dados sintetizados na Tabela 2. Importante destacar que foram contabilizados apenas os trechos com presença de corredor de BRT.

Tabela 2 - Síntese de dados de atropelamentos em Belo Horizonte em 2022

Local	Extensão da via (km)	Quantidade de atropelamentos	Relação atropelamentos por quilômetro
Avenida Cristiano Machado	5,60	38	6,79
Avenida Presidente Antônio Carlos	8,35	21	2,51
Avenida Dom Pedro I	3,20	10	3,13

Fonte: Elaborado pelo autor com dados de Belo Horizonte, 2023a

Os estudos e definições que abordam a temática da acessibilidade à rede de transportes é vasta e considera diversos aspectos teóricos e práticos. Entre os autores, destacam-se Cervero (2004), que discute a importância da acessibilidade ao transporte público para a redução da exclusão social e a promoção da equidade; Geurs e van Wee (2004), que apresentam uma revisão bibliográfica sobre os métodos de análise da acessibilidade; e Dablanc e Rossignol (2013), que analisam a acessibilidade à rede de transporte de carga e sua relação com o desenvolvimento econômico. Além disso, a literatura também apresenta estudos de caso e melhores práticas em relação à acessibilidade à rede de transportes. Por exemplo, Cairns e Sloman (2017) discutem a importância da integração do transporte público e ativo para a promoção da acessibilidade e da sustentabilidade urbana; enquanto Gómez-Lobo e Moccero (2015) apresentam uma análise dos desafios e oportunidades para a implementação de políticas de acessibilidade em Santiago, no Chile.

De acordo com Lessa (2019), Geografia dos Transportes são os estudos dos aspectos espaciais do transporte, analisando todos os aspectos morfológicos da área em questão, bem como interação com as necessidades de deslocamento dos bens e pessoas. Em Rodrigue *et al.* (2019)

é destacado que a localização é um conceito central na geografia dos transportes, pois afeta a dinâmica espacial e a distribuição de atividades econômicas e sociais em uma área geográfica. Além disso, a acessibilidade também é afetada por fatores geográficos, como a topografia, a densidade populacional e a localização de infraestruturas de transporte, que podem limitar ou facilitar o movimento de pessoas e bens.

Como ferramenta importante para tratamento de informações geográficas, está presente a tecnologia SIG (Sistema de Informações Geográficas) e o seu acelerado avanço nas últimas décadas vem permitindo aos pesquisadores a criação e manutenção de grandes bancos de dados, muitas vezes compartilhados de maneira gratuita, além da oportunidade e do potencial de realização de análises cada vez mais detalhadas e aprofundadas destes bancos de dados para os mais diversos objetivos, com destaque para o desenvolvimento de estudos para o transporte público. Pesquisas de Miller e Shaw (2001), Gutiérrez et al. (2010), Thill (2000), Shaw e Yu (2009) apresentam aplicações de novos métodos para solução de problemas antigos e contemporâneos de maneira muito mais ágil e de demonstração com interface mais visual e de fácil leitura, contribuindo com a forma de representação dos problemas, desafios e soluções. A relação espacial, a análise e a formulação de redes de transportes contribuíram para desenvolvimento de trabalhos baseados em plataformas de modelagem e Sistemas de Informação Geográficas (SIG) (GARRISON, 1960; GOULD, 1960; PÁEZ e SCOTT, 2004; TAAFFE et al., 1963; ULLMAN, 1954; ZHONG, 2014), que buscam trabalhar as informações de maneira unificada e sofisticada.

A análise da acessibilidade é um tema relevante para avaliar a qualidade da mobilidade urbana. Dentre os métodos de análise de acessibilidade, destacam-se a análise de isócronas, a análise de redes e a análise de custo-oportunidade. A análise de isócronas é uma abordagem que permite avaliar o tempo de viagem necessário para se chegar a um determinado ponto a partir de uma origem. A partir da definição de uma velocidade média de deslocamento, a área que pode ser alcançada em um determinado tempo é delimitada. Essa abordagem é muito útil para avaliar a acessibilidade a serviços e equipamentos urbanos, como hospitais, escolas e áreas comerciais (HANDY et al., 1997; GEURS e VAN WEE, 2004).

A concepção de projetos de transporte baseada exclusivamente na pessoa padrão é uma prática problemática, pois ignora as necessidades de indivíduos com mobilidade reduzida. Esta

abordagem simplista não considera a diversidade e complexidade da população urbana, resultando em sistemas de transporte que não são acessíveis para todos (SILVA, 2010). Pessoas com mobilidade reduzida, como idosos, gestantes e pessoas com deficiência, muitas vezes enfrentam barreiras significativas ao usar esses sistemas de transporte (FERREIRA et al., 2015), pois não possuem os mesmos tempos de caminhamentos e alcance, e por consequência, não possuem a mesma acessibilidade. Portanto, é imperativo que os projetos de transporte sejam inclusivos e considerem as necessidades de todos os usuários potenciais.

A análise de redes é uma abordagem que permite avaliar a conectividade da rede de transporte e a facilidade de deslocamento entre diferentes pontos da cidade. Essa abordagem utiliza a teoria dos grafos para analisar a rede de transporte, considerando os modos de transporte disponíveis, as conexões entre diferentes modos e as barreiras físicas que podem dificultar o deslocamento. Nesse sentido, esta pode ser útil para avaliar a acessibilidade a empregos e serviços, bem como para planejar a expansão da rede de transporte. (HANSEN, 1959; MILLER, 1999).

A análise de custo-oportunidade é uma abordagem que considera não apenas o tempo de viagem, mas também os custos associados ao deslocamento, como o valor do transporte público e o custo de possuir um veículo próprio. Esta permite avaliar a acessibilidade a partir de uma perspectiva mais ampla, considerando não apenas o tempo de viagem, mas também o custo de oportunidade associado a diferentes modos de transporte. (MACKETT et al., 2000; CERVERO e KOCKELMAN, 1997).

O estado da arte relacionado aos métodos de análise de acessibilidade é vasto e apresenta diversas abordagens teóricas e práticas. Alguns estudos destacam a importância de combinar diferentes abordagens para obter uma análise mais completa da acessibilidade (GEURS e VAN WEE, 2004), enquanto outros estudos propõem novas abordagens para a análise de acessibilidade, como a análise de oportunidades (OWEN et al., 2015). Em suma, a análise da acessibilidade é fundamental para avaliar a qualidade da mobilidade urbana e os métodos elencados apresentam diferentes abordagens para avaliar a acessibilidade a serviços, empregos e equipamentos urbanos.

As pesquisas brasileiras recentes sobre acessibilidade ao transporte público, sob o aspecto das distâncias de caminhada, revelam aspectos fundamentais para o entendimento e a melhoria da mobilidade urbana nas cidades brasileiras. Esses estudos abordam a acessibilidade de forma ampla, considerando não apenas a infraestrutura física, mas também os aspectos sociais e econômicos que influenciam o acesso ao transporte público. Um ensaio significativo realizado por Pereira et al. (2022) no Projeto Acesso a Oportunidades focou nas estimativas de acessibilidade a empregos e serviços públicos em vinte grandes cidades brasileiras. Este utilizou uma abordagem multidimensional, considerando diferentes modos de transporte, incluindo caminhada, e diversos grupos populacionais, levando em conta renda, raça, sexo e idade. O objetivo era melhorar o acesso da população a oportunidades de emprego e serviços públicos, destacando a limitação de dados sobre acessibilidade urbana devido a desafios computacionais e acesso limitado a dados de sistemas de transportes. Carvalho (2018) aborda a importância da caminhabilidade em Belo Horizonte sendo que o estudo desenvolve um índice de caminhabilidade para avaliar o ambiente de caminhada na cidade, incorporando 27 indicadores específicos. Essa avaliação considera aspectos subjetivos transformados em dados objetivos para entender a qualidade do espaço urbano sob a ótica dos pedestres. A metodologia proposta se mostrou eficiente para a análise da caminhabilidade em microescala, útil para avaliação de projetos de requalificação urbana sob a perspectiva dos pedestres.

Pianucci (2011) desenvolveu um método para avaliar a acessibilidade do sistema de transporte público por ônibus em São Carlos - SP, utilizando dados de renda, localização geográfica dos usuários de ônibus e a localização dos pontos de ônibus. Os resultados indicaram que na maioria das zonas da cidade, os usuários de ônibus precisam caminhar no máximo 300 metros para acessar o sistema de transporte e possuem uma renda média mensal de cerca de três salários-mínimos. Além disso, Costa e Morais, (2014) utilizaram o Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) para avaliar a acessibilidade urbana de Natal/RN e comparar a situação entre diferentes bairros da cidade. Eles procuram entender como a localização e o poder aquisitivo da população influenciam o acesso a serviços e equipamentos urbanos com base em indicadores de sustentabilidade. Os estudos destacam a complexidade da acessibilidade ao transporte público, que vai além da infraestrutura física e engloba aspectos sociais e econômicos. Eles apontam para a necessidade de políticas públicas que considerem a

multidimensionalidade da acessibilidade, visando melhorar a mobilidade urbana e a qualidade de vida nas cidades.

A análise de acessibilidade à rede de transporte é uma preocupação global e muitos países têm desenvolvido estudos e projetos para avaliar e melhorar a acessibilidade dos seus sistemas de transporte público. Algumas experiências internacionais relevantes estão neste tópico. Em Melbourne, Austrália, foi desenvolvida uma ferramenta de análise de acessibilidade chamada RAMP (*Rapid Accessible Mapping Program*). Essa ferramenta utiliza dados de GPS (Sistema de Posicionamento Global) dos ônibus e informações sobre as características da rede de transporte e das calçadas para avaliar a acessibilidade de diferentes regiões da cidade. A ferramenta é útil para identificar áreas com problemas de acessibilidade e planejar intervenções para melhorar a mobilidade urbana (GEURS, 2012).

Em Singapura, um estudo avaliou a acessibilidade à rede de transporte público por ônibus e metrô utilizando uma abordagem de custo-oportunidade. O estudo comparou a acessibilidade em diferentes áreas da cidade para diferentes modos de transporte e identificou que o metrô é mais acessível do que o ônibus em áreas com alta densidade populacional (KURAUCHI et al., 2014). Na cidade de Barcelona, na Espanha, foi realizada uma análise de acessibilidade à rede de transporte público por ônibus utilizando uma abordagem de análise de redes. A análise identificou que a acessibilidade é afetada pela distância até as paradas de ônibus, a frequência de serviço e o número de conexões necessárias para chegar ao destino. A análise foi útil para orientar a expansão da rede de transporte e melhorar a acessibilidade para diferentes regiões da cidade (MONTERO et al., 2017).

Uma experiência de análise de acessibilidade à rede de transporte por ônibus foi realizada em Nova York, Estados Unidos, com o objetivo de avaliar o impacto das mudanças da rede de ônibus na acessibilidade a empregos em diferentes regiões da cidade. A análise foi realizada utilizando dados de GPS dos ônibus e informações sobre a localização dos empregos. Os resultados mostraram que as mudanças da rede de ônibus afetaram a acessibilidade aos empregos de forma desigual em diferentes áreas da cidade (LEVINSON et al., 2013). Outra experiência foi realizada em Bogotá, Colômbia, com o objetivo de avaliar a acessibilidade dos usuários de transporte público à rede de ônibus. A análise foi realizada utilizando um modelo de caminhabilidade que considerou a distância percorrida pelos usuários até as estações de

ônibus e a velocidade de caminhada. Os resultados mostraram que a acessibilidade era maior em áreas com maior densidade populacional e com mais estações de ônibus (ROJAS et al., 2017).

Outra experiência internacional de análise de acessibilidade à rede de transporte por ônibus é a ferramenta *AccessIT*, desenvolvida na Noruega. Ela utiliza dados de GPS dos ônibus, informações sobre as paradas e os horários dos ônibus para avaliar a acessibilidade de diferentes regiões da cidade. A ferramenta permite identificar áreas com problemas de acessibilidade e planejar intervenções para melhorar a mobilidade urbana (MOE et al., 2017). Além disso, um estudo realizado na cidade de Addis Abeba, Etiópia, avaliou a acessibilidade à rede de transporte por ônibus utilizando uma metodologia que considera as características dos usuários, a rede de transporte e as barreiras físicas e sociais (WAKJIRA et al., 2019). Os resultados do estudo mostraram que a acessibilidade à rede de transporte por ônibus é afetada por diversos fatores, como a falta de calçadas e passarelas, a presença de obstáculos nas calçadas, a falta de iluminação pública e a insegurança.

Outro exemplo de análise de acessibilidade à rede de transporte por ônibus é a ferramenta chamada *AccessMod*, desenvolvida pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Essa ferramenta utiliza informações sobre a rede de transporte, topografia, uso do solo e dados populacionais para analisar a acessibilidade de diferentes áreas a serviços básicos, como hospitais e escolas, por meio do transporte público. A ferramenta é útil para planejar e avaliar políticas públicas de transporte e saúde (RAY E EBENER, 2008). Outra experiência interessante é a análise de acessibilidade realizada em Amsterdã, na Holanda, que utilizou dados de GPS dos ônibus e bicicletas para avaliar a acessibilidade de diferentes áreas da cidade por meio do transporte público e ciclovias. Os resultados mostraram que áreas mais acessíveis por ônibus são, muitas vezes, menos acessíveis por bicicleta e vice-versa. Essa análise permitiu identificar áreas com potencial para melhorar a conexão entre modos de transporte e planejar intervenções para promover uma mobilidade mais integrada (MA et al., 2021).

Na cidade de Chicago, nos Estados Unidos, foi desenvolvida a ferramenta *AllTransit Accessibility Analyzer*, que combina dados sobre a rede de transporte público, como rotas de ônibus e trens, com dados demográficos e de uso do solo para avaliar a acessibilidade de diferentes áreas da cidade. Essa ferramenta permite que os planejadores de transporte

identifiquem as áreas que precisam de melhorias no sistema de transporte para tornar a cidade mais acessível (DIANA et al., 2019). Outra experiência internacional de análise de acessibilidade à rede de transporte por ônibus é o índice de acessibilidade proposto pelo Conselho de Transporte do Canadá. Esse índice leva em consideração a frequência dos serviços de ônibus, o tempo de viagem, o número de transferências necessárias e a distância da parada até o destino final, entre outros fatores. O objetivo desse índice é identificar as áreas com maior e menor acessibilidade ao transporte público e orientar políticas públicas para melhorar a mobilidade urbana (CHOWDHURY e CIRCEO, 2009). Outro exemplo é o aplicativo de celular Moovit, desenvolvido em Israel, que utiliza dados em tempo real de ônibus e outros meios de transporte para fornecer informações sobre horários, rotas e tempo de espera. O aplicativo também permite que os usuários avaliem a acessibilidade das paradas e dos veículos, fornecendo feedback para as autoridades responsáveis pelo transporte público (KHAN et al., 2019).

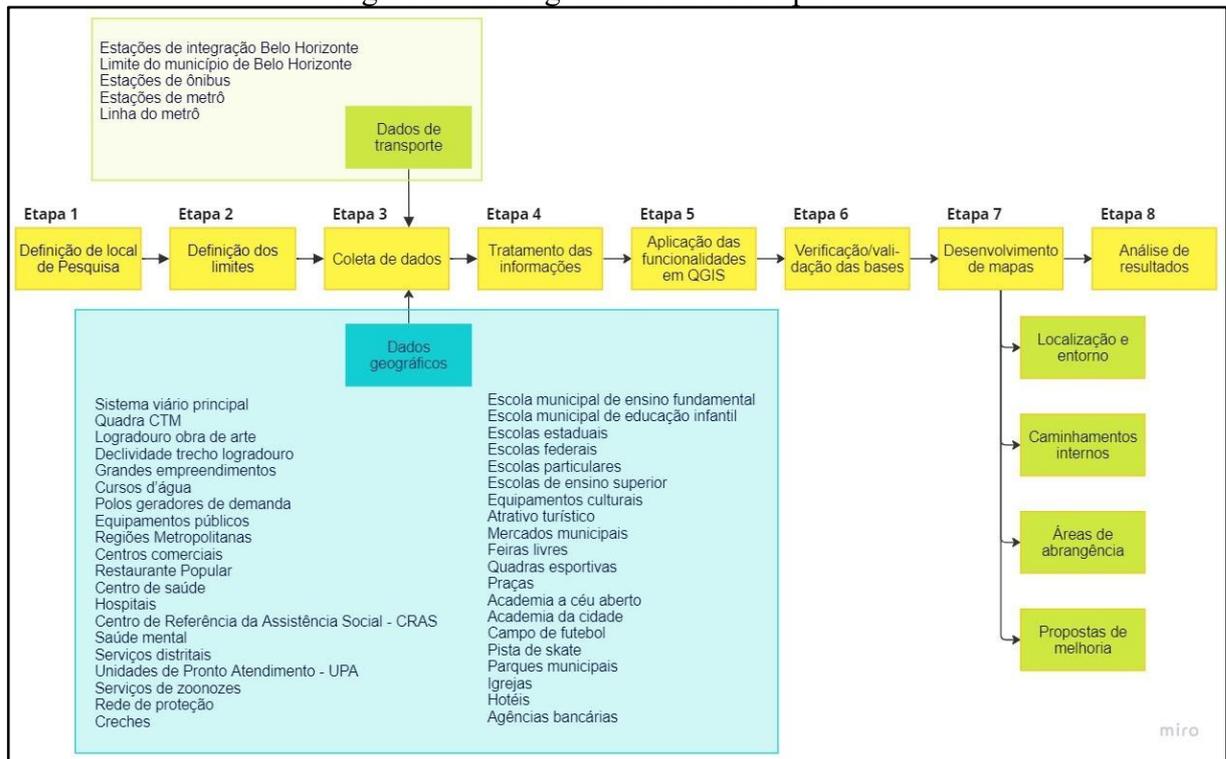
3 METODOLOGIA

No que tange à definição do tipo de pesquisa realizada pelo presente trabalho, ela pode ser caracterizada em relação à natureza, aos seus objetivos, ou à abordagem utilizada para o seu desenvolvimento. Em relação à sua natureza, a pesquisa é aplicada, pois objetiva investigar, comprovar e discutir as estações de transporte existentes. Quanto aos seus objetivos, pode ser definida como de caráter exploratório, pois o problema apesar de ser conhecido e estudado, é bem caracterizado e definido. Por fim, quanto à abordagem, o presente estudo é classificado como quantitativo, já que utiliza dados geográficos e de transporte coletivo para descrever as características dos problemas apresentados.

3.1 Base de dados, etapas e procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento do trabalho, em busca de demonstrar a acessibilidade de algumas das estações de integração do transporte coletivo de passageiros de Belo Horizonte, foram utilizadas modelagens geográficas e análises espaciais, em *software* gratuito de plataforma SIG (QGIS 3.20.2 - Odense), possibilitando o tratamento dos dados e a compreensão do objeto de estudo com base em testes de hipóteses e representações gráficas. O fluxograma da Figura 2 representa a sequência de atividades aplicada nesta dissertação. Cada etapa do processo foi detalhada, bem como os dados necessários e os testes realizados. O trabalho se desenvolveu em 8 grandes etapas, destacadas em amarelo, na Figura 1. Sendo elas: 1) definição de local de pesquisa; 2) definição dos limites de análises; 3) coleta de dados de transporte e geográficos; 4) tratamento das informações; 5) aplicação das funcionalidades em QGIS; 6) validação do modelo; 7) desenvolvimento de mapas; e 8) análise e discussão dos resultados.

Figura 2 - Fluxograma do método aplicado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A etapa 1 do processo, *definição de local da pesquisa*, consiste em estabelecer a escala, as dimensões, os limites territoriais e as características geográficas. Para esta dissertação, foi delimitada como área de estudo as seguintes estações de integração: São Gabriel, Minas Shopping (BRT), Ouro Minas, União, Ipiranga, Cidade Nova, Feira dos Produtores, São Judas Tadeu, Sagrada Família, Silviano Brandão e Lagoinha implantadas no município de Belo Horizonte. A escolha se baseou na cobertura de todos os tipos de estações existentes em Belo Horizonte, de maneira que fossem analisadas as seguintes situações:

- Estação com operação conjunta de ônibus convencional, ônibus BRT e metrô;
- Estação de BRT com acesso de pedestres por passarelas;
- Estação de metrô com acesso exclusivo por passarela e grande distância de caminhada até a calçada de rua mais próxima.

Passando para a segunda etapa, a *definição dos limites*, foram delineados os limites de caminhada. Para este trabalho serão analisadas áreas de influência das estações, calculadas com base nos caminhamentos máximos, considerando três parâmetros de medida como limites de caminhada e comparando-os: 1) limite máximo de caminhada de 600 metros,

considerando a geometria e desconsiderando as declividades das vias; 2) limite máximo de 400 metros, considerando a geometria das vias, conforme sugerido por Ferraz e Torres (2004) e 3) distâncias máximas de caminhada, considerando a geometria e a declividade das vias, conforme definições dos contratos de concessão do transporte público por ônibus de passageiros de Belo Horizonte. É importante a mensuração das distâncias com diferentes limites de caminhada máximo, para que seja possível verificar e criticar os atuais parâmetros públicos de definição dos níveis de serviço prestado à população que, apesar de possuírem um instrumento de ponderação pela declividade, possuem limites de distância muito superiores.

Pelos parâmetros estabelecidos por Ferraz e Torres (2004), existe uma relação entre acessibilidade e qualidade do transporte público, em que a percepção de qualidade dos usuários pode ser realizada de acordo com a distância de caminhada até o serviço de transporte público, além das condições de conforto e segurança durante esses percursos. Para as avaliações desta dissertação foi utilizado a distância média para um parâmetro considerado regular, sendo essa de 400 metros, conforme os parâmetros de avaliação propostos pelos autores que estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Caracterização da acessibilidade

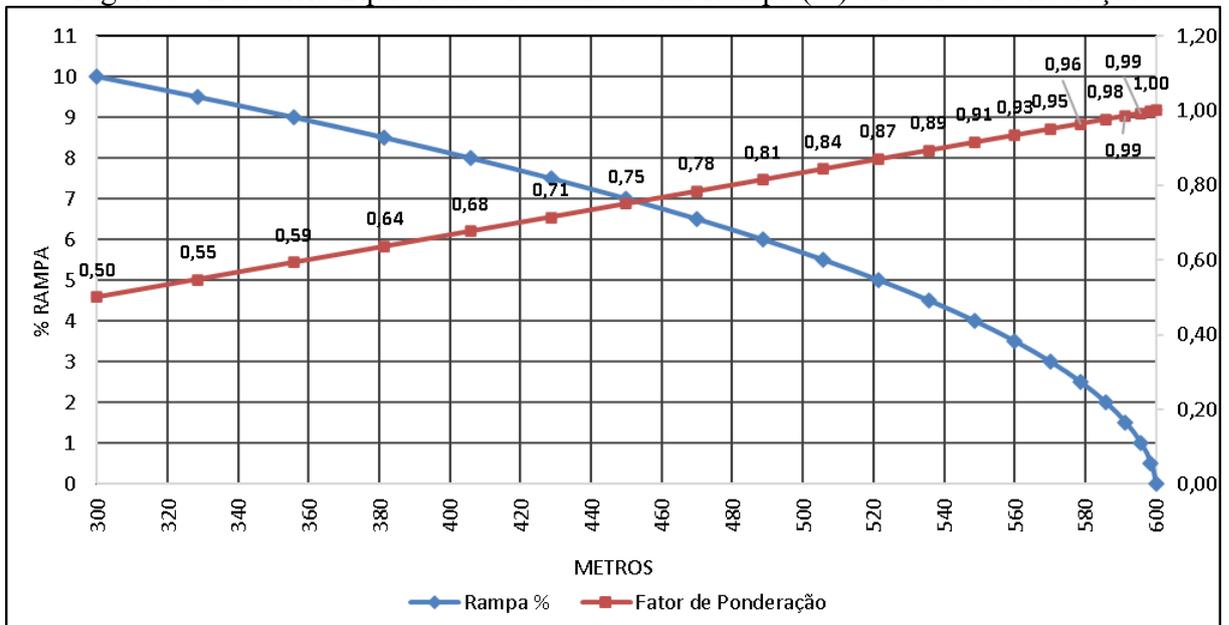
Parâmetros de avaliação	Bom	Regular	Ruim
Distância de caminhada no início e no fim da viagem (m)	<300 m	300 a 500 m	>500 m
Declividade não exagerada dos percursos em grandes distâncias, passeios revestidos e em bom estado, segurança na travessia das ruas, iluminação noturna etc.	Satisfatório	Deixa a desejar	Insatisfatório

Fonte: Ferraz e Torres (2004).

Já as distâncias máximas de caminhada, previstas nos contratos de concessão do transporte público por ônibus de passageiros de Belo Horizonte, variam em função das declividades das vias e estão apresentadas na Figura 3 (BELO HORIZONTE, 2008). Nesse sentido, o ábaco da Figura 3 apresenta as distâncias equivalentes, ponderadas pela inclinação das vias. Sendo este, portanto, um artifício para limitar os percursos realizados em declividades maiores. Nota-se que, para esta dissertação, o gráfico base do contrato de concessão do transporte público por ônibus de passageiros de Belo Horizonte (BELO HORIZONTE, 2008), foi adaptado com base na ponderação mencionada. Em resumo, esse gráfico define distâncias máximas de caminhada em que quanto maior a inclinação do sistema viário percorrido (% rampa),

menor o alcance a partir do deslocamento a pé. A tabela com os dados completos, divididos em menores intervalos, bem como o gráfico dividido em menores intervalos e com maior tamanho, podem ser verificados ao final desta dissertação na seção de Apêndices.

Figura 3 - Distância Equivalente Caminhada em Rampa (%) e Fator de Ponderação.



Fonte: Adaptado de Belo Horizonte (2008).

Com objetivo de facilitar as denominações dos métodos de análise de caminhada discutidos nesta dissertação, serão adotados a partir deste tópico as seguintes padronizações:

- Método A - caminhada máximo de 600 metros, considerando a geometria das vias e não considerando as declividades das vias;
- Método B - caminhada máximo de 600 metros, considerando a geometria e a declividade das vias;
- Método C - caminhada máximo de 400 metros, considerando a geometria das vias e não considerando as declividades das vias [modelo adotado por Ferraz e Torres (2004)].

Na terceira etapa, para a coleta de dados, serão utilizados como insumos as bases de dados geográficos, disponíveis na plataforma BHMap da Prefeitura de Belo Horizonte (BELO HORIZONTE, 2023a). Ademais, foram necessários os dados e informações relativos ao transporte público, coletados nas bases de dados abertos disponibilizados pela Empresa de

Transportes e Trânsito de Belo Horizonte – BHTRANS³, publicados periodicamente em sítio eletrônico (Belo Horizonte, 2023c) e detalhados no Quadro 2. Ainda, foram utilizados os dados fornecidos pela Metrô BH S.A. - METRÔBH⁴, disponibilizados por solicitação direta à empresa e em consulta ao seu sítio eletrônico (Quadro 2). Também foram utilizados os dados fornecidos pela Secretaria de Estado de Infraestrutura de Minas Gerais - SEINFRA⁵ (Quadro 2). Os dados referentes a igrejas, hotéis e agências bancárias foram levantados pelo autor com bases nas informações disponíveis na plataforma Google Maps (Google, 2023) e compilados nas bases geográficas deste trabalho. No Quadro 2, estão detalhados todos os dados utilizados nesta etapa, classificados por tipo, descrição, objetivo e fonte de obtenção.

Quadro 2 - Dados utilizados para elaboração de mapas.

Dado	Descrição	Objetivo	Fonte
Transporte	Estações de integração Belo Horizonte	Identificar locais das estações	Plataforma BHMap
	Estações de ônibus	Identificar locais das estações	Plataforma BHMap
	Estações de metrô	Identificar locais das estações	Plataforma BHMap
	Limite do município de Belo Horizonte	Identificar limites da pesquisa	Plataforma BHMap
	Linha do metrô	Identificar serviço e barreiras físicas	Plataforma BHMap
Geográficos	Sistema viário principal	Apresentar geografia local	Plataforma BHMap
	Quadra CTM	Apresentar geografia local	Plataforma BHMap
	Logradouro obra de arte	Apresentar geografia local	Plataforma BHMap
	Declividade trecho logradouro	Apresentar geografia local	Plataforma BHMap
	Grandes empreendimentos	Representar polos geradores de viagem	Plataforma BHMap
	Cursos d'água	Representar as barreiras físicas de presença de água	Plataforma BHMap
	Polos geradores de demanda	Representar os locais de maior potencial de demanda ao transporte público	Plataforma BHMap

³ Órgão gestor do transporte público por ônibus do município.

⁴ Empresa Concessionária do Metrô de Belo Horizonte

⁵ Órgão gestor do transporte público por ônibus da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Dado	Descrição	Objetivo	Fonte
	Equipamentos públicos	Representar os locais de maior potencial de demanda ao transporte público	Plataforma BHMap
	Regiões Metropolitanas	Identificar municípios	SEINFRA
	Centros comerciais	Identificar polos geradores de viagem	Plataforma BHMap
	Restaurante Popular		
	Centro de saúde		
	Hospitais		
	Centro de Referência da Assistência Social - CRAS		
	Saúde mental		
	Serviços distritais		
	Unidades de Pronto Atendimento - UPA		
	Serviços de zoonoses		
	Rede de proteção		
	Creches		
	Escola municipal de ensino fundamental		
	Escola municipal de educação infantil		
	Escolas estaduais		
	Escolas federais		
	Escolas particulares		
	Escolas de ensino superior		
	Equipamentos culturais		
	Atrativo turístico		
	Mercados municipais		
	Feiras livres		
	Quadras esportivas		
	Praças		

Dado	Descrição	Objetivo	Fonte
	Academia a céu aberto		
	Academia da cidade		
	Campo de futebol		
	Pista de skate		
	Parques municipais		
	Igrejas		
	Hotéis		
	Agências bancárias		Elaborado pelo autor

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a quarta etapa, de *tratamento das informações*, foram ajustados dados da base de “Declividade Trecho Logradouro”⁶, de modo que todos os possíveis caminhamentos num raio de 600 metros em torno das estações estudadas estivessem contemplados com pontos de travessias e de conexão, realizando a construção de parte de base em GIS de trechos de caminhada, como as passarelas, não existentes como trecho de logradouros nas bases existentes.

Na etapa cinco, a *aplicação das funcionalidades em QGIS*, foi utilizado o *software* livre para execução de análise de rede, empregando a função “Área de Serviço (do ponto)”⁷ no traçado dos caminhamentos de afastamento das estações a partir do ponto externo de contato da estação com a via pública, aqui denominados pontos de roteamento. Nesta etapa foi necessária a construção de uma nova camada, a partir das plantas arquitetônicas das edificações das estações, de maneira a possibilitar o levantamento do caminhada interno dos passageiros desde o ponto médio da plataforma até o ponto de roteamento.

⁶ Base de dados disponível na Plataforma BH Map.

⁷ Área de Serviço (do ponto) é um algoritmo que permite selecionar um ponto no mapa. Este algoritmo permite saber o quão longe é possível se deslocar através da rede, dada uma distância ou um valor de tempo.

Para efeito de comparação, e teste da função empregada, na sexta etapa, *verificação/validação das bases*, as distâncias obtidas foram verificadas e validadas, a partir da ferramenta de medição de distância da plataforma Google Maps.

Na etapa sete, *desenvolvimento de mapas*, após as análises de rede da quinta etapa, foram traçados os caminhamentos internos e externos para definição dos pontos máximos de afastamento em caminhada, possibilitando que fossem desenhadas as áreas de abrangência das estações para cada um dos limites de caminhada definidos na segunda etapa. Com o objetivo de apresentar as áreas de abrangência das estações segundo o Método B, que varia a distância máxima de caminhada em razão da declividade das vias, para esse caso as distâncias de caminhada foram ponderadas pela declividade do trecho de via analisado, a partir de cálculos pela fórmula da Equação 1.

$Fp = \left(\frac{Dmáx - Dlim}{Dmáx} \right) \times \frac{\Delta R + R}{\Delta R}$	(1)
---	-----

Em que:

- Fp: fator de ponderação
- Dmáx: corresponde à distância máxima de caminhada (600 metros)
- Dlim: corresponde à distância máxima de caminhada em rampa (300 metros)
- ΔR: variação de declividade
- R: declividade do trecho da via

Ainda nesta etapa, com base nas informações das bases de dados elencadas na terceira etapa, foram levantados os potenciais Polos Geradores de Viagens - PGV's nos entornos das estações e, com base nos dados de transporte, foram apresentados pontos de conectividades de maior interesse dos usuários, conforme linhas de desejo da Pesquisa Origem e Destino 2019-2021 realizada pela Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte - ARMBH (MINAS GERAIS, 2022a), possibilitando calcular os tempos de deslocamento a partir das estações e demonstrar o melhor modo de transporte.

A oitava e última etapa, de *análise dos resultados*, consistiu na avaliação dos caminhamentos dos usuários do transporte coletivo de Belo Horizonte a partir das estações. Para tanto, foram analisados os fatores geográficos envolvidos na acessibilidade (i.e., distância, declividade e infraestrutura), com o objetivo de verificar o melhor atendimento à população. É importante identificar e caracterizar nessa etapa as barreiras físicas existentes na região de estudo, pois são potenciais desafios de caminhada dos trajetos. Ainda nesta etapa foram analisados quais equipamentos no entorno estão acessíveis a partir de caminhada, comparando o potencial de cada local. Ainda, foram analisadas alternativas potenciais para alteração das características das estações e dos sistemas viários no entorno, de modo a atender aos parâmetros de caminhamentos e, principalmente, ampliar as áreas de abrangência e atendimento desses equipamentos públicos de transporte.

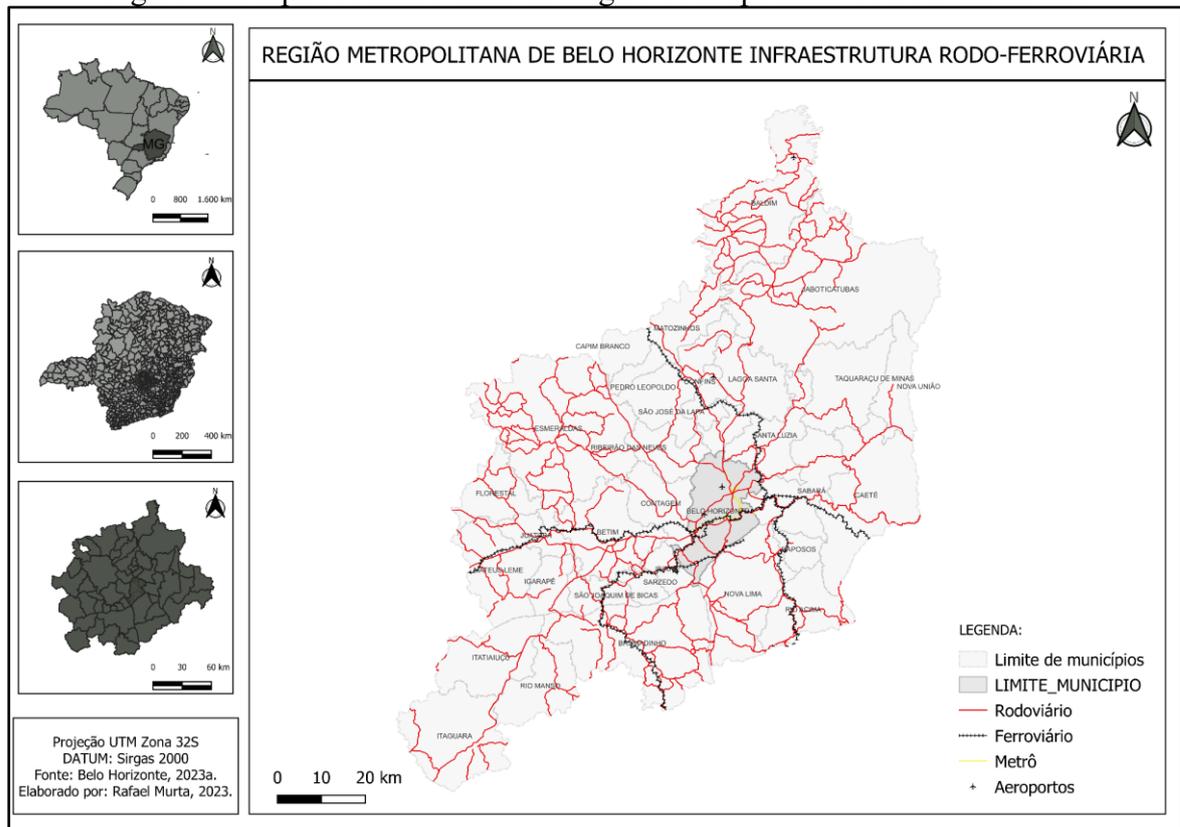
Em resumo, o processo consiste em analisar a acessibilidade às estações, utilizando como critérios características geográficas para que o atendimento à população seja de melhor qualidade.

4 SISTEMAS DE TRANSPORTE DE BELO HORIZONTE E REGIÃO METROPOLITANA

A cidade de Belo Horizonte, em escala local, é uma típica cidade grande brasileira, com 2.315.560 habitantes no município, conforme levantamento XIII Recenseamento Geral do Brasil, Censo 2022 (BRASIL, 2022). Com 5.052 km de vias pavimentadas a capital do estado possui cobertura viária em todo o seu território (Belo Horizonte, 2023a), se destacando por ser um dos mais importantes entroncamentos rodoviário e ferroviário do país, o que impacta em problemas de deslocamento provocados por engarrafamentos e retenções de trânsito, e consequentemente, no transporte público. A Região Metropolitana de Belo Horizonte - RMBH, instituída pela Lei Complementar nº 89/2006 com o intuito de organizar a execução de funções públicas de interesse comum nesse território regional (MINAS GERAIS, 2006), sendo composta atualmente por 34 municípios⁸. É a terceira maior aglomeração urbana do Brasil e a maior do país fora do eixo Rio-São Paulo, conforme levantamento XIII Recenseamento Geral do Brasil, Censo 2022 (BRASIL, 2022), possui 5.733.75 habitantes. Na figura 4 estão apresentadas estruturas rodoviárias e ferroviárias da RMBH.

⁸ Municípios integrantes da RMBH: Baldim, Belo Horizonte, Betim, Brumadinho, Caeté, Capim Branco, Confins, Contagem, Esmeraldas, Florestal, Ibirité, Igarapé, Itaguara, Itatiaiuçu, Jaboticatubas, Juatuba, Lagoa Santa, Mário Campos, Mateus Leme, Matozinhos, Nova Lima, Nova União, Pedro Leopoldo, Raposos, Ribeirão das Neves, Rio Acima, Rio Manso, Sabará, Santa Luzia, São Joaquim de Bicas, São José da Lapa, Sarzedo, Taquaraçu de Minas e Vespasiano.

Figura 4 - Mapa rododiferroviário da Região Metropolitana de Belo Horizonte



Fonte: Elaborado pelo autor

A instituição da RMBH estabeleceu o conceito de Funções Públicas de Interesse Comum - FPIC, referindo-se àquelas atividades e serviços prestados pelo Poder Público que extrapolam o âmbito municipal e têm repercussões na esfera metropolitana, dentre elas o transporte público intermunicipal. A regulação e a gestão das FPIC devem adotar os princípios de governança interfederativa, de forma a refletir o interesse compartilhado que há no provimento dessas funções. Nesse sentido, em primeiro lugar, essa governança está balizada na prevalência do interesse comum sobre os interesses locais e, logo, na subsidiariedade dos Municípios em relação ao Estado quanto ao provimento das FPIC (art. 4º da Lei Complementar n. 88/2006). Ainda, a governança deve prever o compartilhamento de decisões sobre planejamento, estruturação, operação e gestão, mediante rateio de custos e uma articulação entre órgãos e entes federados. Cabe, então, aos municípios o exercício daqueles serviços de transporte coletivo que se limitem ao território municipal e ao interesse local, executados diretamente ou mediante delegação. As funções que efetivamente tocam o interesse metropolitano serão incumbidas ao Estado de Minas Gerais para sua execução direta, mediante delegação ou gestão associada via

consórcios públicos ou convênios de cooperação, nos termos do artigo 4º, parágrafo único, da Lei Complementar n. 88/2006 (Minas Gerais, 2006).

Ressalta-se que parte dos municípios da RMBH (Baldim, Jaboticatubas, Taquaraçu de Minas, Nova União, São José da Lapa, Capim Branco, Esmeraldas, Florestal, São Joaquim de Bicas, Brumadinho, Sarzedo, Itaguara, Rio Manso Raposos) não possuem sistemas próprios de transporte público de passageiros, sendo atendidos pelo sistema Metropolitano na maioria das vezes com linhas de ligação bairro ao centro de Belo Horizonte, sem integração tarifária ou troncalização (MINAS GERAIS, 2022b). O trem metropolitano ou metrô de Belo Horizonte, atualmente sob gestão do Governo do Estado de Minas Gerais e operado pela iniciativa privada através da concessionária Metrô BH S.A., empresa do Grupo Comporte Participações S.A., em contrato de 30 anos, cujas responsabilidades estão operação, manutenção e expansão da Linha 1 (atualmente em operação), além de construir, operar e manter a futura Linha 2, conforme apresentado no mapa da Figura 5. Em operação atualmente apenas a Linha 1, entre as estações Vilarinho e Eldorado, totalizando 28,2 km em via dupla e 19 estações, transportando diariamente uma média de 86.100 passageiros em dias úteis de operação (CBTU, 2022), sendo o sétimo maior sistema metro ferroviário brasileiro em movimento de passageiros.

Figura 5 - Traçado das linhas 1 e 2 do metrô da Região Metropolitana de Belo Horizonte



Fonte: Minas Gerais (2021).

O histórico de implantação desse sistema de transporte iniciou-se no final da década de 1970, quando a Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes - GEIPOT, integrante do Ministério dos Transportes e extinta em 2008, foi encarregada de elaborar um projeto para a Região Metropolitana de Belo Horizonte - RMBH que solucionasse ao mesmo tempo os problemas de transporte ferroviário de cargas e passageiros na região, aumentando a capacidade implantada à época e melhorando as condições de deslocamento da população. Dessa maneira, a solução de projeto desenvolvida previu a duplicação e segregação das linhas já existentes, ao mesmo tempo em que eliminava a necessidade de implantação de um novo anel ferroviário que contornaria a RMBH e reduzindo os custos de implantação do projeto, uma vez que à época provou-se inviável financeiramente a implantação do referido anel (BRASIL, 1980).

No início da década de 1980, a responsabilidade pelos estudos e projetos, bem como a concepção do sistema de integração, ficou a cargo do DEMETRÔ, divisão especial da extinta Rede Ferroviária Federal S.A. - RFFSA, responsável pelo trem metropolitano na RMBH, juntamente com técnicos da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, através da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e do Governo do Estado, através da extinta Companhia de Transportes Urbanos da Região Metropolitana de Belo Horizonte - METROBEL, que constituíam o grupo de trabalho denominado Transportes Metropolitanos - TRANSMETRO (CBTU, 2013). Foi então apresentado o projeto inicial da Linha 1 do Metrô BH, inicialmente concebida com 26,5 km, ligando o município de Betim à atual Estação São Gabriel, e ainda contando com um ramal de 10,5 km, conectando a Região Barreiro ao bairro Calafate (CBTU, 2013).

As obras de implantação foram iniciadas em 1981 e em 1986, a Linha 1 do metrô começou a operar apenas no trecho Eldorado/Lagoinha. No ano seguinte a operação foi estendida até a estação Central. O sistema instalado até então possuía 12,5 km de extensão do total de 37 km previsto inicialmente. A partir de 1984, com a criação da Companhia Brasileira de Trens Urbanos - CBTU, subsidiária da RFFSA e vinculada à Secretaria Nacional de Transportes do Ministério dos Transportes e das Comunicações, a responsabilidade de implantação dos sistemas sobre trilhos passou a ser gerida por esta Companhia. Dez anos depois, em 1994, o controle acionário da CBTU foi transferido para a União, passando a companhia a ser vinculada

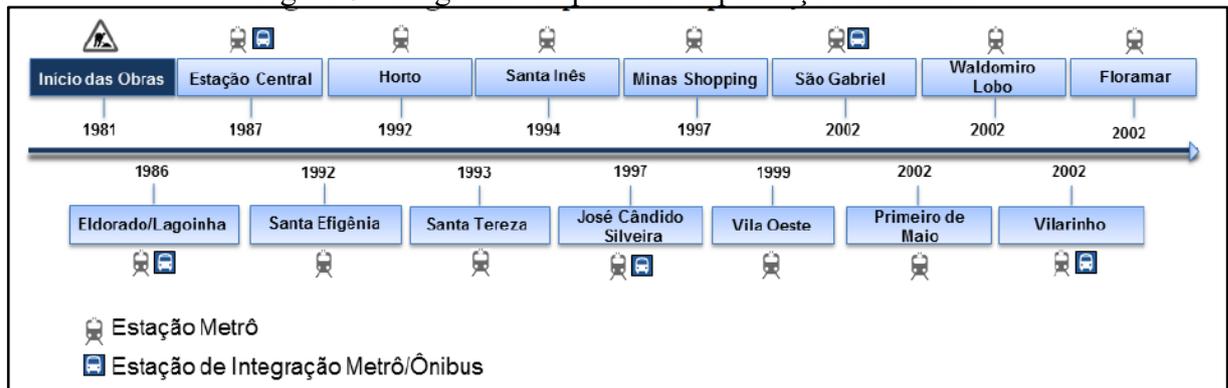
diretamente ao Ministério dos Transportes e, em 2003, ao Ministério das Cidades (CBTU, 2013).

O trecho entre as estações Central e Santa Inês passou por obras de implantação de 1991 a 1994, aumentando em 5,8 km a extensão da linha e incluindo mais quatro estações (Santa Efigênia, Santa Tereza, Horto Florestal e Santa Inês) à operação do trem metropolitano na região leste da capital. Ainda no final da década de 1990, foi concluído o trecho entre as estações Santa Inês e Minas Shopping, acrescentando mais duas estações à operação (José Cândido da Silveira e Minas Shopping), ambas na região leste da cidade e com mais 3,2 km de extensão à linha. Nessa mesma época foi tomada a decisão de expandir o metrô para o vetor norte da capital, na região de Venda Nova, postergando a implantação dos trechos Calafate/Barreiro e Eldorado/Betim (CBTU, 2013).

Em 1997 foi instituída a empresa pública denominada Trem Metropolitano de Belo Horizonte S.A. - METROMINAS, vinculada à Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas - SETOP, e instituída pela Lei Estadual nº 12.590/1997, com participação acionária do Governo de Minas (55%), da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (35%) e Prefeitura Municipal de Contagem (10%). A METROMINAS foi criada com o intuito de retomar o planejamento e a gestão integrados do sistema de transporte público metroviário e ferroviário de passageiros na RMBH, ao reunir Estado e municípios articulados com a esfera federal (METROMINAS, 2012). Em 1999 foi inaugurada a estação Vila Oeste, no trecho entre as estações Cidade Industrial e Gameleira, já implantadas no primeiro trecho em operação.

Entre os anos de 1998 e 2002, foi implantado o último trecho em operação da linha 1, sendo a extensão entre as estações São Gabriel e Vilarinho, utilizando como espaço físico o canteiro central da Avenida Cristiano Machado (CBTU, 2013), com mais cinco estações (São Gabriel, Primeiro de Maio, Waldomiro Lobo, Floramar e Vilarinho) e totalizando 28, km de extensão. A Figura 6 apresenta um diagrama temporal da implantação da linha 1 do metrô de Belo Horizonte.

Figura 6 - Diagrama temporal da implantação da linha 1



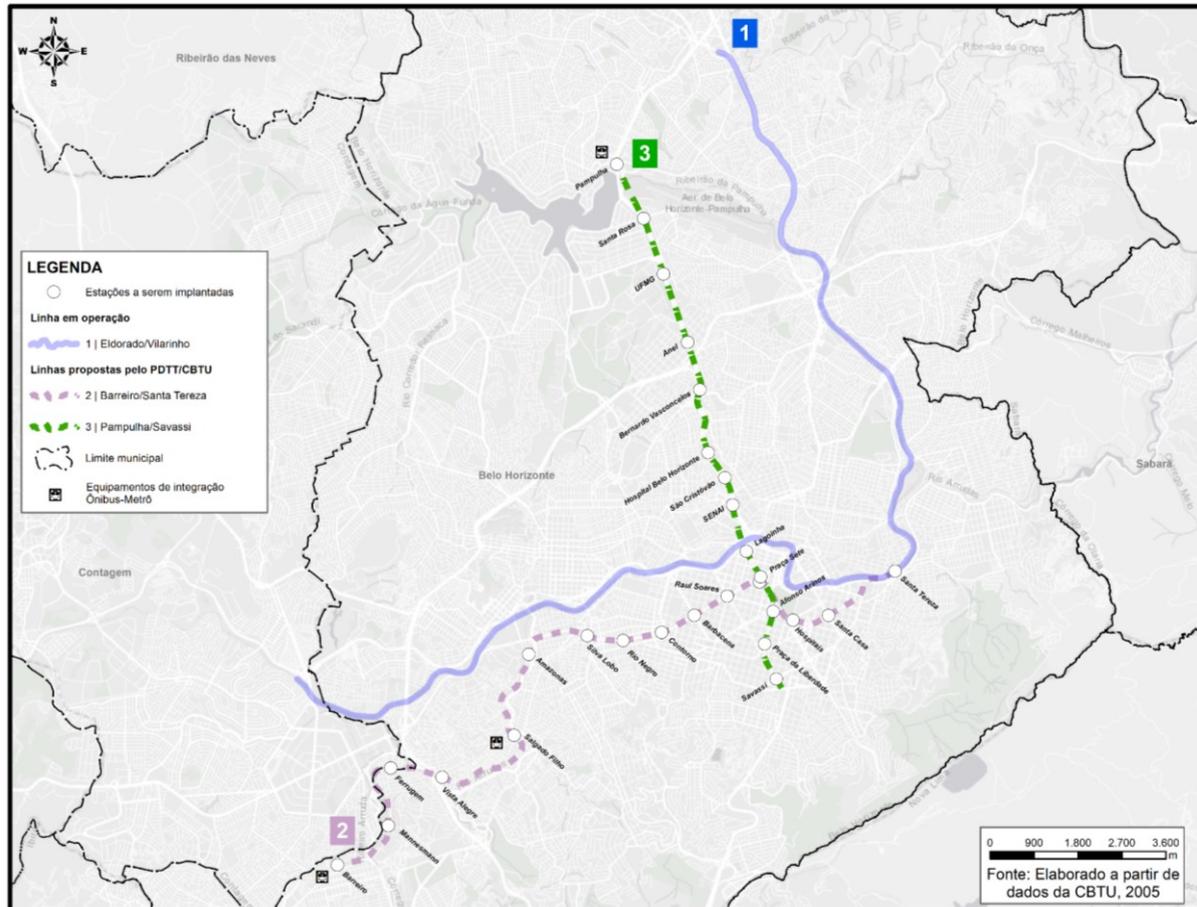
Fonte: Consórcio Metrô-BH Linha 3 (2013)

Parte do trecho 1 da Linha 2, previsto no Plano Diretor de Transporte de Passageiros sobre Trilhos da RMBH passou por obras de implantação entre os anos de 1998 e 2002, porém teve suas obras paralisadas neste último ano (CBTU, 2013), deixando estruturas inacabadas pelo trecho do leito previsto. O plano diretor previa a implantação de mais duas linhas:

- Linha 2: Barreiro / Hospitais:
 - Trecho 1: Trem em superfície abrangendo o ramal Barreiro / Calafate, conforme projeto inicial elaborado no final dos anos 1970; e
 - Trecho 2: subterrâneo Calafate/Hospitais.
- Linha 3: Savassi / Pampulha - totalmente subterrâneo.

A representação geográfica dos projetos está presente na Figura 7:

Figura 7 - Rede metroviária proposta pelo plano diretor de transporte sobre trilhos da RMBH, com a inclusão das linhas 2 e 3 no sistema.



Elaboração: Felipe Ladislau Martins (2020)

Em 2004, a CBTU iniciou novos projetos executivos das novas linhas, mas os trabalhos foram suspensos devido ao contingenciamento orçamentário e suspensão dos projetos funcionais de ampliação do sistema (MINAS GERAIS, 2022b). Em 2011, os projetos de expansão do metrô foram retomados com o anúncio da liberação de verbas dos governos Federal, por meio do Programa de Aceleração do Crescimento - PAC - Mobilidade, Estadual e Municipal de Belo Horizonte. O sistema de trens urbanos operado pela CBTU em Minas Gerais, inserido no Programa Nacional de Desestatização - PND, passou por algumas etapas ao longo de 2022. Em 30 de junho, foi feita a cisão parcial, deixando de ser uma superintendência, filial da CBTU Nacional, e passou a ser uma subsidiária com o nome de CBTU-MG e sendo vinculada à CBTU Nacional no papel de Holding. Em 28 de setembro de 2022 houve uma segunda cisão parcial, deixando qualquer vínculo com a CBTU Holding e passando a ser controlada pela Veículo de Desestatização de Minas Gerais - VDMG, empresa dependente vinculada ao Ministério da

Economia. Após essa segunda cisão, foi realizado leilão de concessão no dia 22 de dezembro de 2022. Em 23/03/2023 o Governo do Estado de Minas Gerais assumiu a gestão do sistema de metrô, passando o controle operacional do sistema para a empresa privada Metrô BH S.A.

Conforme mencionado anteriormente, em razão da utilização do antigo leito ferroviário de transporte de cargas para implantação do metrô, a maioria das estações deste sistema tiveram a seus acessos prejudicada em razão de longos caminhamentos e obrigação da utilização de passarelas e/ou túneis para acesso dos pedestres às ruas, prejudicando sobremaneira a acessibilidade desses equipamentos públicos de transporte (MINAS GERAIS, 2022b). É importante destacar a notabilidade do momento, em que os projetos da linha 2 do metrô estão em revisão e elaboração, para que sejam realizadas análises de acessibilidade às estações, eliminando as características periféricas do sistema, uma vez que, e mais uma vez, o traçado desta linha ocupará, em paralelo, o traçado da antiga linha de transporte de cargas. Destaca-se ainda, a importância de um projeto em sintonia com os sistemas de transportes por ônibus, favorecendo a integração entre os sistemas.

No que tange aos sistemas de ônibus municipais, os primeiros serviços regularizados em Belo Horizonte surgiram na década de 1930, de maneira desorganizada e concorrente ilegal dos serviços de bondes elétricos, que funcionavam na capital desde 1902, porém sem aplicação de investimentos na sua infraestrutura para que alcançasse todas as regiões da cidade (CARDOSO, 2007) que já alcançava 55.563 habitantes à época (MINAS GERAIS, 1921). Na década de 1950 foi criado o Departamento de Bondes e Ônibus - DBO, que ampliou parcialmente o sistema de bondes e organizou o sistema de transporte por ônibus. Ainda durante a gestão da DBO foi implantado o sistema de trólebus, realizado por ônibus movidos a energia elétrica, dotados de maior agilidade e mais silenciosos que os bondes, além de mais econômicos e menos poluentes que os ônibus movidos a diesel (STIEL, 1984). Os serviços de transportes públicos movidos por energia elétrica foram extintos por completo na década de 1960, sendo os bondes em 1963 e os trólebus em 1969 (CARDOSO, 2003).

Na década de 1970, com o surgimento das primeiras autoridades metropolitanas (PLAMBEL⁹, METROBEL¹⁰ e TRANSMETRO¹¹), começaram a ser pensados os primeiros planejamentos de transportes, até então organizados pelos próprios operadores. Ainda, no final da década de 1970, o sistema de transporte público foi reorganizado com o Programa de Organização do Transporte Público - PROBUS, que criou rotas diametrais, ligando bairros opostos à região central e rotas semiexpressas, que ligavam bairros periféricos à região central (CARDOSO, 2007).

A partir da Constituição de 1988, os municípios passaram a possuir autonomia para planejar e administrar os serviços públicos de transportes e em 1992 a Prefeitura de Belo Horizonte criou a Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte - BHTRANS, que surgiu como o órgão responsável pela regulamentação do transporte em Belo Horizonte. Ainda na década de 1990 foi lançado o projeto BHBUS, com a construção de terminais de integração nas regiões periféricas de Belo Horizonte, para ampliar a integração física e tarifária no sistema de transporte por ônibus (CARDOSO, 2007). Em 2001, após crise causada pelo transporte alternativo irregular, foi implementado o Sistema de Transporte Suplementar de Passageiros de Belo Horizonte - STSP, composto por linhas perimetrais operadas por microônibus através de permissões individuais de operação (Belo Horizonte, 2023d). A última alteração significativa na rede de transportes por ônibus gerenciada pela BHTRANS foi realizada em 2014, quando da implantação do sistema de BRT, denominado MOVE, com implantação e reformas de estações de integração e reorganização de linhas com seccionamento e distribuição destas em alimentadoras (bairro-estação) e troncais (MINAS GERAIS, 2022b).

O Sistema de Transporte da Região Metropolitana de Belo Horizonte (STM) funcionou de maneira conjunta com os municípios até o início da década de 1990, conforme exposto anteriormente. A partir de 1994, com a extinção da TRANSMETRO, os serviços intermunicipais foram repassados para a diretoria metropolitana do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Minas Gerais – DER/MG (DIAS, 1996). Esse sistema atualmente é gerenciado pela Secretaria de Estado de Infraestrutura e Mobilidade – SEINFRA por meio da

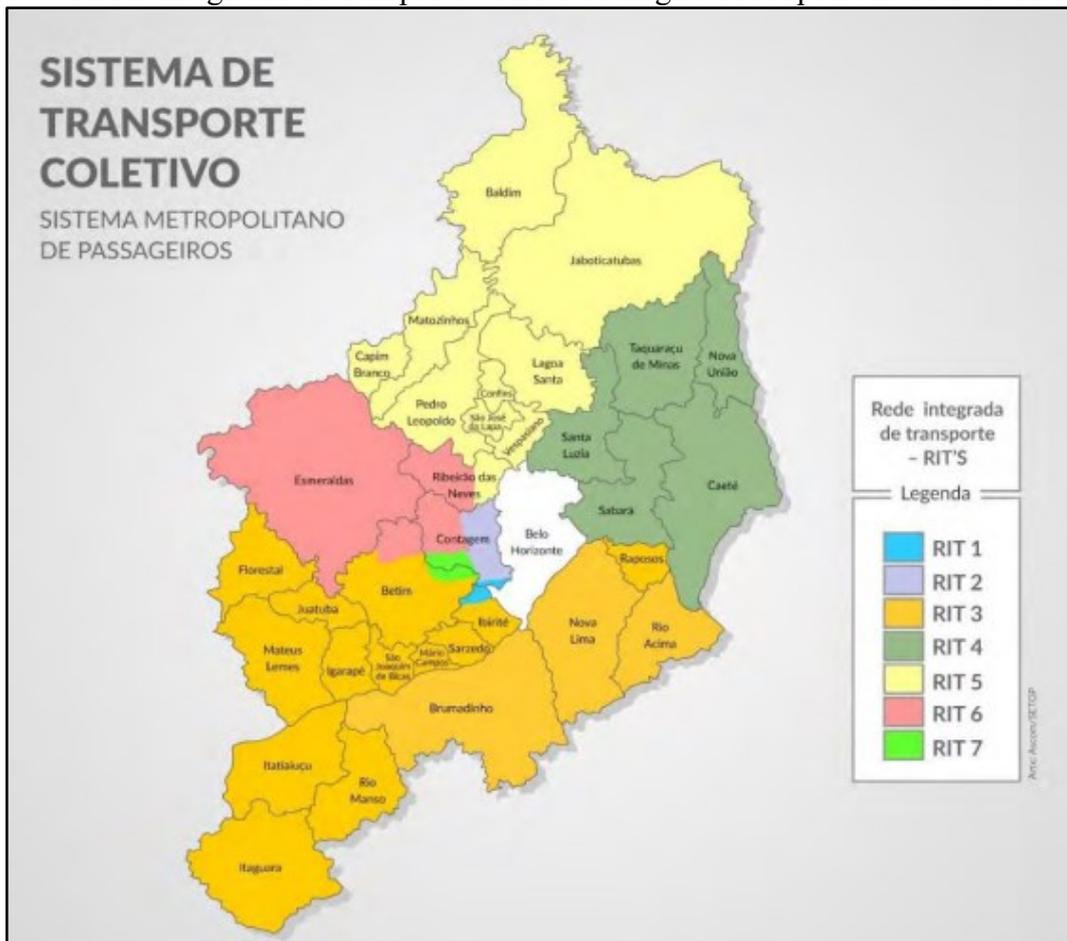
⁹ PLAMBEL - Superintendência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte (1974-1996)

¹⁰ METROBEL - Companhia de Transportes Urbanos da Região Metropolitana de Belo Horizonte (1980-1987)

¹¹ TRANSMETRO - Transportes Metropolitanos (1987-1994)

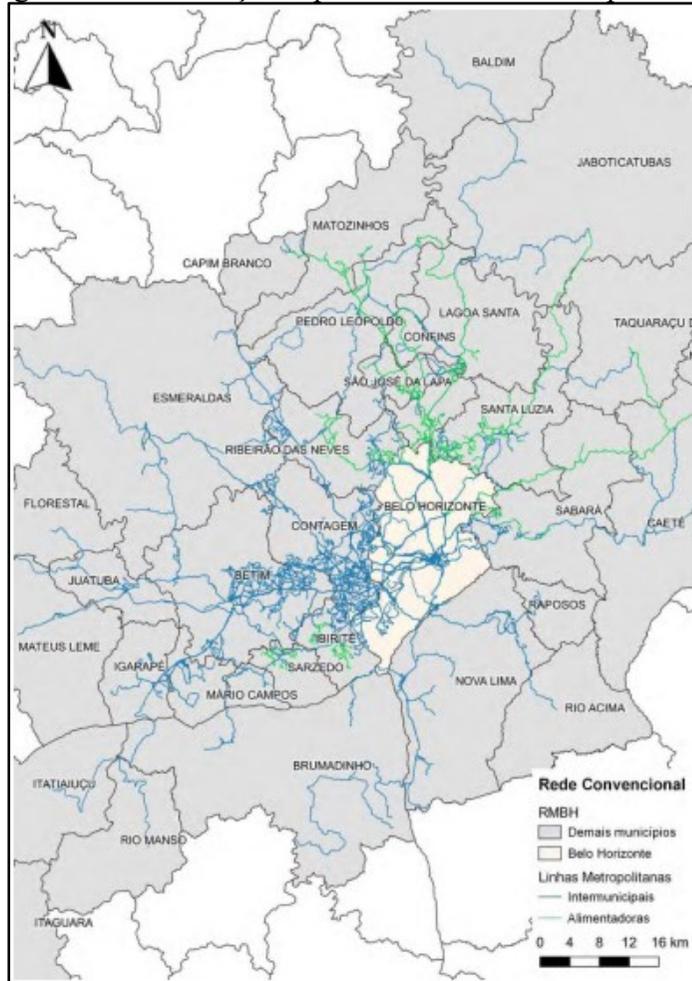
Superintendência de Transporte Metropolitano e a fiscalização realizada pelo Departamento de Edificações e Estradas de Rodagem de Minas Gerais - DER/MG. O sistema compreende as viagens intermunicipais realizadas por ônibus entre os 34 municípios no entorno da capital, cuja rede de transporte é segmentada em sete Regiões Integradas de Transporte – RIT's, formadas por áreas geográficas com deslocamentos comuns geridas, cada uma, por uma concessionária (Figura 8).

Figura 8 - Redes integradas de transporte – RIT's da Região Metropolitana de Belo Horizonte



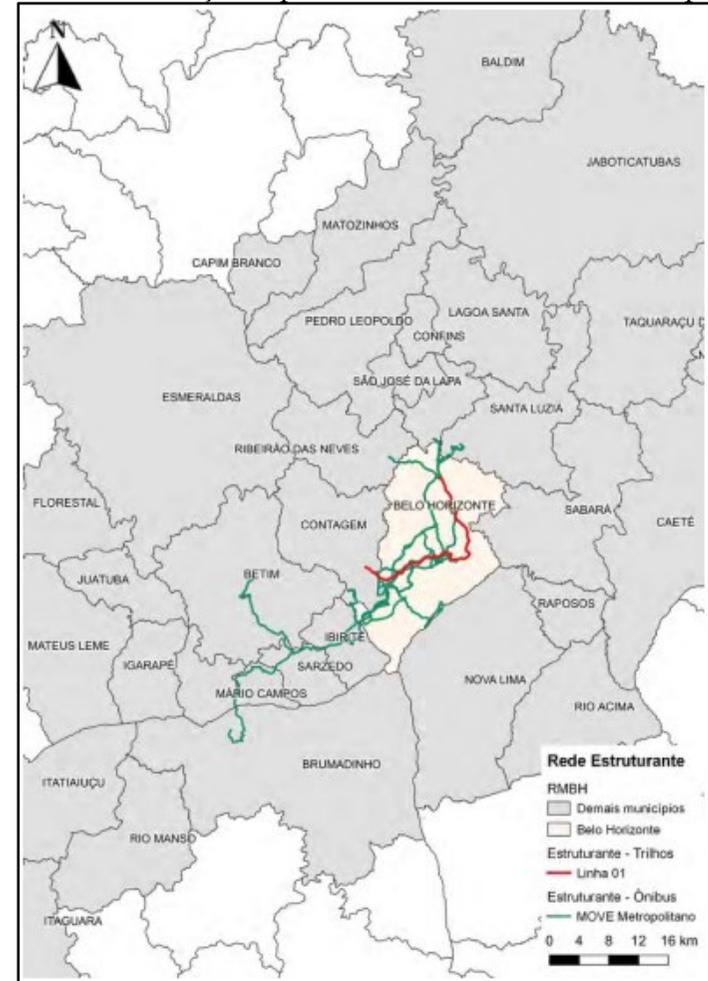
Com a implantação do BRT MOVE na capital, em 2014, o sistema outrora operado com serviços diretos foi substituído por serviço tronco alimentado, adaptando a rede de linhas, frota e os terminais metropolitanos para o novo sistema (MINAS GERAIS, 2022b). A distribuição das linhas pela região metropolitana está apresentada na Figura 9 e as linhas do sistema BRT Metropolitano estão destacadas na Figura 10.

Figura 9 - Distribuição espacial das linhas metropolitanas



Fonte: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2020

Figura 10 - Distribuição espacial das linhas de BRT Metropolitano



Fonte: Consórcio GPO-SYSTRACESCON-RHEIN, 2020

5 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

5.1 Local de aplicação da pesquisa

No município de Belo Horizonte, existem 69 estações de integração dos sistemas de transporte coletivo por ônibus e metrô, conforme listado em detalhes na seção de Apêndice, onde constam informações de nome da estação, endereço, tipo de integração existente e ano de inauguração. A representação geográfica do posicionamento e distribuição destas estações estão apresentadas no mapa da Figura 11. Para representação das análises apresentadas, serão utilizadas parte das estações de ônibus e metrô implantadas no município de Belo Horizonte, conforme listadas na Tabela 2.

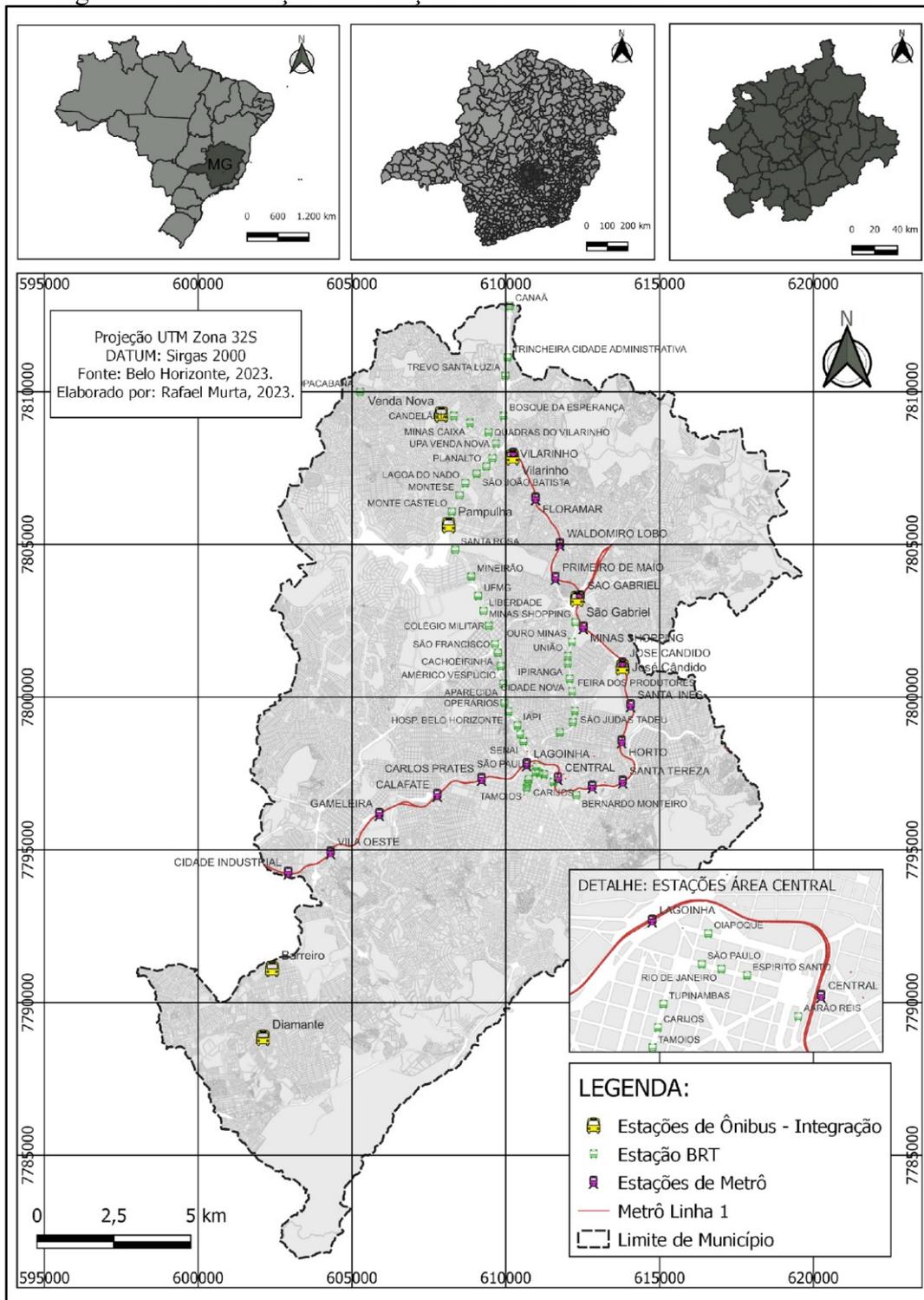
Tabela 3 - Lista de estações analisadas

Nome	Endereço	Tipo de integração	Ano de Inauguração
São Gabriel	Avenida Cristiano Machado, 5600	Ônibus-BRT Municipal Ônibus-BRT Metropolitano Ônibus-Metrô Ônibus-Ônibus	2002 (Metrô) 2014 (BRT)
Lagoinha	Avenida do Contorno, 11.671	Metrô	1985
Minas Shopping	Av. Cristiano Machado, 4100	BRT Municipal	2013
Ouro Minas	Av. Cristiano Machado, 3430		
União	Av. Cristiano Machado, 2842		
Ipiranga	Av. Cristiano Machado, 2640		
Cidade Nova	Av. Cristiano Machado, 2300		
Feira dos Produtores	Av. Cristiano Machado, 1840		
São Judas Tadeu	Av. Cristiano Machado, 1404		
Sagrada Família	Av. Cristiano Machado, 1240		
Silviano Brandão	Av. Cristiano Machado, 550		

Fonte: Elaborado pelo autor

Cabe destacar que em Belo Horizonte, para denominar as estações de BRT é utilizada a nomenclatura “Estações de Transferência”, entretanto as características de ponto de conexão, transbordo, embarque e desembarque são os mesmos daqueles das denominadas estações de integração e, portanto, tratadas e analisadas nesta dissertação como estações de integração.

Figura 11 - Localização das estações de ônibus e metrô de Belo Horizonte.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2 Estação de Integração São Gabriel

5.2.1 Caracterização

A estação de integração São Gabriel possui três setores distintos de operação, sendo o Leste dedicado à operação dos ônibus convencionais e BRT's do sistema metropolitano que atendem aos municípios de Jaboticatubas, Taquaraçu de Minas, Nova União, Santa Luzia, Sabará e Caeté (MINAS GERAIS, 2022b), o setor Oeste dedicado à operação dos ônibus convencionais e BRT's do sistema municipal de Belo Horizonte que atendem a parte das regiões administrativas Norte, Nordeste, Pampulha e Leste da cidade (BELO HORIZONTE, 2023a), e o setor Central dedicado à operação do metrô. O terreno onde estão implantados os três setores da estação possui aproximadamente 66.142 m² de área total, com distribuições apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Áreas ocupadas pelos setores da estação São Gabriel

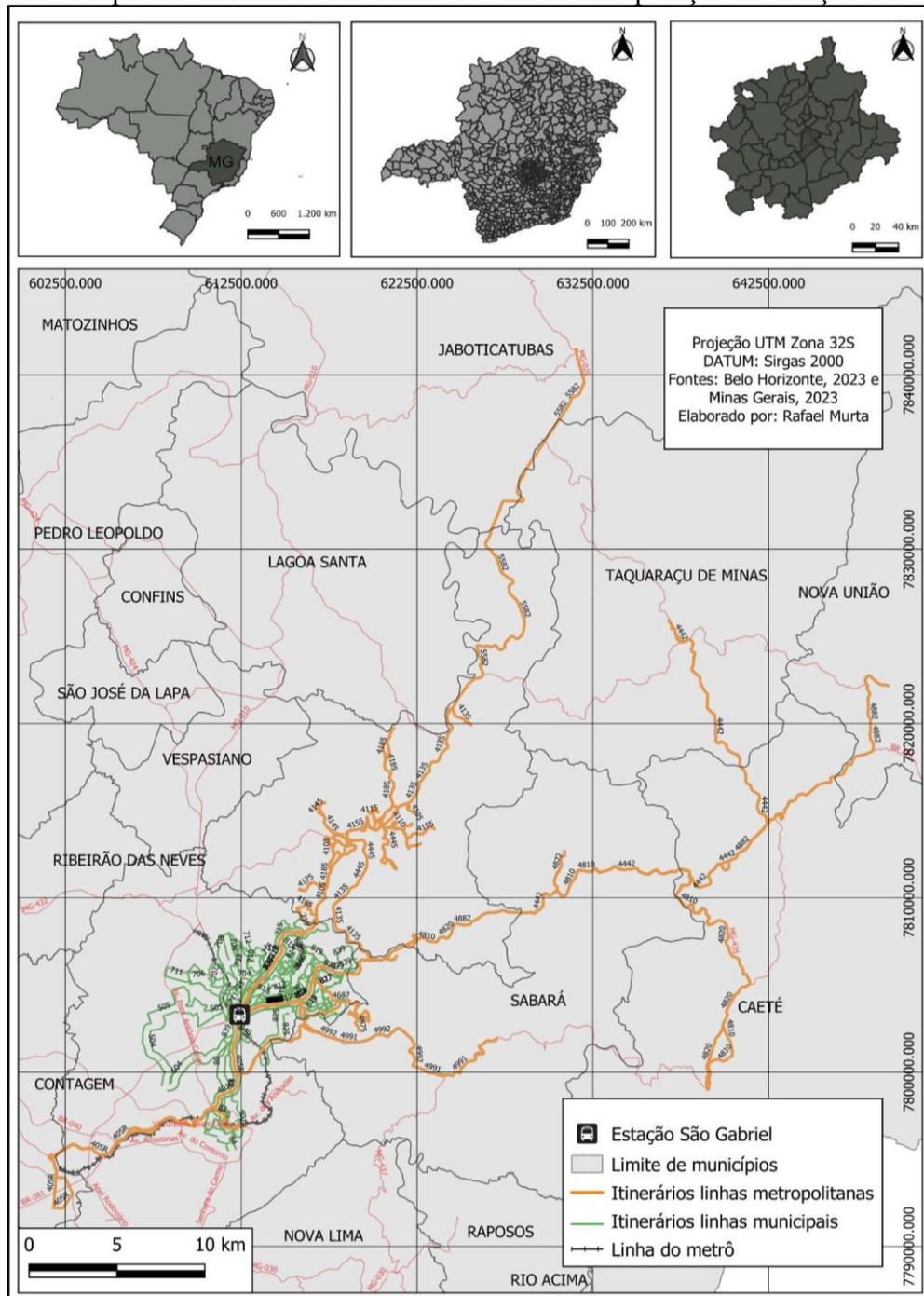
Setor	Área (m ²)	Percentual (%) do total
Leste (Metropolitano)	36.300	54,9%
Oeste (Municipal)	22.800	34,5%
Central (Metrô)	7.042	10,6%

Fonte: Elaborado pelo autor

A operação de transportes por ônibus dos setores leste e oeste da estação são do tipo sistema tronco-alimentado, existindo como linhas troncais o metrô e dois sistemas distintos de BRT, sendo um municipal e outro metropolitano, com sobreposição de destinos e itinerários. Quanto às linhas de ônibus alimentadoras, existem também sistemas distintos, sendo um municipal e outro metropolitano, porém com menor incidência de sobreposições de destinos e itinerários. Apesar da possibilidade de integração física entre os setores da estação através de passarelas de pedestres, não existem integrações tarifárias entre os sistemas de ônibus entre si, existindo integrações apenas entre cada um dos dois sistemas de ônibus e o metrô. As linhas estão distribuídas da seguinte forma: 1 linha de metrô, 4 linhas de BRT Municipal, 4 linhas de BRT Metropolitano, 33 linhas alimentadoras municipais, 27 linhas alimentadoras metropolitanas e 4 linhas diametrais municipais. A organização das linhas está apresentada na Figura 12, e a relação completa das linhas pode ser verificada na tabela do Apêndice D. As informações foram obtidas nos sítios eletrônicos dos gestores dos serviços com consulta em novembro de 2023,

sendo: das linhas municipais de Belo Horizonte no sítio eletrônico da BHTRANS (BELO HORIZONTE, 2023d), das linhas metropolitanas no sítio eletrônico do DER/MG (MINAS GERAIS, 2023) e da linha de metrô no sítio eletrônico da empresa Metrô BH S.A. (METRÔBH, 2023).

Figura 12 - Mapa dos itinerários das linhas de ônibus em operação na estação São Gabriel



Fonte: Elaborado pelo autor

Apesar de a estação funcionar de forma integrada entre os sistemas de transporte, cada setor possui regimes de operação diferenciados, conforme informações de movimentação diária de passageiros, os horários de funcionamento e o número de viagens em dias úteis apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Regimes de operação dos setores da estação São Gabriel

Setor	Movimentação diária de passageiros em dias úteis	Horários de funcionamento	Número de viagens (partidas) em dias úteis
Leste (metropolitano)	9.150	24h	555
Central (metrô)	10.008	05:15h - 23:00h	93
Oeste (municipal)	43.000	24h	2.625

Fonte: Elaborado pelo autor

Ainda, a estação dispõe de alguns equipamentos que auxiliam na acessibilidade ou que proporcionam um melhor conforto e experiência ao usuário do transporte coletivo durante o período de transbordo entre as viagens durante a integração, conforme elencado na Tabela 6.

Tabela 6 - Equipamentos presentes na estação São Gabriel

Setor	Equipamento	Quantidade
Oeste (municipal)	Elevador	3
	Escada rolante	3
	Loja ou conveniência	2
	Bilheteria	2
	Guarita de vigilância	6
	Banheiros públicos	2
	Posto de polícia ou guarda municipal	1
Central (metrô)	Elevador	2
	Escada rolante	4
	Bilheteria	1
	Banheiros públicos	2
Leste (metropolitano)	Elevador	1
	Escada rolante	2

Setor	Equipamento	Quantidade
	Bilheteria	1
	Guarita de vigilância	2
	Banheiros públicos	2
	Posto de polícia ou guarda municipal	1

Fonte: Elaborado pelo autor

5.2.2 Localizações e entorno

A estação de integração São Gabriel está localizada no entroncamento entre as avenidas Cristiano Machado e Risoleta Neves, na regional administrativa Nordeste de Belo Horizonte, tendo em seu entorno imediato os bairros Suzana, Vila Primeiro de Maio, Primeiro de Maio, Providência, São Gabriel, Andiroba, São Paulo e Maria Virgínia. Em um raio de entorno imediato de 600 metros da estação estão disponíveis diversos equipamentos públicos e privados de interesse de deslocamento com potencial polo gerador de viagens - PGV¹². Na Tabela 7 estão quantificados os equipamentos de maior tamanho e relevância, sendo importante destacar que não constam na listagem supermercados ou farmácias, por se tratar de comércios de alcance local e sem deslocamentos a partir das estações.

¹² Os Polos Geradores de Viagens (PGVs) são locais ou instalações de distintas naturezas que têm em comum o desenvolvimento de atividades em um porte e escala capazes de exercer grande atratividade sobre a população, produzir um contingente significativo de viagens, necessitar de grandes espaços para estacionamento, carga e descarga e embarque e desembarque, promovendo, conseqüentemente, potenciais impactos. Os shopping centers, hipermercados, hospitais, universidades, estádios, terminais de carga, estações de transportes público e mesmo áreas protegidas do tráfego de passagem com múltiplas instalações produtoras de viagens são alguns tipos de PGV (PORTUGAL et. al., 2003).

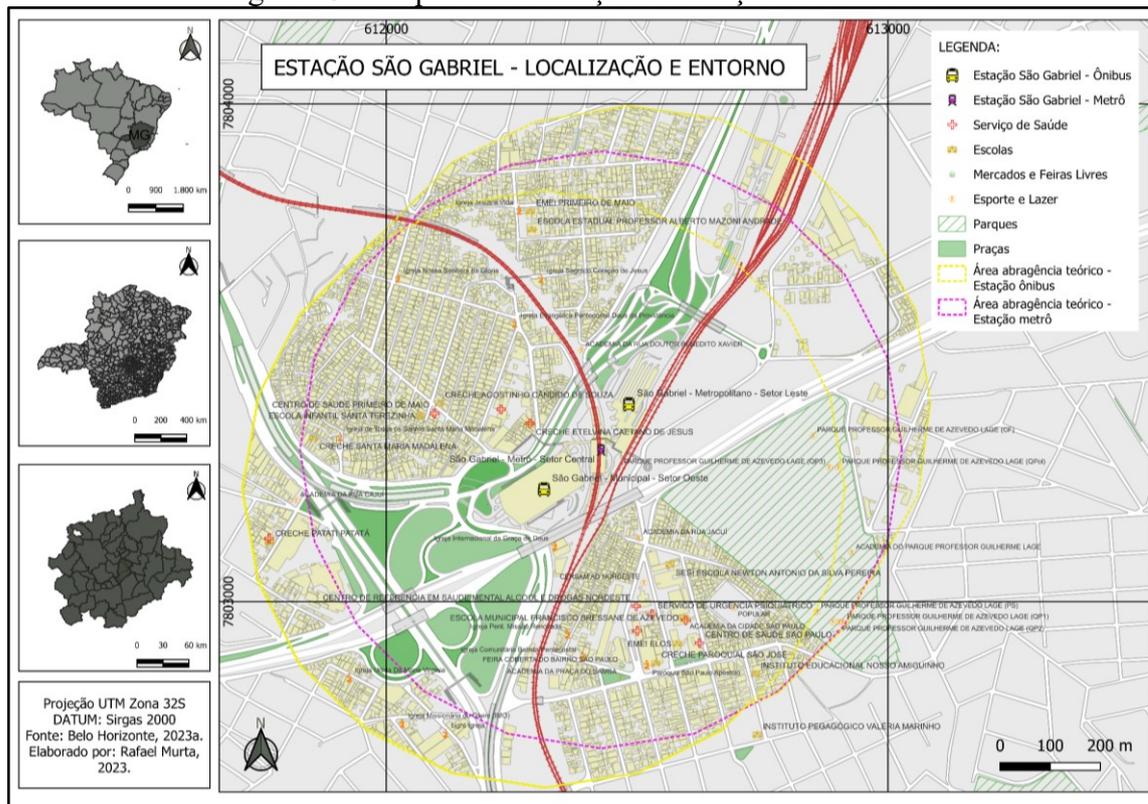
Tabela 7 - Polos geradores de viagem no entorno da estação São Gabriel

Tipo de Equipamento	Quantidade
Serviço de saúde	7
Instituições de ensino	12
Mercados municipais e feiras livres	1
Equipamentos esportivos	15
Parques municipais	1
Igrejas	12

Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapa da Figura 13 apresenta o detalhamento da localização da estação, demonstrando o raio de alcance teórico e os PGV's públicos e privados. Importa destacar que o raio teórico de alcance não considera as inclinações das vias e a geometria dos percursos.

Figura 13 - Mapa de localização da estação São Gabriel



Fonte: Elaborado pelo autor

O passageiro ao desembarcar na estação tem como opções a saída imediata a pé para algum destino próximo ou o transbordo para o complemento de viagem por ônibus, metrô ou BRT, a depender do destino pretendido. Para tal, independente da direção da viagem ou do tipo de opção, são necessários caminhamentos internos na estação. Nessa dissertação analisaremos os caminhamentos com direção a outros setores da estação para transbordo (calculado entre ponto médio das plataformas), os caminhamentos para as saídas de pedestres (pontos de roteamento) e os caminhamentos externos, formando as áreas de abrangência da estação. As distâncias horizontais foram mensuradas através da ferramenta medir no QGIS e as distâncias inclinadas calculadas através da Equação 1. Na Tabela 8, podem ser verificados os resumos das informações coletadas sobre os caminhamentos internos e os detalhes destes caminhamentos, demarcando os trechos de caminhamentos em trecho plano e inclinado, os pontos de roteamento, as distâncias percorridas e as distâncias equivalentes em função da inclinação. Nas Figuras 14, para o Setor Oeste; Figura 15, para o Setor Leste; e Figura 16, para o Setor Central, estão representadas as informações da tabela. Os três setores possuem equipamentos de transporte vertical (elevadores e escadas rolantes) que auxiliam nos deslocamentos e propiciam melhor acessibilidade.

Tabela 8 - Caminhamentos internos da estação São Gabriel.

Tipo de Conexão	Id	Trecho	Distância plana (m)	Distância inclinada (m)	Inclinação de rampa (%)	Fator de ponderação	Distância inclinada ponderada (m)	Distância total (m)	Distância total ponderada pela inclinação (m)	Diferença entre distâncias (m)	Diferença entre distâncias (%)
Ônibus-Metrô (Municipal)	1	Setor Oeste - Setor Central	230	0	-1	-	-	230	230		
Ônibus-Metrô (Metropolitano)	2	Setor Leste - Setor Central	240	0	-1	-	-	240	240		
Ônibus-Ônibus (Municipal - Metropolitano)	3	Setor Oeste - Setor Leste	426	0	-1	-	-	426	426		
Acesso externo	4	Setor Oeste - Avenida Cristiano Machado	58	104	8,33	0,65	160	162	218	56	135%
	5	Setor Oeste - Avenida Risoleta Neves (centro-bairro)	55	95	8,33	0,65	146	150	201	51	134%
	6	Setor Oeste - Avenida Risoleta Neves (bairro-centro)	214	96	8,33	0,65	148	310	362	52	117%
	7	Setor Oeste - Rua Jacuí	320	30	8,33	0,65	46	350	366	16	105%
	8	Setor Leste - Avenida Cristiano Machado	458	104	8,33 ²	0,65	160	562	618	56	110%
	9	Setor Leste - Avenida Risoleta Neves (centro-bairro)	383	96	8,33 ²	0,65	148	479	531	52	111%

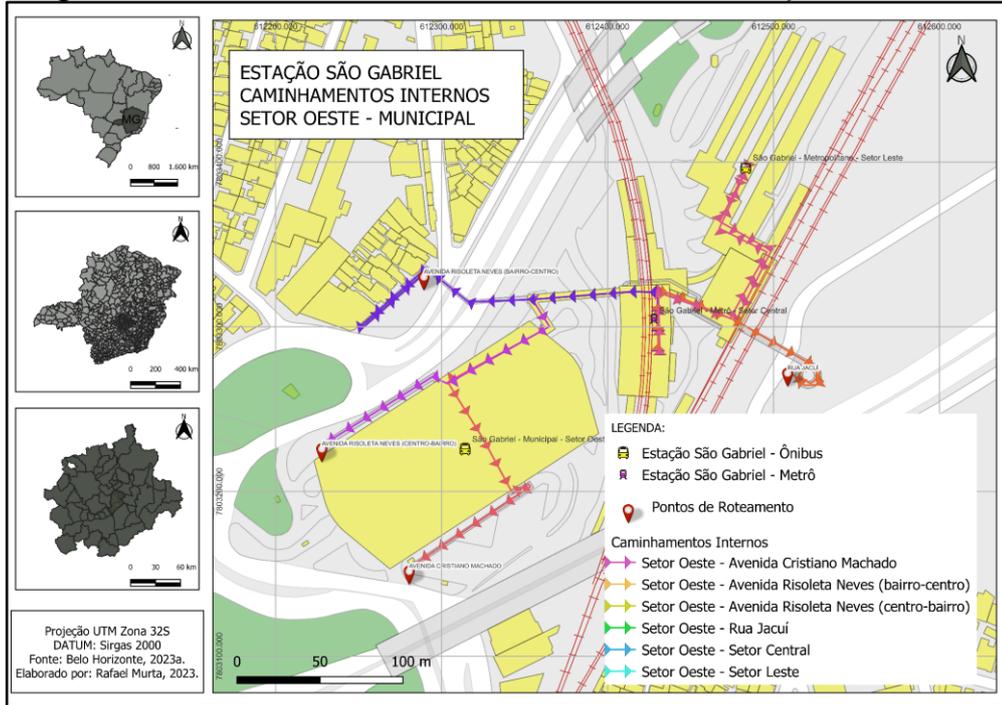
Tipo de Conexão	Id	Trecho	Distância plana (m)	Distância inclinada (m)	Inclinação de rampa (%)	Fator de ponderação	Distância inclinada ponderada (m)	Distância total (m)	Distância total ponderada pela inclinação (m)	Diferença entre distâncias (m)	Diferença entre distâncias (%)
	10	Setor Leste - Avenida Risoleta Neves (bairro-centro)	360	95	8,33 ²	0,65	146	455	506	51	111%
	11	Setor Leste - Rua Jacuí	218	30	8,33	0,65	46	248	264	16	107%
	12	Setor Central - Avenida Cristiano Machado	267	104	8,33 ²	0,65	160	371	427	56	115%
	13	Setor Central - Avenida Risoleta Neves (centro-bairro)	203	96	8,33 ²	0,65	148	299	351	52	117%
	14	Setor Central - Avenida Risoleta Neves (bairro-centro)	169	95	8,33 ²	0,65	146	264	315	51	119%
	15	Setor Central - Rua Jacuí	140	30	8,33 ²	0,65	46	170	186	16	110%

Fonte: Elaborado pelo autor

¹ Distância inclinada evitada por elevador ou escada rolante.

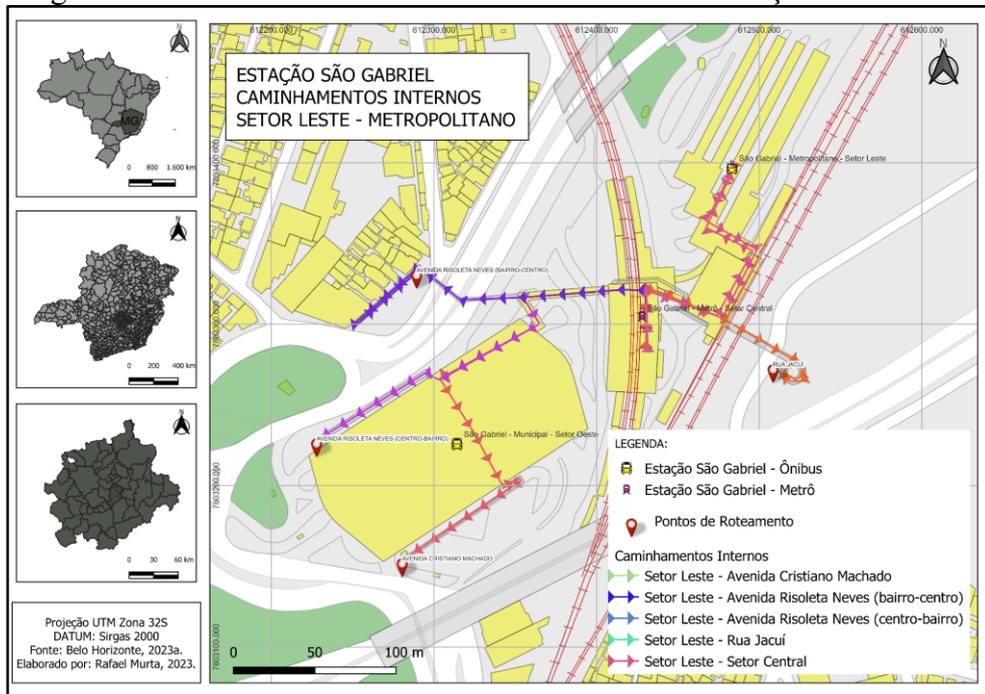
² Parte ou trecho de distância inclinada evitada pelo elevador ou escada rolante.

Figura 14 - Caminhamentos internos do setor oeste da estação São Gabriel



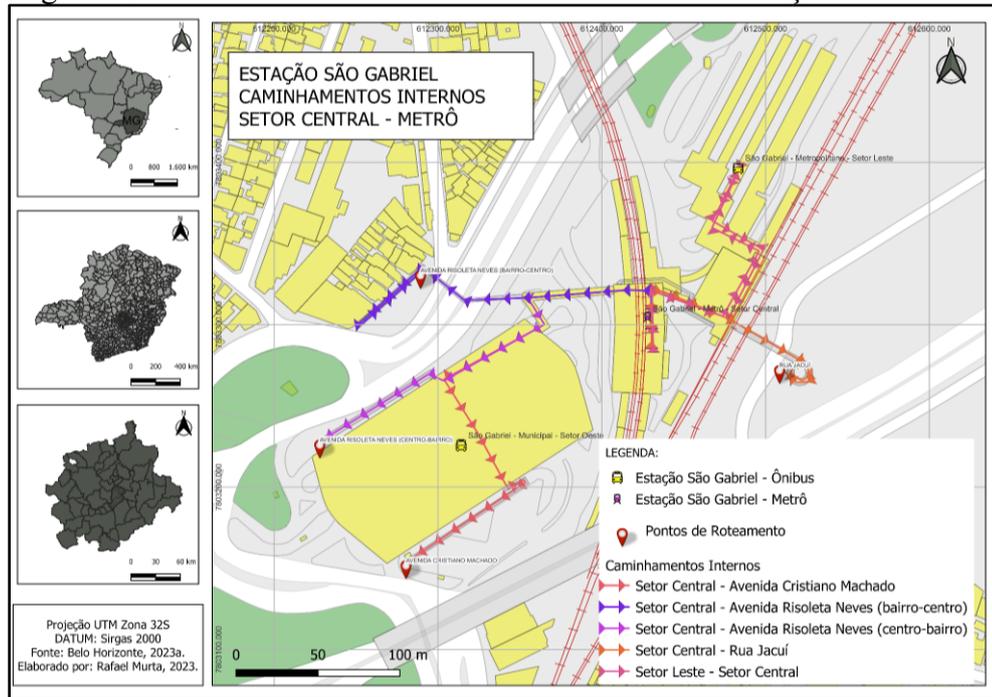
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 15 - Caminhamentos internos do setor leste da estação São Gabriel



Fonte: Elaborado pelo autor

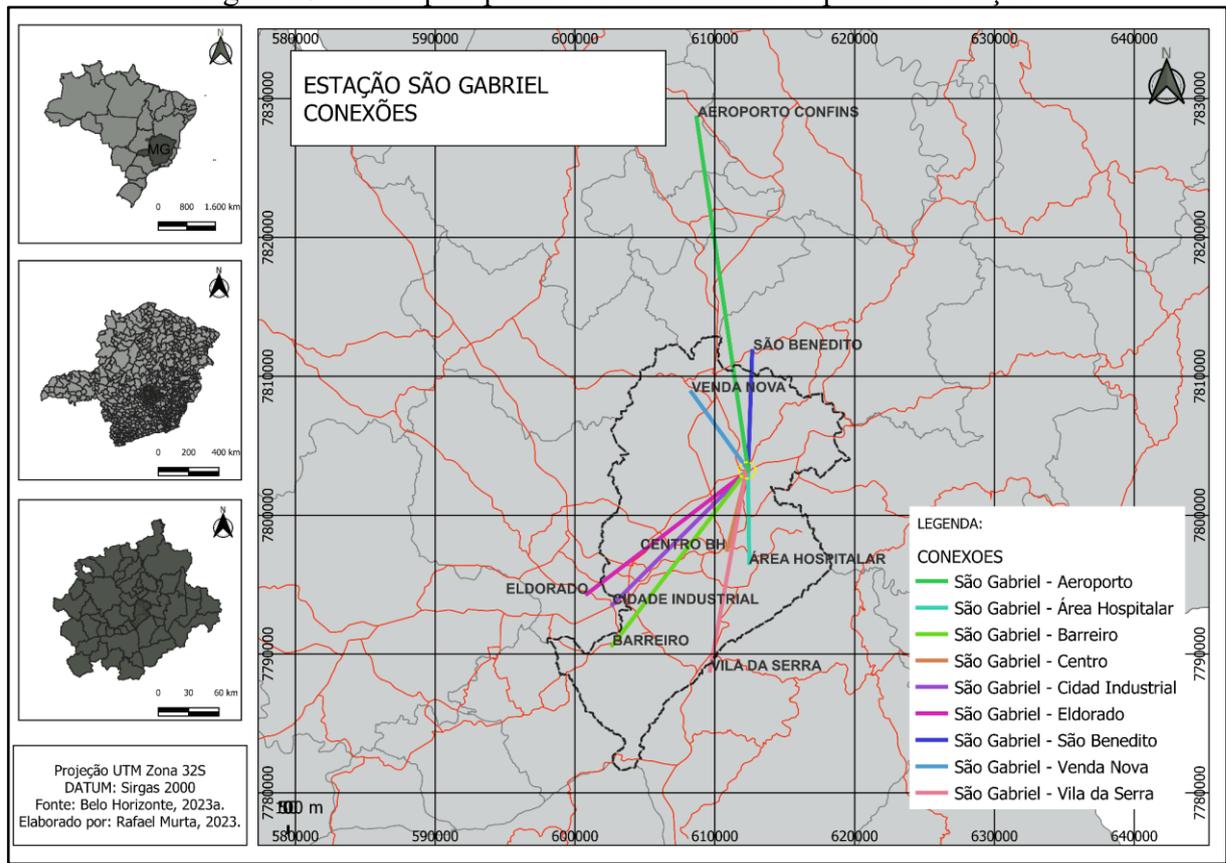
Figura 16 - Caminhamentos internos do setor central da estação São Gabriel



Fonte: Elaborado pelo autor

A partir da estação, apesar da falta de integrações tarifárias completas, o usuário do sistema de transporte público coletivo possui à sua disposição conectividades que permitem deslocamentos para diversos destinos em Belo Horizonte e Região Metropolitana, conforme pode ser observado no mapa da Figura 17, onde estão apresentados os principais pontos de deslocamento apresentados pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte – PDDI-RMBH (Minas Gerais, 2011). Os tempos de deslocamento médios a partir da estação estão sintetizados na Tabela 9.

Figura 17 - Principais pontos de deslocamento a partir da estação



Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 9 - Tempos médios de deslocamento a partir da estação São Gabriel

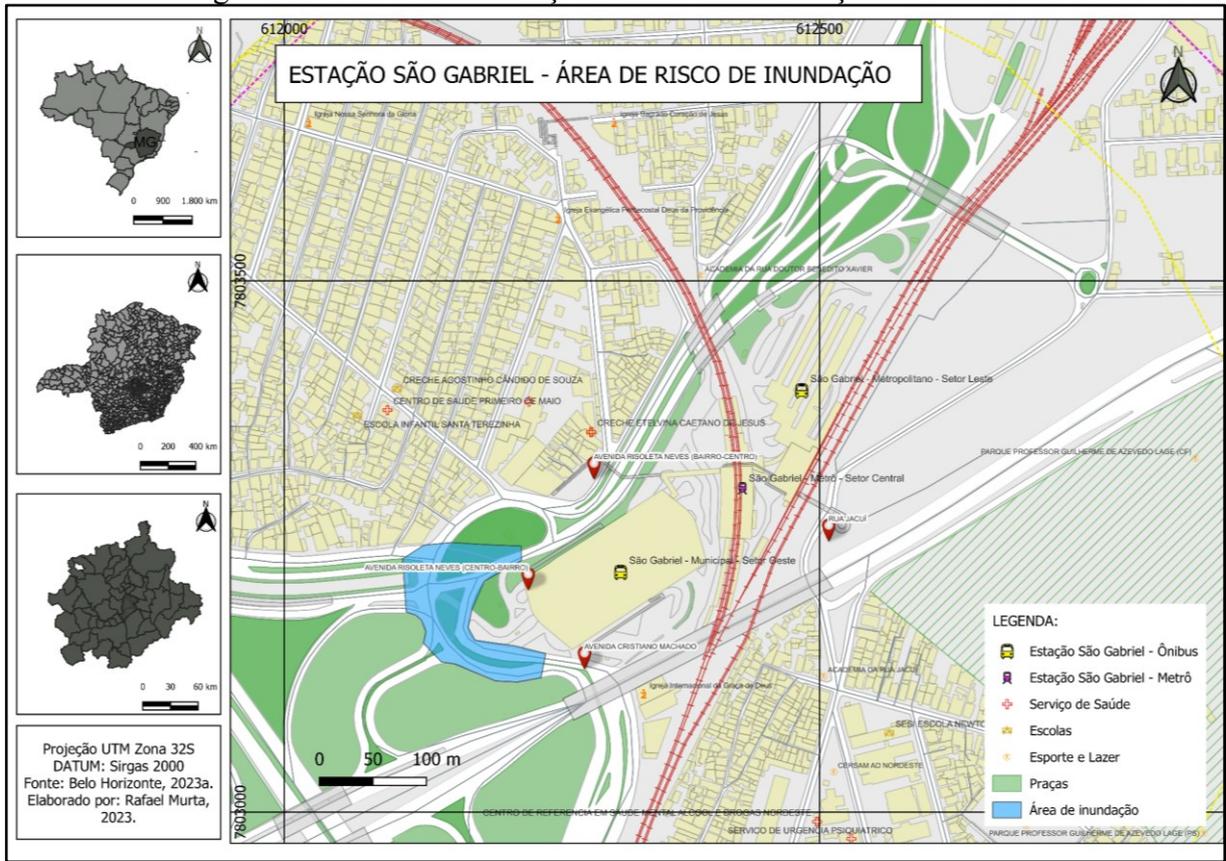
Destino	Tipo de Deslocamento	Tempo médio de deslocamento (minutos)
Centro (Belo Horizonte)	BRT Metropolitano	24
	BRT Municipal	15
	Metrô	25
Área hospitalar (Belo Horizonte)	BRT Metropolitano	29
	BRT Municipal	19
	Metrô + Convencional	37
Cidade Industrial (Contagem)	BRT Metropolitano	46
	Metrô + Convencional Contagem	53
Eldorado (Contagem)	BRT Metropolitano + Convencional Municipal	70
	Metrô	45

Destino	Tipo de Deslocamento	Tempo médio de deslocamento (minutos)
Venda Nova (Belo Horizonte)	BRT Municipal	31
	Metrô + Convencional Municipal	37
Barreiro (Belo Horizonte)	BRT Municipal	49
São Benedito (Santa Luzia)	BRT Metropolitano	41
Vila da Serra (Nova Lima)	BRT Metropolitano + Convencional Municipal	72
	BRT Municipal + Convencional Municipal	70
Aeroporto (Confins)	Convencional Metropolitano	130

Fonte: Elaborado pelo autor

Ainda, podemos destacar que a cidade de Belo Horizonte possui trechos de inundação provocados por chuvas que comprometem a circulação de veículos e pessoas, impactando diretamente na dinâmica do transporte e trânsito no entorno de algumas das estações de integração, sobretudo àquelas pessoas com maior dificuldade de deslocamento e vulnerabilidade (BELO HORIZONTE, 2023b). O mapa da Figura 18, demonstra com dados obtidos no Portal BHMap da Prefeitura de Belo Horizonte e adaptações realizadas pelo autor através de visualização “*in loco*”, a mancha de alagamento próximo à estação de integração São Gabriel. É importante destacar que a prefeitura de Belo Horizonte está realizando atualmente obras de drenagem na região para resolver o problema de inundações no local.

Figura 18 - Ponto de inundação no entorno da estação São Gabriel



Fonte: Elaborado pelo autor

5.2.3 Análises dos resultados

A acessibilidade medida a partir da estação apresenta resultados diversos em função do local de desembarque (estação municipal, estação metropolitana ou estação de metrô) e do ponto de roteamento (Avenida Cristiano Machado sentido Centro-Bairro; Avenida Risoleta Neves sentido Centro-Bairro; Avenida Risoleta Neves sentido Bairro-Centro; e Rua Jacuí) em razão dos caminhamentos internos, das conexões realizadas e dos destinos pretendidos, conforme exposto anteriormente.

Iniciando as análises pelos caminhamentos internos entre os setores da estação, temos como resultados de distância de caminhada 230 metros entre os ônibus municipais de Belo Horizonte e o metrô; 240 metros entre os ônibus metropolitanos e o metrô; e 426 metros entre as duas estações de ônibus. Considerando o limite de caminhada pelos métodos A e B (limites de 600 metros), todas as distâncias de caminhada entre os setores da estação estão satisfatórias, entretanto pelo método C (limite de 400 metros) a distância entre os setores de

ônibus municipais e metropolitanos está insatisfatório, uma vez que possui distância 26 metros superior ao limite estabelecido.

Passando para a análise dos deslocamentos externos temos, para efeito de comparação, que o potencial de abrangência teórico calculado a partir do traçado de um círculo de raio de 600 metros (em distância euclidiana) apresenta uma área de 1.130.940 metros quadrados. Entretanto, considerando os caminhamentos conforme os critérios de caminhamento máximo e declividade discutidos nesta dissertação, temos áreas de abrangência de acessibilidade significativamente menores, conforme apresentado na Tabela 10.

Tabela 10 - Áreas de abrangência de acessibilidade da Estação São Gabriel

Setor	Método de análise	Área de abrangência (m ²)	Diferença percentual (%) em relação ao teórico
Leste - ônibus metropolitano	Teórico (600 m)	1.130.940	-
	Método A - 600 m	190.892	16,88%
	Método B - 600 m com declividade	114.867	10,16%
	Método C - 400 m	68.771	6,08%
Central - metrô	Teórico (600 m)	1.130.940	-
	Método A - 600 m	364.059	32,19%
	Método B - 600 m com declividade	235.103	20,79%
	Método C - 400 m	105.712	9,35%
Oeste - ônibus municipais	Teórico (600 m)	1.130.940	-
	Método A - 600 m	279.642	24,73%
	Método B - 600 m com declividade	241.380	21,34%
	Método C - 400 m	147.249	13,02%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda, considerando que a abrangência teórica não avalia a geometria dos percursos e a declividade das vias, podemos analisar as diferenças percentuais entre os métodos A, B e C, tendo como resultado os dados apresentados na Tabela 11, onde são comparadas as áreas de abrangência ao se calcular com distância máxima de 600 metros sem declividade; com distância

máxima de 600 metros com variação pela declividade; e com o método de caminamento máximo de 400 metros sem declividade.

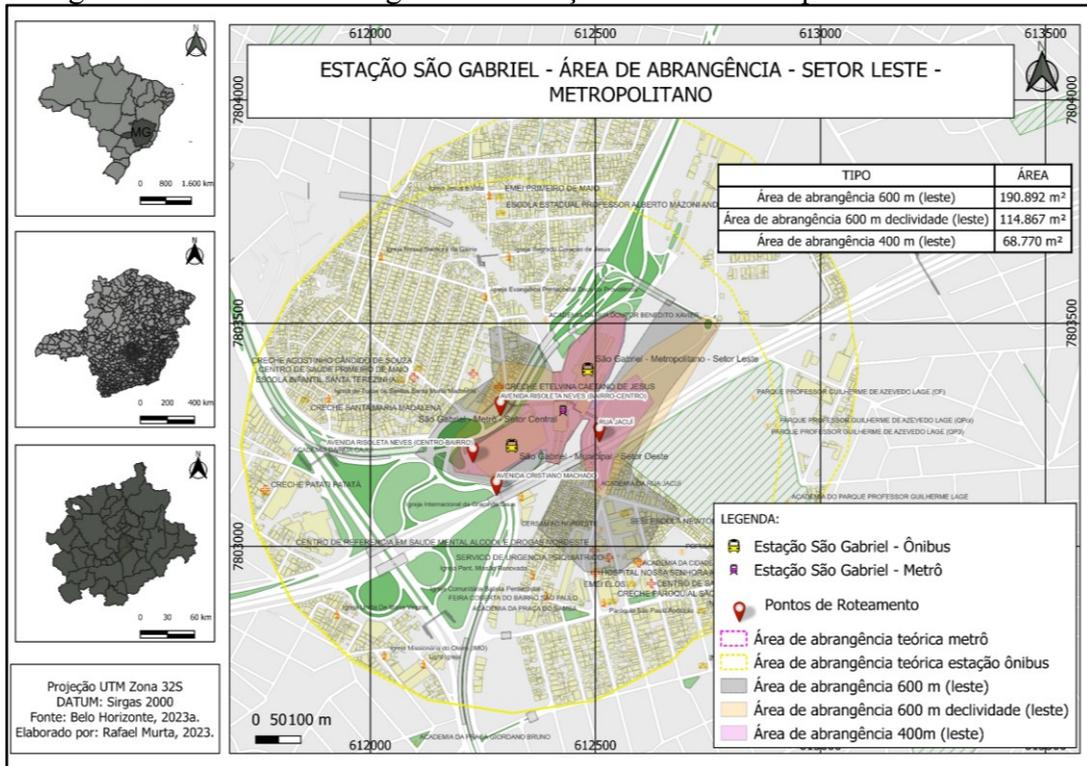
Tabela 11 - Diferenças entre métodos de avaliação de áreas de abrangência de acessibilidade para a Estação São Gabriel

Setor	Método de análise	Área de abrangência (m ²)	Diferença percentual (%) entre os métodos B e A	Diferença percentual (%) entre os métodos C e B	Diferença percentual (%) entre os métodos C e A
Leste - ônibus metropolitano	Método A - 600 m	190.892	-	-	-
	Método B - 600 m com declividade	114.867	60,17%	-	-
	Método C - 400 m	68.771	-	59,87%	36,03%
Central - metrô	Método A - 600 m	364.059	-	-	-
	Método B - 600 m com declividade	235.103	64,58%	-	-
	Método C - 400 m	105.712	-	44,96%	29,04%
Oeste - ônibus municipais	Método A - 600 m	279.642	-	-	-
	Método B - 600 m com declividade	241.380	86,32%	-	-
	Método C - 400 m	147.249	-	61,00%	52,66%

Fonte: Elaborado pelo autor.

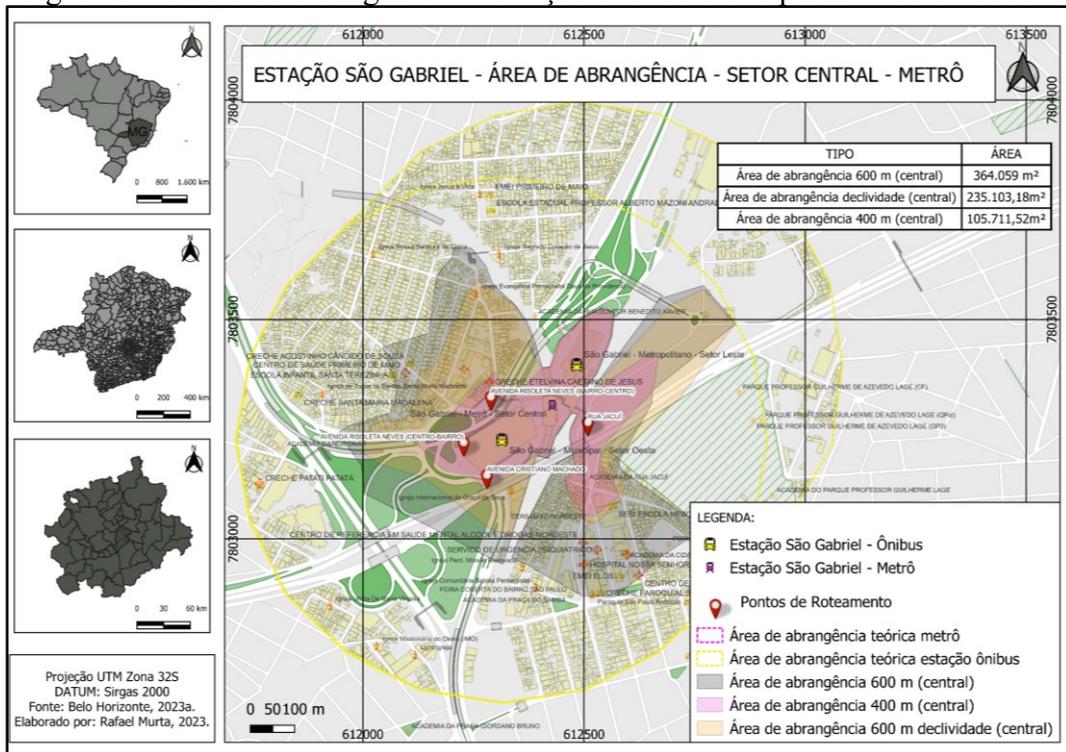
Os mapas das figuras a seguir apresentam as representações das áreas de abrangência a partir de cada um dos setores da estação para cada um dos tipos de métodos de cálculo, sendo a Figura 19 para o setor Leste (Metropolitano), a Figura 20 para o setor Central (Metrô) e a Figura 21 para o setor Oeste (Municipal).

Figura 19 - Áreas de abrangência da estação São Gabriel a partir do setor Leste



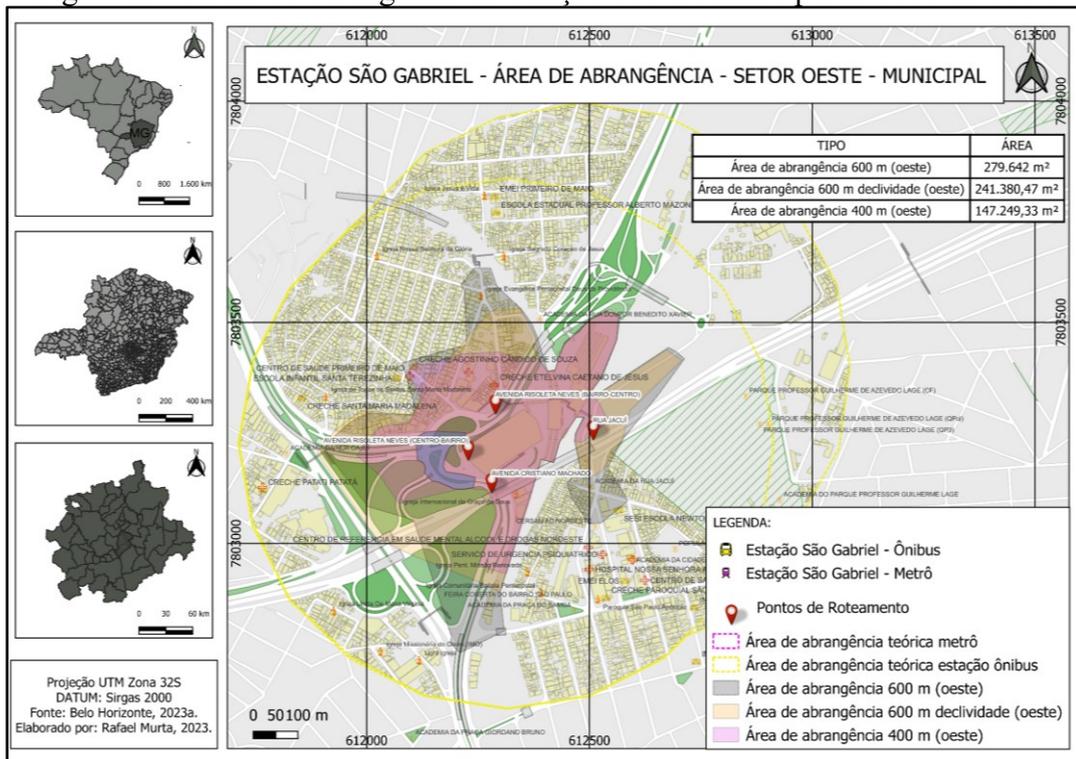
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 20 - Áreas de abrangência da estação São Gabriel a partir do setor Central



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 21 - Áreas de abrangência da estação São Gabriel a partir do setor Oeste



Fonte: Elaborado pelo autor

Outro ponto de discussão que exemplifica bastante a diferença das áreas de abrangência de acessibilidade por caminhamento da estação são os equipamentos públicos e privados polos geradores de viagens - PGV's, atingidos pelas áreas de abrangência em cada um dos métodos. Do total de 48 equipamentos constantes na área de abrangência teórica, 20 estão na área de abrangência do Método A (42%), 10 estão na área de abrangência do Método B (21%) e 8 estão na área de abrangência do Método C (17%), conforme apresentado na Tabela 12.

Tabela 12 - Polos geradores de viagens em cada área de abrangência

Tipo de polo gerador de viagem (PGV)	Quantidade de PGV's			
	Área de abrangência			
	Teórico	Método A - 600 m	Método B - 600 m com declividade	Método C - 400 m
Serviço de saúde	7	6	2	1
Instituições de ensino	12	7	2	2
Mercados municipais e feiras livres	1	0	0	0
Equipamentos esportivos	15	4	4	4

Tipo de polo gerador de viagem (PGV)	Quantidade de PGV's			
	Área de abrangência			
	Teórico	Método A - 600 m	Método B - 600 m com declividade	Método C - 400 m
Parques municipais	1	0	0	0
Igrejas	12	3	2	1

Fonte: Elaborado pelo autor

Em resumo, uma vez que, ao se analisar a acessibilidade devemos considerar a pior situação (Método C), temos ao comparar com a área de abrangência de caminhada máximo de 600 metros com variação pela declividade (Método B), que é a metodologia aplicada pelo órgão gestor do transporte público de Belo Horizonte, os seguintes resultados: Setor Oeste (ônibus metropolitano) com área de abrangência 40,13% menor; Setor Central (metrô) com área de abrangência 55,04% menor; e Setor Oeste (ônibus municipais) com área de abrangência 39% menor, ou seja, na melhor das hipóteses a área de abrangência atende a apenas 61% do que deveria, isso sem contar levar em consideração a área de abrangência teórica.

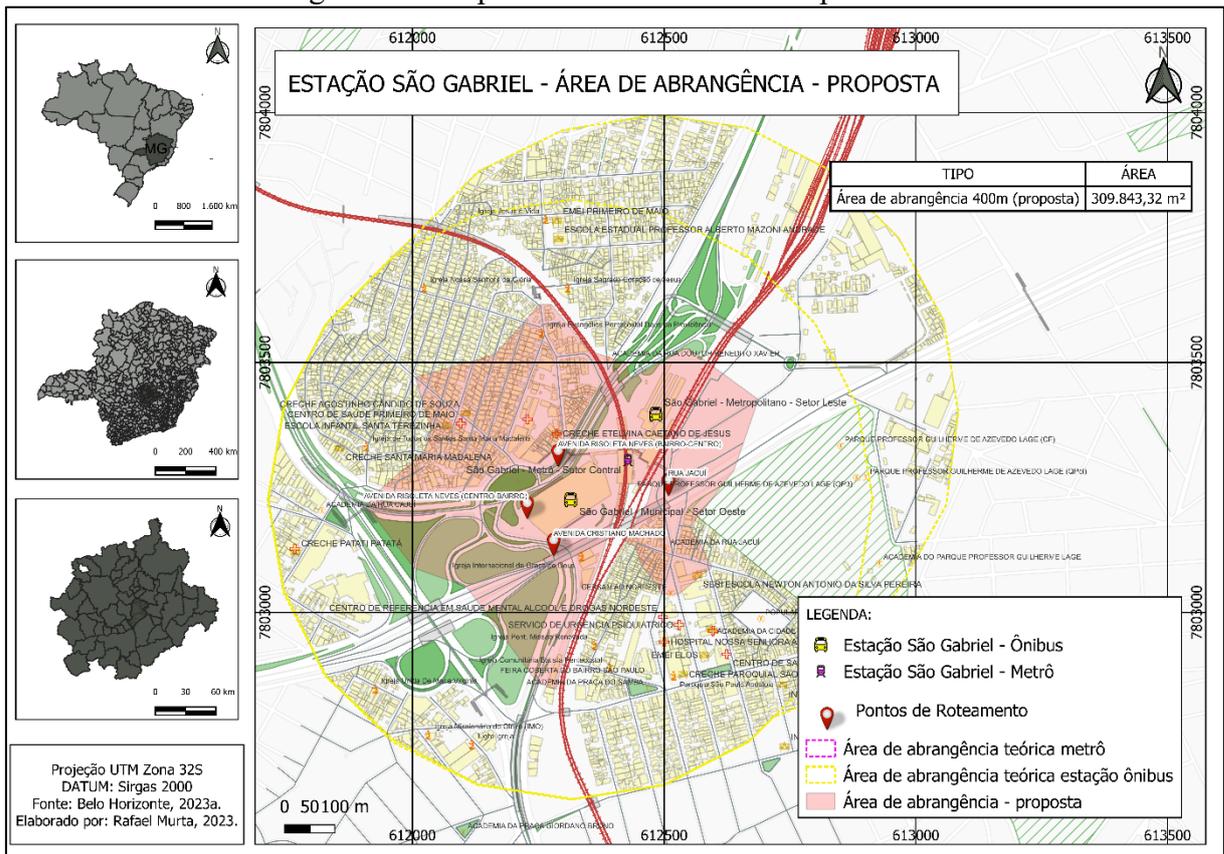
5.2.4 Propostas de melhorias

A acessibilidade da estação de integração São Gabriel é de grande complexidade por envolver três modos de transporte (metrô, ônibus convencional e ônibus BRT) e por estar localizada em um entroncamento rodoviário entre avenidas de grande porte, o Anel Rodoviário de Belo Horizonte e a linha do metrô de superfície, fazendo com que existem muitas barreiras físicas ao caminhada em seu entorno. Adicionalmente, o modelo de transposição entre plataformas adotado nos três setores da estação, onde o usuário é obrigado a realizar um deslocamento vertical até um mezanino tanto para acessar outro modo de transporte como para atingir a rua, faz com que as distâncias de caminhada sejam sobremaneira aumentadas.

Diante do exposto, este trabalho propõe que sejam estudados pelos órgãos gestores acessos externos de pedestre com caminhamentos em nível diretamente das plataformas de embarque e desembarque para as ruas do entorno da estação, fazendo com que os caminhamentos possam ser encurtados, reduzindo distância e tempo percorridos. Esses acessos devem ser em quantidades adequadas, sendo no mínimo um por face do terreno de implantação da edificação.

A título de ilustração de possibilidades, apresentamos na Figura 22, estudo de área de abrangência, calculado pelo Método C, considerando acessos externos com caminhamentos diretos em nível conforme proposto. O resultado da proposta apresentada apresenta uma área de abrangência de 309.843 metros quadrados, sendo esse resultado 2,1 vezes superior ao resultado da situação atual.

Figura 22 - Proposta de novos acessos de pedestres



Fonte: Elaborado pelo autor

5.3 Estação de Metrô Lagoinha

5.3.1 Caracterização

A estação de integração Lagoinha é dedicada à operação do metrô, tendo sido implantada em terreno de aproximadamente 3.607 metros quadrados de área total. Nessa estação existe integração metrô-ônibus em área externa na calçada de pedestres junto ao muro da estação na Avenida do Contorno, sem plataforma dedicada e/ou segregada, com o sistema de ônibus municipal de Belo Horizonte através das linhas municipais 104 e 1030, que interligam a estação

com a região do Alto Afonso Pena da região Centro-sul da capital. O número médio de embarques por dia útil é de 8.886 passageiros (MINAS GERAIS, 2021) e o funcionamento é entre 05:15h e 23:00h. A estação dispõe de alguns equipamentos que auxiliam na acessibilidade ou que proporcionam um melhor conforto e experiência ao passageiro durante o período de transbordo entre as viagens durante a integração, conforme elencado na Tabela 13.

Tabela 13 - Equipamentos estação Lagoinha

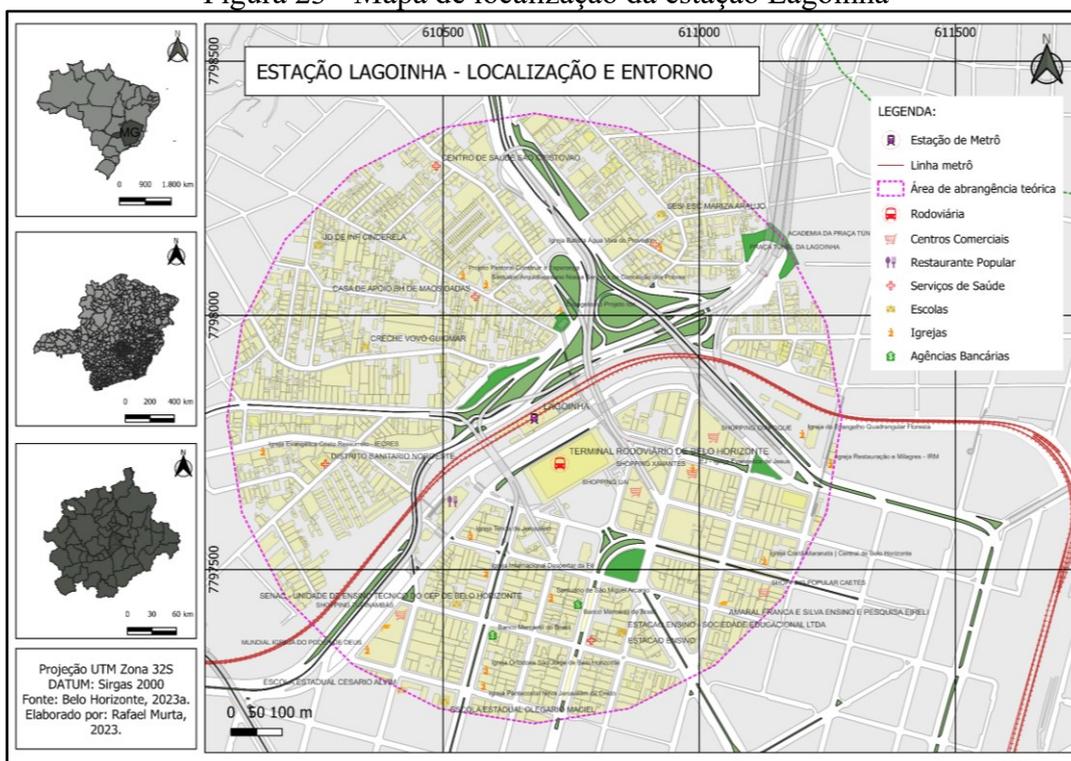
Equipamento	Quantidade
Elevador	2
Escada rolante	4
Loja ou conveniência	6
Bilheteria	1
Banheiros públicos	2

Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.2 Localizações e entorno

A estação está localizada na Avenida do Contorno 11.671, Centro, entre as avenidas Nossa Senhora de Fátima, ao Norte, do Contorno, ao Sul, dos viadutos Nansen Araújo, a leste, e Sarah Kubitschek, a oeste, no centro da cidade de Belo Horizonte. Em um raio de entorno imediato de 600 metros da estação estão disponíveis diversos equipamentos públicos e privados de interesse de deslocamento com potencial polo gerador de viagens - PGV. O mapa da Figura 23 apresenta o detalhamento da localização da estação, demonstrando o raio de alcance teórico e os PGV's públicos e privados. O raio teórico de alcance não considera as inclinações das vias e a geometria dos percursos.

Figura 23 - Mapa de localização da estação Lagoinha



Fonte: Elaborado pelo autor

Na Tabela 14 estão quantificados os equipamentos de maior tamanho e relevância, sendo importante destacar que não constam na listagem supermercados ou farmácias, por se tratarem de comércios de alcance local e sem deslocamentos a partir das estações e hotéis de menor porte por se tratar de pequenos volumes de movimentação de pessoas.

Tabela 14 - Polos geradores de viagem no entorno da estação Lagoinha

Tipo de Equipamento	Quantidade
Centros comerciais	5
Restaurante Popular	1
Serviço de saúde	5
Instituições de ensino	9
Equipamentos esportivos	1
Igrejas	15
Agências bancárias	2

Fonte: Elaborado pelo autor.

O passageiro ao desembarcar na estação tem como opções a saída imediata a pé para algum destino próximo através de passarelas ou o transbordo para o complemento de viagem por ônibus, a depender do destino pretendido. Para tal, independente da direção da viagem ou do tipo de opção, são necessários caminhamentos internos na estação. Nesta dissertação analisaremos os caminhamentos para as saídas de pedestres (pontos de roteamento), calculado desde o ponto médio das plataformas. A passarela de acesso à estação conta com uma bifurcação que garante o atendimento de ambos os lados da estação, o primeiro tramo da passarela garante o acesso pela Rua Itapecerica e Rua Além Paraíba, o segundo tramo da passarela garante o acesso à estação pela Rua Saturnino de Brito, na lateral do Terminal Rodoviário Intermunicipal de Belo Horizonte. Existe ainda um terminal de integração com os ônibus municipais, localizado na Avenida do Contorno e o acesso à estação é realizado através de 2 escadas rolantes, 1 elevador e uma escada fixa. Na Tabela 15, podem ser verificados os resumos das informações coletadas sobre esses caminhamentos.

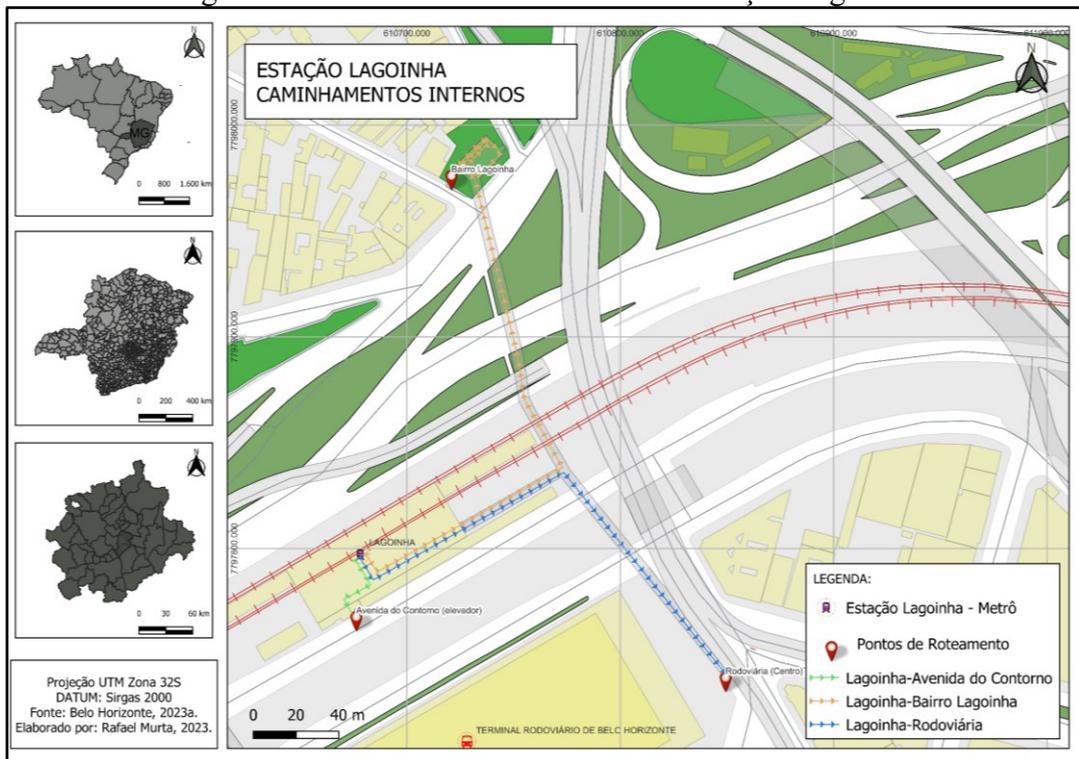
Tabela 15 - Caminhamentos internos da estação Lagoinha

Tipo de Conexão	Id	Trecho	Distância plana (m)	Distância inclinada (m)	Inclinação de rampa (%)	Fator de ponderação	Distância inclinada ponderada (m)	Distância total (m)	Distância total ponderada pela inclinação (m)	Diferença entre distâncias (m)	Diferença entre distâncias (%)
Metrô- -rua	1	Estação Lagoinha - Rodoviária (Centro)	160	73	8,33	0,65	112	233	345	112	148%
	2	Estação Lagoinha - Bairro Lagoinha	258	103	8,33	0,65	158	361	416	55	115%
	3	Elevador Avenida do Contorno	38	0	0	-	-	38	38	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor

As representações geográficas detalhando os caminhamentos internos são apresentadas na Figura 24, sendo importante destacar a falta de conectividade direta da estação com a rodoviária intermunicipal de Belo Horizonte (Terminal Rodoviário Governador Israel Pinheiro - TERGIP) em que existe uma movimentação diária média de 40.000 passageiros, com picos de 70.000 passageiros em dias que antecedem feriados prolongados (MINAS GERAIS, 2019), fazendo com que os passageiros necessitem se deslocar pela rua para realizar a conexão entre as estações de transporte

Figura 24 - Caminhamentos internos da estação Lagoinha



Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.3 Análises dos resultados

Analisando os deslocamentos externos temos, para efeito de comparação, que o potencial de abrangência teórico calculado a partir do traçado de um círculo de raio de 600 metros (em distância euclidiana) apresenta uma área de 1.130.940 metros quadrados. Entretanto, considerando os caminhamentos conforme os critérios de caminhada máximo e declividade,

tem-se áreas de abrangência de acessibilidade significativamente menores, conforme apresentado na Tabela 16.

Tabela 16 - Áreas de abrangência de acessibilidade da Estação Lagoinha

Método de análise	Área de abrangência (m ²)	Diferença percentual (%) em relação ao teórico
Teórico (600 m)	1.130.940	-
Método A - 600 m	402.392	35,58%
Método B - 600 m com declividade	341.288	30,18%
Método C - 400 m	153.294	13,55%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda, podemos analisar as diferenças percentuais entre os métodos A, B e C, tendo como resultado os dados apresentados na Tabela 17, em que são comparadas as áreas de abrangência ao se calcular com distância de 600 metros sem declividade; com distância máxima de 600m com variação pela declividade; e com o método de caminhamento máximo de 400 metros.

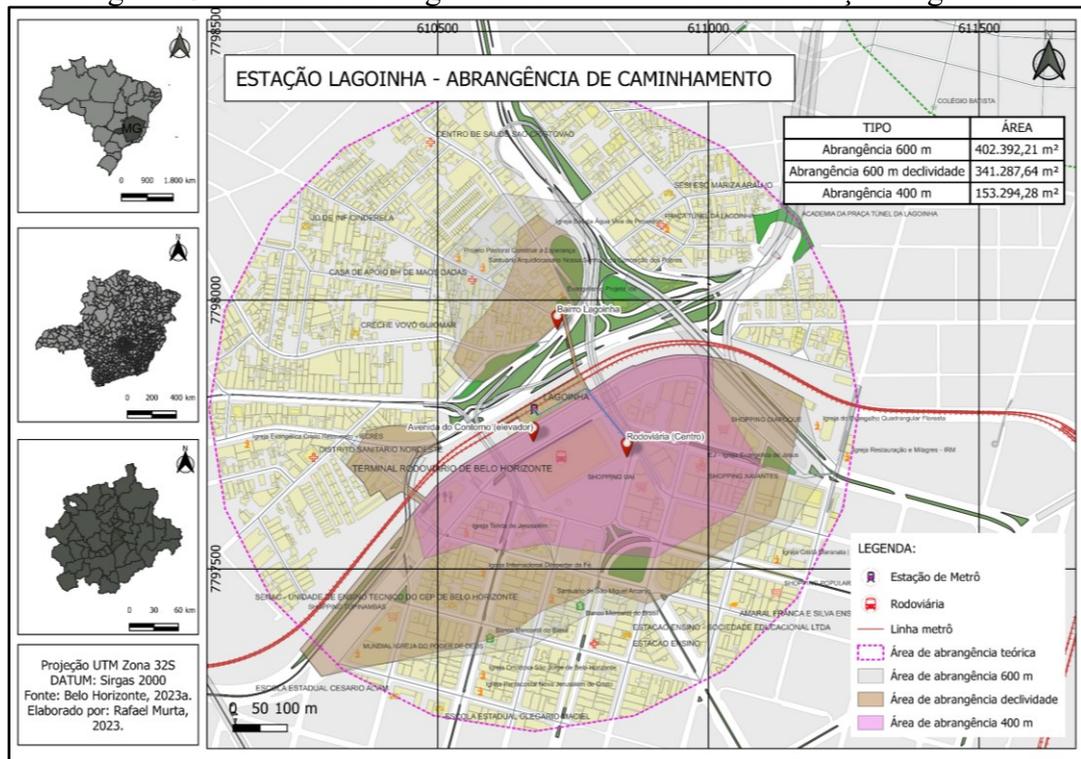
Tabela 17 - Diferenças entre métodos de avaliação de áreas de abrangência de acessibilidade para a Estação Lagoinha

Método de análise	Área de abrangência (m ²)	Diferença percentual (%) entre os métodos B e A	Diferença percentual (%) entre os métodos C e B	Diferença percentual (%) entre os métodos C e A
Método A - 600 m	402.392	-	-	-
Método B - 600 m com declividade	341.288	84,81%	-	-
Método C - 400 m	153.294	-	44,92%	38,10%

Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapa da Figura 25 apresenta as representações das áreas de abrangência da estação para cada um dos tipos de métodos de cálculo.

Figura 25 - Áreas de abrangência de caminhada da estação Lagoinha



Fonte: Elaborado pelo autor

Outro ponto de discussão que exemplifica a diferença das áreas de abrangência de acessibilidade por caminhada da estação são os equipamentos públicos e privados pelos geradores de viagens - PGV's, atingidos pelas áreas de abrangência em cada um dos métodos. Do total de 38 equipamentos constantes na área de abrangência teórica, 18 estão na área de abrangência do Método A (47%), 14 estão na área de abrangência do Método B (37%), e 6 estão na área de abrangência do Método C (16%), conforme apresentado na Tabela 18.

Tabela 18 - Polos geradores de viagens em cada área de abrangência - Estação Lagoinha

Tipo de polo gerador de viagem (PGV)	Quantidade de PGV's			
	Área de abrangência			
	Teórico	Método A - 600 m	Método B - 600 m com declividade	Método C - 400 m
Centros comerciais	5	4	4	3
Restaurante Popular	1	1	1	1
Serviço de saúde	5	1	0	0

Tipo de polo gerador de viagem (PGV)	Quantidade de PGV's			
	Área de abrangência			
	Teórico	Método A - 600 m	Método B - 600 m com declividade	Método C - 400 m
Instituições de ensino	9	2	2	0
Equipamentos esportivos	1	0	0	0
Igrejas	15	8	6	2
Agências bancárias	2	2	1	0

Fonte: Elaborado pelo autor

Em resumo, uma vez que, ao se analisar a acessibilidade devemos considerar a pior situação (Método C), temos ao comparar com a área de abrangência de caminamento máximo de 600 metros com declividade (Método B) temos como resultado uma área de abrangência 55,08% menor.

5.3.4 Propostas de melhorias

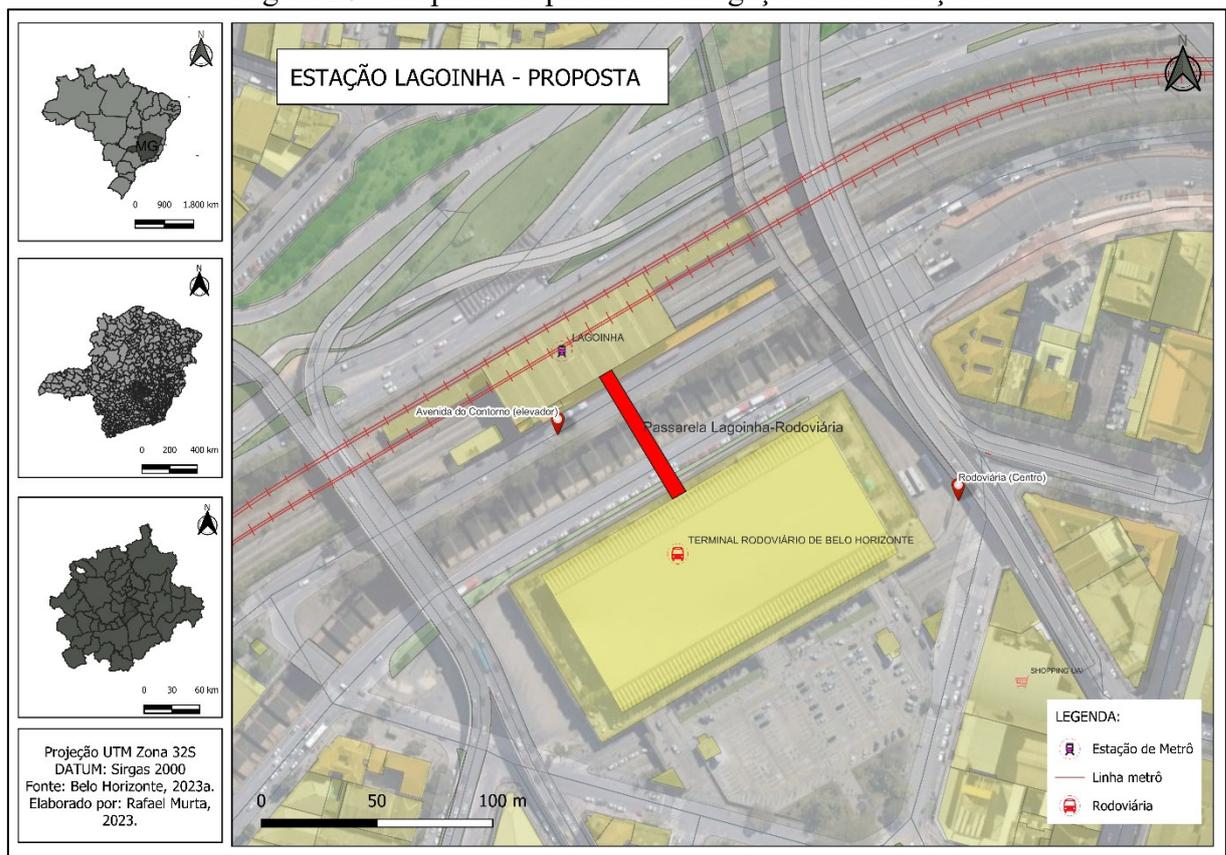
Por se tratar de uma estação localizada em uma região que está completamente cercada por um complexo viário com transposições em desnível (pontes, viadutos e linhas de trem) a vizinhança do entorno imediato já está afastada desse equipamento público de transporte, o que dificulta a proposição de alternativa de acesso. A exceção quanto à vizinhança é no acesso direto à avenida do Contorno, que apesar da proximidade e acesso direto à rua, faz-se necessário pensar em uma solução para adicional de acessibilidade, principalmente para as pessoas com dificuldade de locomoção, uma vez que o acesso é viabilizado apenas por elevador, sem dispor de alternativas em casos de falhas nos equipamentos disponíveis.

Em razão da proximidade e da grande movimentação de passageiros embarcando e desembarcando na rodoviária da capital, esta dissertação propõe uma conexão direta entre as estações de transporte por meio de passarela, uma vez que a atual conexão, apesar de contar com uma passarela, obriga o usuário a acessar a rua, percorrer um trecho no entorno do estacionamento da rodoviária e só então poder acessar o terminal rodoviário, percorrendo uma distância de 440 metros. Este trecho de percurso possui diversas dificuldades de acessibilidade

além da distância, tais como: iluminação ineficiente, calçadas degradadas, travessias de vias sem rebaixos, necessidade de travessia dos acessos do ônibus sem boa visibilidade, presença de moradores de rua e pontos de drogas e prostituição. A melhora no acesso direto entre as estações facilitaria o acesso de boa parte da população da Região Metropolitana de Belo Horizonte com deslocamentos através do metrô e suas conexões nas estações de integração para realização de viagens intermunicipais, interestaduais e internacionais de longa distância, em um trajeto de aproximadamente 110 metros, ou seja, com uma redução de 330 metros (75% menor).

Importante destacar que essa proposta já consta como um dos itens de melhoria e reforma das estações do metrô previstas no edital de licitação da concessão. A título de ilustração de possibilidades, apresentamos na Figura 26, estudo de área de abrangência, calculado pelo Método C, considerando passarela de ligação entre a estação Lagoinha e o Terminal Rodoviário de Belo Horizonte, conforme proposto.

Figura 26 - Proposta de passarela de ligação entre estações



Fonte: Elaborado pelo autor

5.4 Estações de BRT do Corredor Cristiano Machado do Sistema Municipal de Belo Horizonte

A avenida Cristiano Machado possui um corredor dedicado ao transporte público desde a década de 1980, quando foi implantado o sistema de trólebus que não chegou a funcionar (MORAES, 1996), passando a funcionar como corredor exclusivo para o transporte público convencional em seu eixo, sem existência de estações. Entre 2005 a avenida foi totalmente reformulada por um projeto viário denominado Linha Verde que implantou uma série de viadutos, elevados e trincheiras e prometia maior agilidade aos veículos que trafegariam da região central da capital em direção ao Aeroporto de Confins e a Cidade Administrativa do Estado de Minas Gerais, foi neste mesmo empreendimento que foram substituídas travessias de pedestre em nível (faixas de pedestres) por passarelas, de maneira que os carros parassem menos em semáforos e desenvolvessem maiores velocidades, marginalizando os pedestres do entorno da avenida. Já na década de 2010, foram realizadas obras para adaptação do corredor existente para implantação do sistema de BRT, tendo sido inaugurado em março de 2014, sendo essa uma das obras de mobilidade para a Copa do Mundo de Futebol de 2014, viabilizadas com recursos financeiros do Programa de Aceleração da Economia - PAC¹³.

As estações do BRT são dedicadas exclusivamente à operação do sistema BRT MOVE, tendo sido implantadas no eixo da avenida Cristiano Machado em canteiro central, porém existindo segregação entre os sistemas municipais e metropolitano que possuem estações de BRT distintas em cada um dos locais de implantação. As estações dispõem de bilheteria automatizada e agente de segurança privada 24h (apenas nas municipais), que auxiliam na acessibilidade e proporcionam um melhor conforto e experiência ao usuário do transporte coletivo durante o período de transbordo entre as viagens na integração BRT-BRT que é realizada em plataforma

¹³ PAC - Programa de Aceleração do Crescimento, lançado em 28 de janeiro de 2007, é um programa do governo federal brasileiro que engloba um conjunto de políticas econômicas, planejadas para os quatro anos seguintes, e que tem como objetivo acelerar o crescimento econômico do Brasil. Entre suas prioridades estão o investimento em infraestrutura, em áreas como saneamento, habitação, transporte, energia e recursos hídricos, entre outros.

elevada com espaço dedicado e em área paga. Operam nessas estações municipais as linhas elencadas na Tabela 19.

Tabela 19 - Linhas em operação nas estações de BRT MOVE municipal da avenida Cristiano Machado

Linha			Órgão Gestor
Numeração	Destino	Tipo	
62	Estação Venda Nova/Savassi Via Hospitais	BRT	SUMOB/BHTRANS
66	Vilarinho/Centro/Hospitais Via Cristiano Machado	BRT	SUMOB/BHTRANS
82	Estação São Gabriel / Savassi Via Hospitais	BRT	SUMOB/BHTRANS
83P	Estação São Gabriel / Centro - Paradora	BRT	SUMOB/BHTRANS
6030	Cidade Administrativa/Savassi Via Hospitais	BRT	SUMOB/BHTRANS

Fonte: Elaborado pelo autor com dados de Belo Horizonte, 2023a

O passageiro ao desembarcar na estação tem como opções a saída imediata a pé para algum destino próximo através de passarelas e/ou faixas de pedestres ou o transbordo para o complemento de viagem por outra linha de BRT, a depender do destino pretendido. Nesta dissertação analisaremos, nos tópicos a seguir, os caminhamentos internos (calculados entre ponto médio das plataformas) até as saídas de pedestres (pontos de roteamento) e as áreas de abrangências da estação, calculadas a partir das distâncias máximas de caminhada deste os pontos de roteamento para cada um dos métodos.

5.4.1 Estação de BRT Minas Shopping Municipal

A estação de integração BRT Minas Shopping Municipal ocupa uma área de aproximadamente 380 metros quadrados e possui movimentação média diária de 319 passageiros por dia útil (Belo Horizonte, 2023f), funcionando no horário entre 04:00h e 23:59h. Está localizada na Avenida Cristiano Machado, na altura do numeral 4.100, na divisa entre os bairros São Paulo a leste e Maria Virgínia a oeste, na região leste da cidade de Belo Horizonte. Essa estação encontra-se segregada da via e a entrada e saída dos usuários é realizada por uma passarela que interliga a estação com a passarela lateral do Viaduto Carlos Drummond de Andrade que passa sobre a Avenida Cristiano Machado e realizada as conexões com a Via 710, possibilitando o atendimento de ambos lados da avenida, o primeiro trecho atende o acesso ao sentido

bairro/centro, a oeste da estação, próximo do cruzamento da avenida Cristiano Machado com a Rua Professor Patrocínio Filho, o segundo trecho atende o acesso ao sentido centro/bairro, a leste da estação, próximo do cruzamento da avenida Cristiano Machado com a Via 710. Em um raio de entorno imediato de 600 metros da estação estão disponíveis diversos equipamentos públicos e privados de interesse de deslocamento com potencial polo gerador de viagens - PGV. Na Tabela 20 estão quantificados os equipamentos de maior tamanho e relevância, sendo importante destacar que não constam na listagem supermercados ou farmácias, por se tratarem de comércios de alcance local e sem deslocamentos a partir das estações.

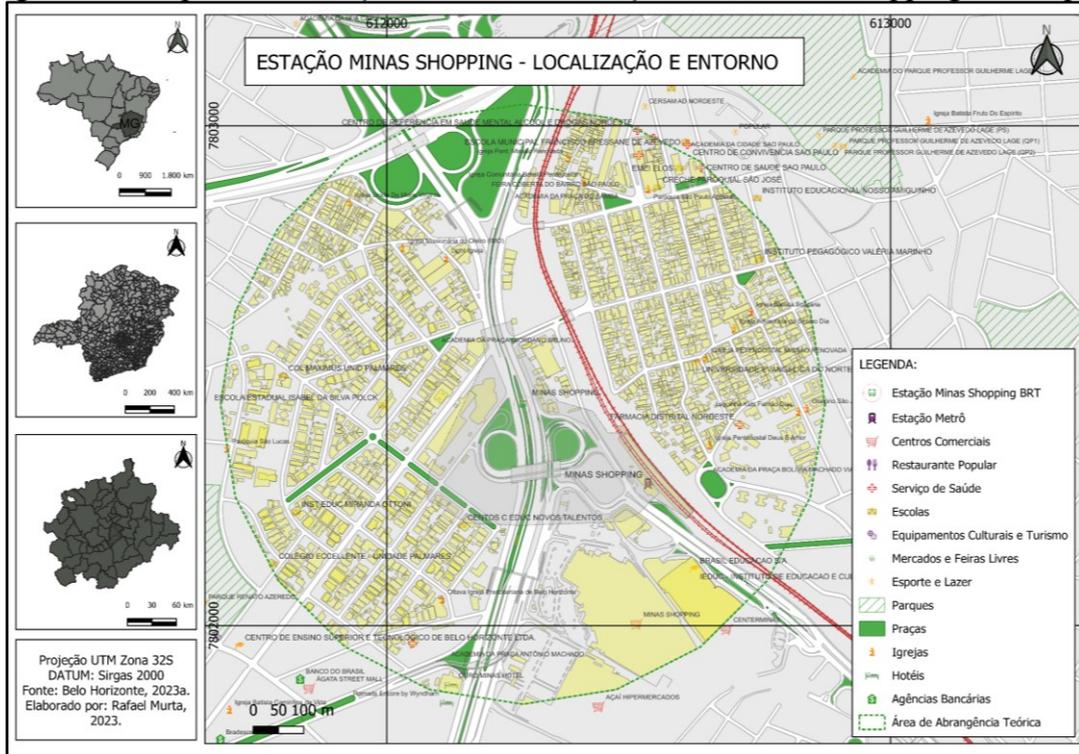
Tabela 20 - Polos geradores de viagem no entorno da estação BRT Minas Shopping Municipal

Tipo de Equipamento	Quantidade
Centros comerciais	1
Serviço de saúde	6
Instituições de ensino	10
Mercados municipais e feiras livres	1
Equipamentos esportivos	4
Igrejas	14
Hotéis	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapa da Figura 27 apresenta o detalhamento da localização da estação, demonstrando o raio de alcance teórico e os PGV's públicos e privados. Importa destacar que o raio teórico de alcance não considera as inclinações das vias e a geometria dos percursos.

Figura 27 - Mapa de localização e entorno da estação BRT Minas Shopping Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

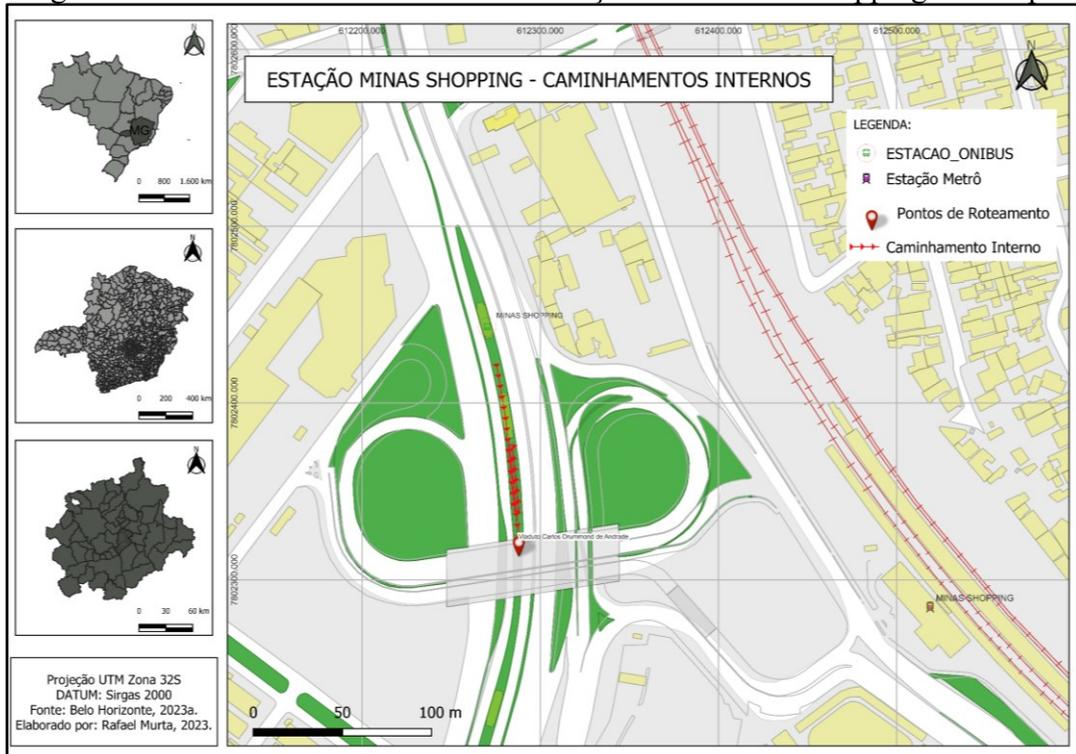
Os caminhamentos internos da estação estão apresentados na Tabela 21, onde podem ser verificados os resumos das informações coletadas e as representações geográficas desses caminhamentos estão apresentadas na Figura 28. Importante destacar que a estação não possui equipamentos de transporte vertical (elevadores e escadas rolantes) que auxiliam nos deslocamentos e propiciam melhor acessibilidade. Outro destaque de grande relevância é a falta de conectividade direta da estação com o empreendimento Minas Shopping, que possui a mesma nomenclatura, uma vez que a estação mais próxima é a Ouro Minas, distante a 400 metros da portaria mais próxima, enquanto a estação Minas Shopping está distante a 650 metros da portaria mais próxima, não sendo a mesma portaria considerada como acesso.

Tabela 21 - Caminhamentos internos da estação BRT Minas Shopping Municipal

Tipo de Conexão	Id	Trecho	Distância plana (m)	Distância inclinada (m)	Inclinação de rampa (%)	Fator de ponderação	Distância inclinada ponderada (m)	Distância total (m)	Distância total ponderada pela inclinação (m)	Diferença entre distâncias (m)	Diferença entre distâncias (%)
Passarela e viaduto	1	Estação Minas Shopping - Viaduto Carlos Drummond de Andrade	4	144	8,33	0,65	222	148	226	78	153%

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 28 - Caminhamentos internos da estação BRT Minas Shopping Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

5.4.1.1 Análises dos resultados

Analisando os deslocamentos externos temos, para efeito de comparação, que o potencial de abrangência teórico calculado a partir do traçado de um círculo de raio de 600 metros (em distância euclidiana) apresenta uma área de 1.130.940 metros quadrados. Entretanto,

considerando os caminhamentos conforme os critérios de caminhada máximo e declividade discutidos nesta dissertação, temos áreas de abrangência de acessibilidade significativamente menores, conforme apresentado na Tabela 22.

Tabela 22 - Áreas de abrangência de acessibilidade da Estação BRT Minas Shopping Municipal

Método de análise	Área de abrangência (m ²)	Diferença percentual (%) em relação ao teórico
Teórico (600 m)	1.130.940	-
Método A - 600 m	111.178	9,83%
Método B - 600 m com declividade	78.046	6,90%
Método C - 400 m	48.403	4,28%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda, podemos analisar as diferenças percentuais entre os métodos A, B e C, tendo como resultado os dados apresentados na Tabela 23, onde são comparadas as áreas de abrangência ao se calcular com distância de 600 metros sem declividade; com distância máxima de 600m com variação pela declividade; e com o método de caminhada máximo de 400 metros.

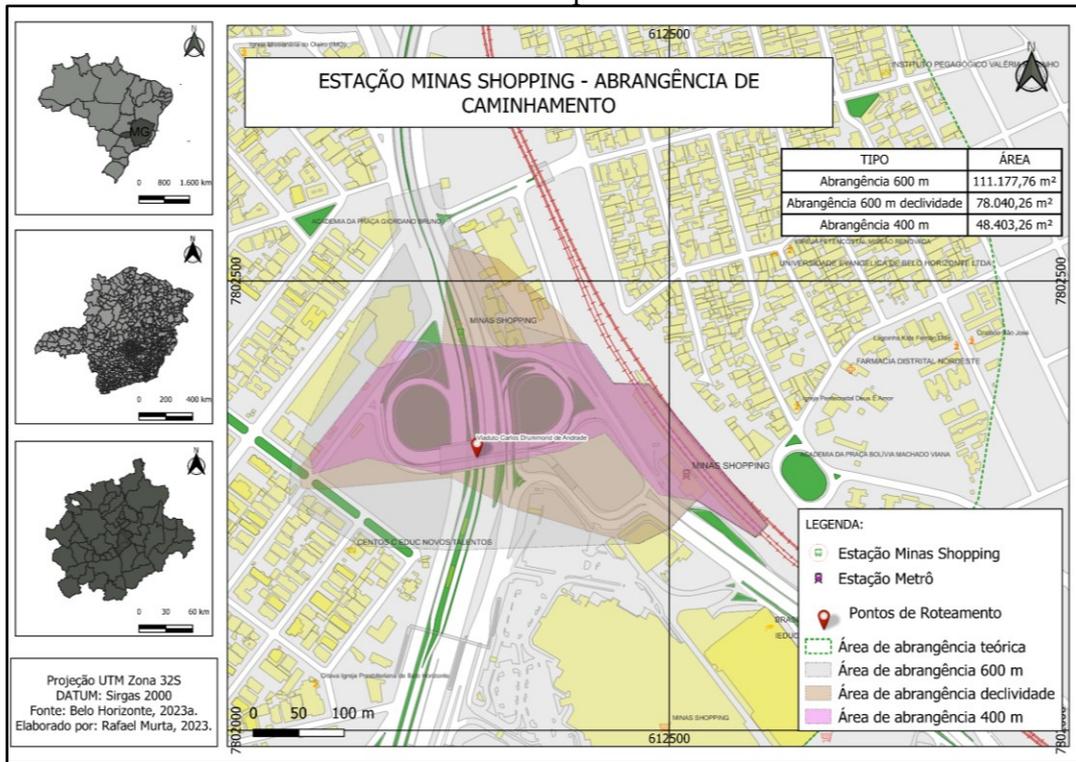
Tabela 23 - Diferenças entre métodos de avaliação de áreas de abrangência de acessibilidade para a BRT Minas Shopping Municipal

Método de análise	Área de abrangência (m ²)	Diferença percentual (%) entre os métodos B e A	Diferença percentual (%) entre os métodos C e B	Diferença percentual (%) entre os métodos C e A
Método A - 600 m	111.178	-	-	-
Método B - 600 m com declividade	78.046	70,20%	-	-
Método C - 400 m	48.403	-	62,02%	43,54%

Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapa da Figura 29 apresenta as representações das áreas de abrangência da estação para cada um dos tipos de métodos de cálculo.

Figura 29 - Áreas de abrangência de caminhada da estação BRT Minas Shopping Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

Outro ponto de discussão que exemplifica bastante a diferença das áreas de abrangência de acessibilidade por caminhada da estação são os equipamentos públicos e privados polos geradores de viagens - PGV's, atingidos pelas áreas de abrangência em cada um dos métodos. Do total de 37 equipamentos constantes na área de abrangência teórica, 1 estão na área de abrangência do Método A (2%), zero estão na área de abrangência do Método B (0%) e zero estão na área de abrangência do Método C (0%), conforme apresentado na Tabela 24.

Tabela 24 - Polos geradores de viagens em cada área de abrangência - Estação BRT Minas Shopping Municipal

Tipo de polo gerador de viagem (PGV)	Quantidade de PGV's			
	Área de abrangência			
	Teórico	Método A - 600 m	Método B - 600 m com declividade	Método C - 400 m
Centros comerciais	1	0	0	0
Serviço de saúde	6	0	0	0

Tipo de polo gerador de viagem (PGV)	Quantidade de PGM's			
	Área de abrangência			
	Teórico	Método A - 600 m	Método B - 600 m com declividade	Método C - 400 m
Instituições de ensino	10	1	0	0
Mercados municipais e feiras livres	1	0	0	0
Equipamentos esportivos	4	0	0	0
Igrejas	14	0	0	0
Hotéis	1	0	0	0

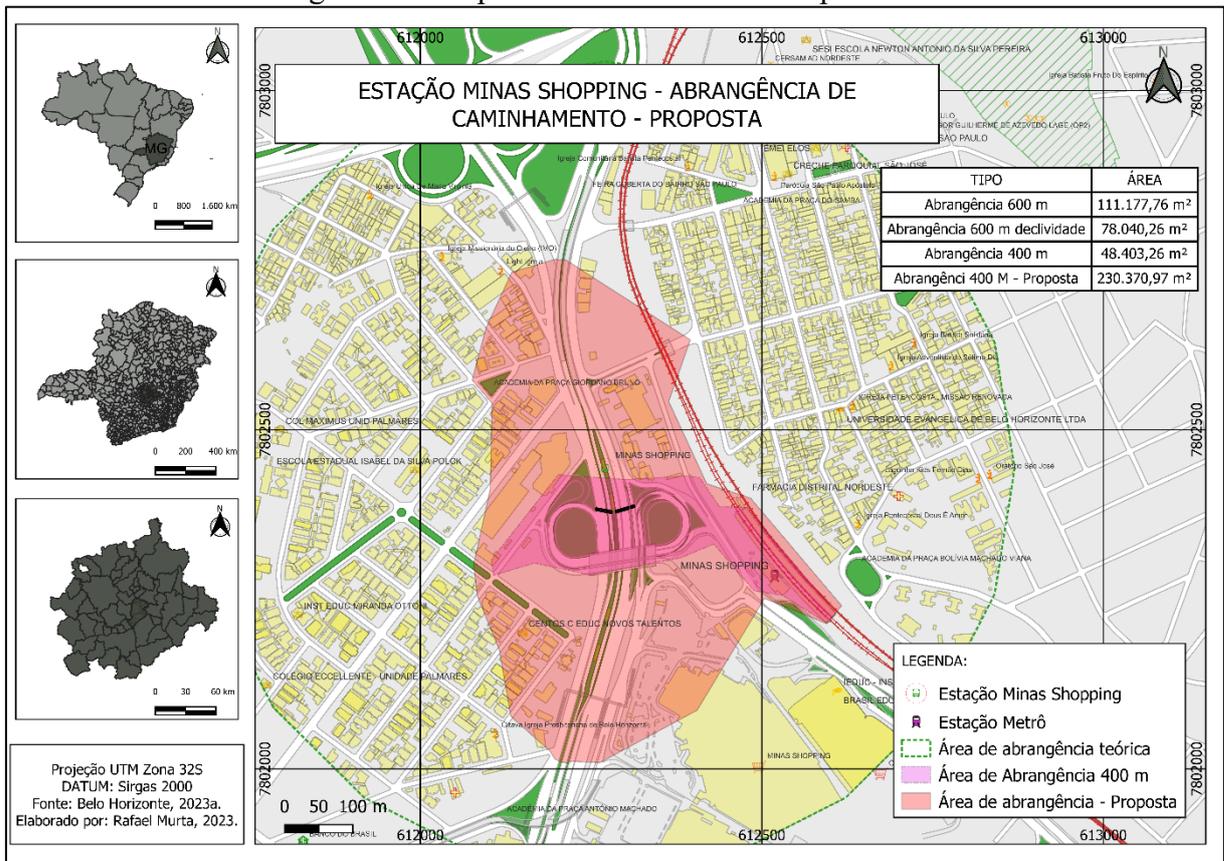
Fonte: Elaborado pelo autor

Em resumo, uma vez que, ao se analisar a acessibilidade devemos considerar a pior situação (Método C), temos ao comparar com a área de abrangência de caminamento máximo de 600 metros com declividade (Método B) temos como resultado uma área de abrangência 37,98% menor.

5.4.1.2 Propostas de melhorias

Para qualificar a acessibilidade à estação é possível a implantação de travessia perpendicular em nível (faixa de pedestres), controlada por semáforos com tempo de verde aos pedestres adequado. É importante destacar que existem semáforos já implantados distantes a aproximadamente 170 metros da entrada da estação, podendo ser facilmente sincronizados com as aberturas e fechamentos do novo semáforo dedicado à travessia da avenida e acesso à estação. A título de ilustração, apresentamos na Figura 30, estudo de área de abrangência, calculado pelo Método C, considerando acessos externos com caminhamentos diretos em nível conforme proposto. O resultado da proposta apresentada apresenta uma área de abrangência de 230.371 metros quadrados, sendo este resultado 4,76 vezes superior ao resultado da situação atual.

Figura 30 - Proposta de novos acessos de pedestres



Fonte: Elaborado pelo autor

5.4.2 Estação de BRT Ouro Minas Municipal

A estação de integração BRT Ouro Minas Municipal ocupa uma área de aproximadamente 400 metros quadrados e possui movimentação média diária de 1.440 passageiros por dia útil (Belo Horizonte, 2023f), funcionando no horário entre 04:00h e 23:59h. Está localizada na Avenida Cristiano Machado, na altura do numeral 3.430, na divisa entre os bairros União a leste e Ipiranga a oeste, na região leste da cidade de Belo Horizonte. Essa estação encontra-se segregada da via e a entrada e saída dos usuários é realizada por uma passarela que está conectada à passarela de pedestres do Viaduto Henriqueta Lisboa, que realiza a interligação viária da Avenida Bernardo Vasconcelos com a Avenida Cristiano Machado, contando com uma bifurcação que possibilita o atendimento de ambos lados da avenida, a primeira passarela atende o acesso ao sentido bairro/centro, a oeste da estação, próximo do cruzamento da avenida Cristiano Machado com a Avenida Bernardo Vasconcelos, a segunda passarela atende o acesso ao sentido centro/bairro, a leste da estação, próximo à entrada de veículos do estacionamento

do Minas Shopping. A estação conta ainda com uma travessia em nível por meio de faixas de pedestres, implantada posteriormente à estação em agosto de 2017, que amplia em sobremaneira a área de abrangência da estação e serve de referência para as demais propostas de melhorias apresentadas nesta dissertação. A implantação desta travessia potencializou a acessibilidade da estação e ampliou a demanda de usuários que passou de uma média de 933 passageiros/dia quando o acesso era apenas por passarelas, para 1.778 passageiros/dia, demonstrando em números a importância do melhor acesso.

Em um raio de entorno imediato de 600 metros da estação estão disponíveis diversos equipamentos públicos e privados de interesse de deslocamento com potencial polo gerador de viagens - PGV. Na Tabela 25 estão quantificados os equipamentos de maior tamanho e relevância, sendo importante destacar que não constam na listagem supermercados ou farmácias, por se tratarem de comércios de alcance local e sem deslocamentos a partir das estações.

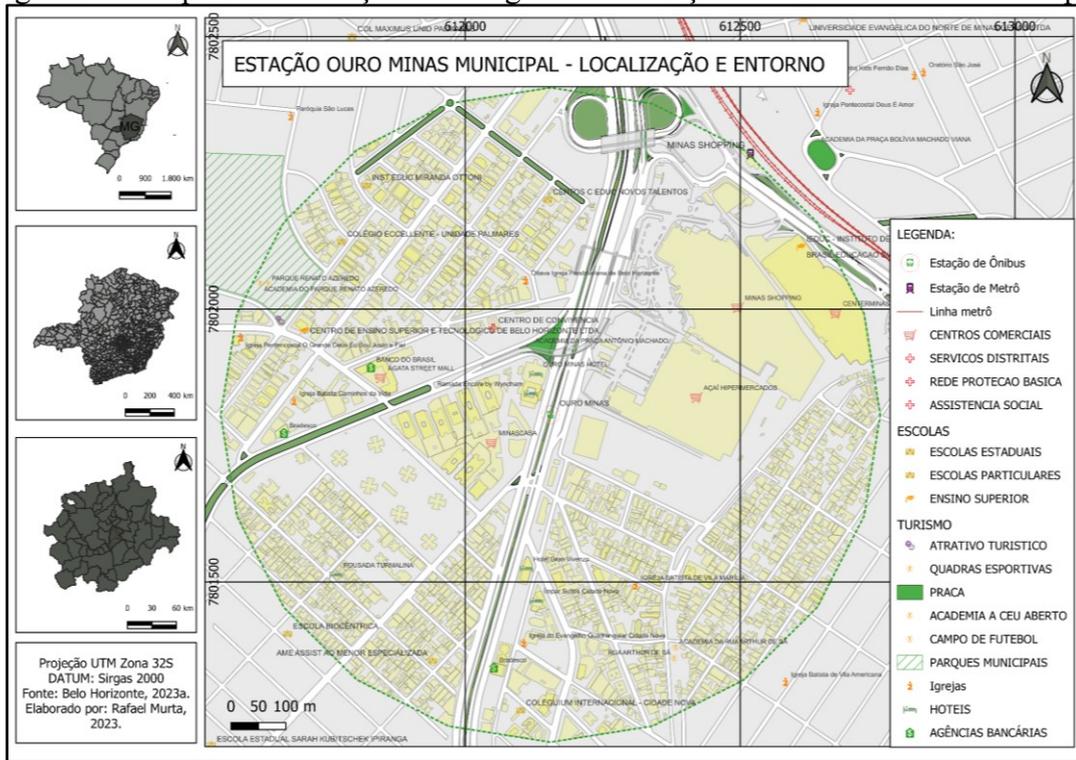
Tabela 25 - Polos geradores de viagem no entorno da estação BRT Ouro Minas Municipal

Tipo de Equipamento	Quantidade
Centros comerciais	5
Serviço de saúde	2
Instituições de ensino	7
Equipamentos culturais e turismo	1
Mercados municipais e feiras livres	4
Equipamentos esportivos	5
Parques municipais	1
Igrejas	5
Hotéis	5
Agências bancárias	3

Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapa da Figura 31 apresenta o detalhamento da localização da estação, demonstrando o raio de alcance teórico e os PGV's públicos e privados. Importa destacar que o raio teórico de alcance não considera as inclinações das vias e a geometria dos percursos.

Figura 31 - Mapa de localização e abrangência da estação BRT Ouro Minas Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

Os caminhamentos internos da estação estão apresentados na Tabela 26, onde podem ser verificados os resumos das informações coletadas e as representações geográficas desses caminhamentos estão apresentadas na Figura 32. Importante destacar que a estação não possui equipamentos de transporte vertical (elevadores e escadas rolantes) que auxiliam nos deslocamentos e propiciam melhor acessibilidade.

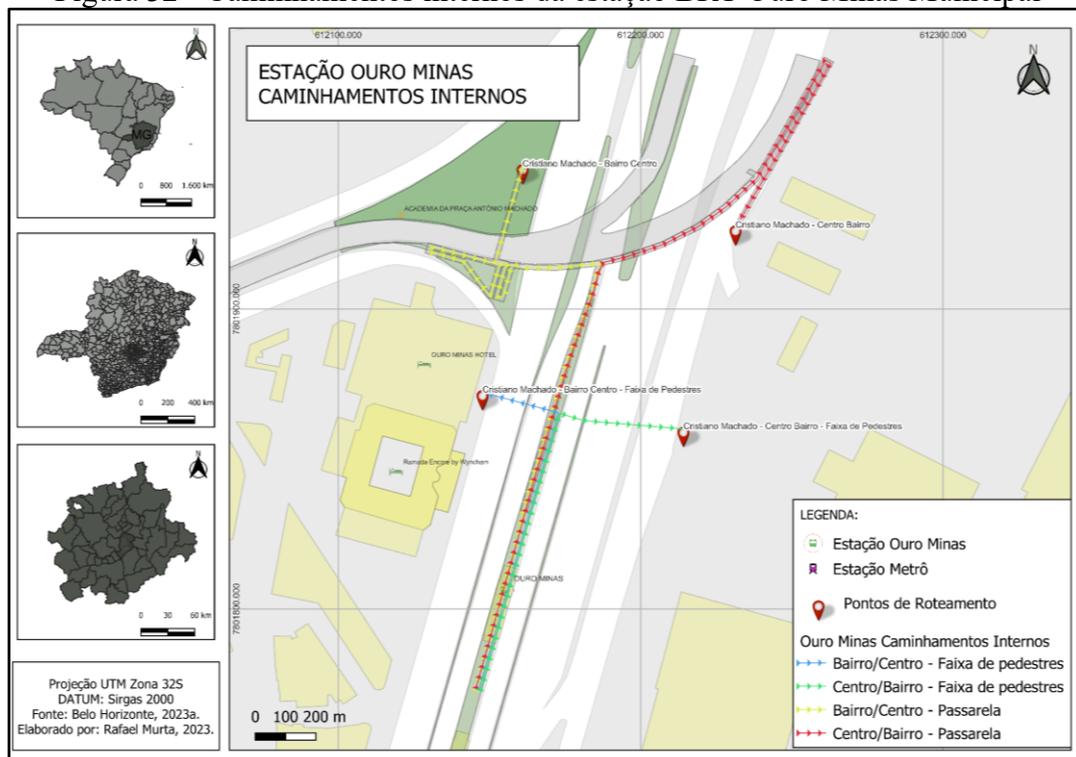
Tabela 26 - Caminhamentos internos da estação BRT Ouro Minas Municipal

Tipo de Conexão	Id	Trecho	Distância plana (m)	Distância inclinada (m)	Inclinação de rampa (%)	Fator de ponderação	Distância inclinada ponderada (m)	Distância total (m)	Distância total ponderada pela inclinação (m)	Diferença entre distâncias (m)	Diferença entre distâncias (%)
Passarela e viaduto	1	Estação Ouro Minas - Avenida Cristiano Machado - Bairro Centro	88	231	8,33	0,65	355	319	443	124	139%

Tipo de Conexão	Id	Trecho	Distância plana (m)	Distância inclinada (m)	Inclinação de rampa (%)	Fator de ponderação	Distância inclinada ponderada (m)	Distância total (m)	Distância total ponderada pela inclinação (m)	Diferença entre distâncias (m)	Diferença entre distâncias (%)
Passarela e viaduto	2	Estação Ouro Minas - Avenida Cristiano Machado - Centro Bairro	120	203	8,33	0,65	312	323	432	109	134%
Faixa de Pedestres	3	Estação Ouro Minas - Avenida Cristiano Machado - Bairro Centro	92	25	8,33	0,65	38	117	130	NA	NA
Faixa de Pedestres	4	Estação Ouro Minas - Avenida Cristiano Machado - Centro Bairro	111	25	8,33	0,65	38	136	145	NA	NA

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 32 - Caminhamentos internos da estação BRT Ouro Minas Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

5.4.2.1 Análises dos resultados

Analisando os deslocamentos externos temos, para efeito de comparação, que o potencial de abrangência teórico calculado a partir do traçado de um círculo de raio de 600 metros (em distância euclidiana) apresenta uma área de 1.130.940 metros quadrados. Entretanto, considerando os caminhamentos conforme os critérios de caminhada máximo e declividade discutidos nesta dissertação, temos áreas de abrangência de acessibilidade significativamente menores, conforme apresentado na Tabela 27.

Tabela 27 - Áreas de abrangência de acessibilidade da Estação BRT Ouro Minas Municipal

Método de análise	Área de abrangência (m ²)	Diferença percentual (%) em relação ao teórico
Teórico (600 m)	1.130.940	-
Método A - 600 m	138.681	12,26%
Método B - 600 m com declividade	49.330	4,36%
Método C - 400 m	153.609	13,58%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda, podemos analisar as diferenças percentuais entre os métodos A, B e C, tendo como resultado os dados apresentados na Tabela 28, onde são comparadas as áreas de abrangência ao se calcular com distância de 600 metros sem declividade; com distância máxima de 600m com variação pela declividade; e com o método de caminhada máximo de 400 metros.

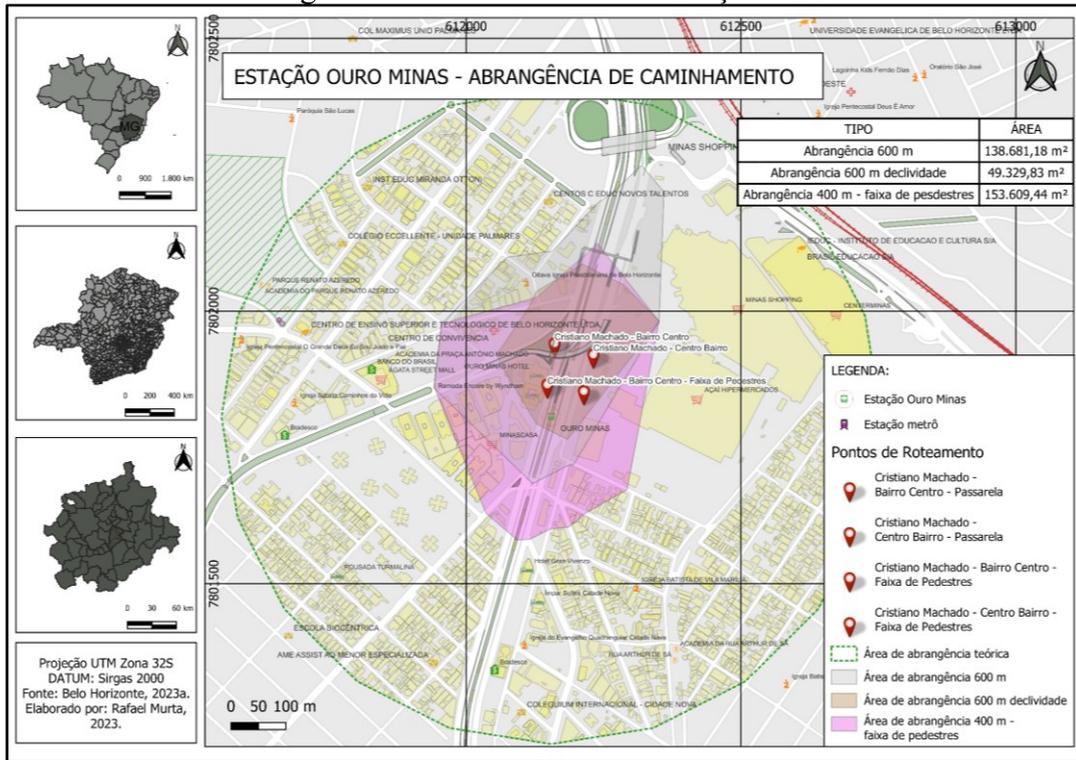
Tabela 28 - Diferenças entre métodos de avaliação de áreas de abrangência de acessibilidade para a BRT Ouro Minas Municipal

Método de análise	Área de abrangência (m ²)	Diferença percentual (%) entre os métodos B e A	Diferença percentual (%) entre os métodos C e B	Diferença percentual (%) entre os métodos C e A
Método A - 600 m	138.681	-	-	-
Método B - 600 m com declividade	49.330	35,57%	-	-
Método C - 400 m	153.609	-	311,39%	110,76%

Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapa da Figura 33 apresenta as representações das áreas de abrangência da estação para cada um dos tipos de métodos de cálculo.

Figura 33 - Áreas de abrangência de caminhada da estação BRT Ouro Minas Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

Outro ponto de discussão que exemplifica bastante a diferença das áreas de abrangência de acessibilidade por caminhada da estação são os equipamentos públicos e privados polos geradores de viagens - PGV's, atingidos pelas áreas de abrangência em cada um dos métodos. Do total de 38 equipamentos constantes na área de abrangência teórica, 6 estão na área de abrangência do Método A (13%), 2 estão na área de abrangência do Método B (4%) e 4 estão na área de abrangência do Método C (8%), conforme apresentado na Tabela 29.

Tabela 29 - Polos geradores de viagens em cada área de abrangência - Estação BRT Ouro Minas Municipal

Tipo de polo gerador de viagem (PGV)	Quantidade de PGV's			
	Área de abrangência			
	Teórico	Método A - 600 m	Método B - 600 m com declividade	Método C - 400 m
Centros comerciais	5	1	0	1
Serviço de saúde	2	1	0	1
Instituições de ensino	7	0	0	0

Tipo de polo gerador de viagem (PGV)	Quantidade de PGV's			
	Área de abrangência			
	Teórico	Método A - 600 m	Método B - 600 m com declividade	Método C - 400 m
Equipamentos culturais e turismo	1	0	0	0
Mercados municipais e feiras livres	4	0	0	0
Equipamentos esportivos	5	1	0	0
Parques municipais	1	0	0	0
Igrejas	5	1	0	0
Hotéis	5	2	2	2
Agências bancárias	3	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor

Em resumo, uma vez que, ao se analisar a acessibilidade devemos considerar a pior situação (Método C), temos ao comparar com a área de abrangência de caminhada máximo de 600 metros com declividade (Método B) temos como resultado uma área de abrangência 311,39% maior, sendo que este resultado foi viabilizado pela implantação do acesso através de travessias em nível do tipo faixas de pedestres.

5.4.2.2 Propostas de melhorias

A intervenção necessária para melhoria da acessibilidade desta estação já foi implantada, conforme demonstrado anteriormente. Entretanto outras melhorias pontuais ainda podem ser executadas, tais como: aumento do tempo de travessia dos pedestres, reforma das calçadas do entorno e melhora da iluminação do entorno.

5.4.3 Estação de BRT União Municipal

A estação de integração BRT União Municipal ocupa uma área de aproximadamente 435 metros quadrados e possui movimentação média diária de 277 passageiros por dia útil (Belo Horizonte, 2023f), funcionando no horário entre 04:00h e 23:59h. Está localizada na Avenida Cristiano Machado, na altura do numeral 2.842, na divisa entre os bairros União a leste e

Ipiranga a oeste, na região leste da cidade de Belo Horizonte. Essa estação encontra-se segregada da via e a entrada e saída dos usuários é realizada por uma faixa de pedestres que conta com uma bifurcação que possibilita o atendimento de ambos lados da avenida, a primeira atende o acesso ao sentido bairro/centro, a oeste da estação, próximo do cruzamento da avenida Cristiano Machado com as Ruas Conde de Monte Cristo e do Patriarca, a segunda atende o acesso ao sentido centro/bairro, a leste da estação. Em um raio de entorno imediato de 600 metros da estação estão disponíveis diversos equipamentos públicos e privados de interesse de deslocamento com potencial polo gerador de viagens - PGV. Na Tabela 30 estão quantificados os equipamentos de maior tamanho e relevância, sendo importante destacar que não constam na listagem supermercados ou farmácias, por se tratarem de comércios de alcance local e sem deslocamentos a partir das estações.

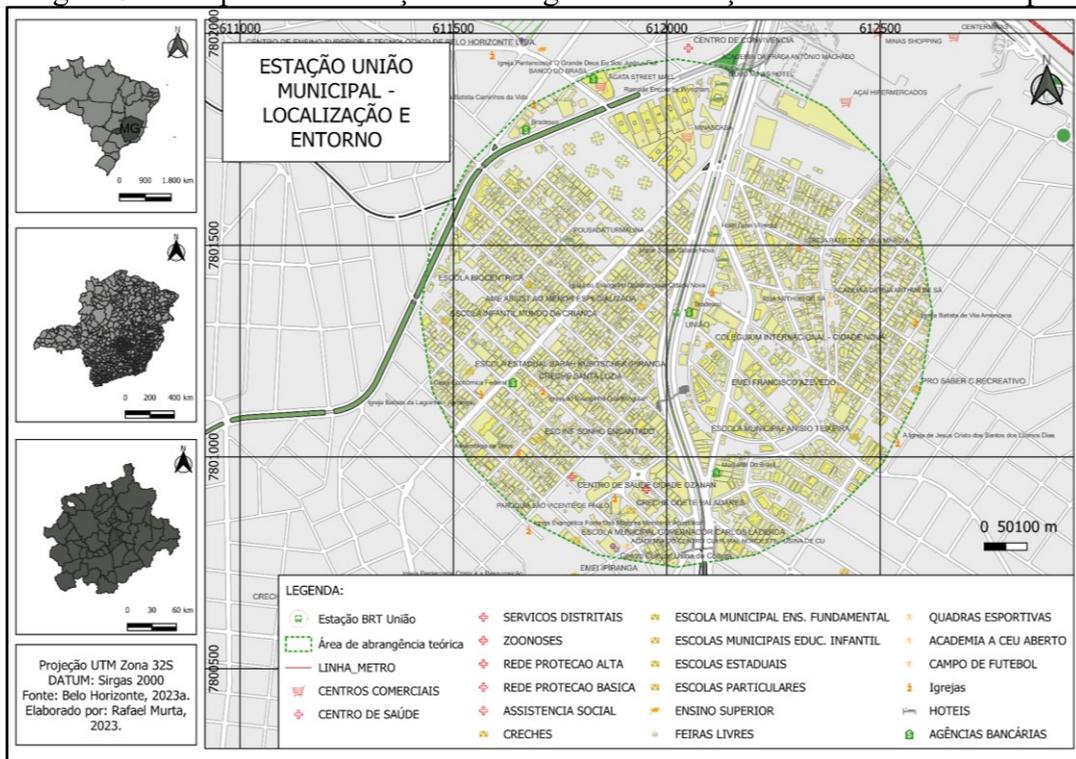
Tabela 30 - Polos geradores de viagem no entorno da estação BRT União Municipal

Tipo de Equipamento	Quantidade
Centros comerciais	2
Serviço de saúde	2
Instituições de ensino	12
Equipamentos culturais e turismo	2
Equipamentos esportivos	3
Igrejas	8
Hotéis	5
Agências bancárias	5

Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapa da Figura 34 apresenta o detalhamento da localização da estação, demonstrando o raio de alcance teórico e os PGV's públicos e privados. Importa destacar que o raio teórico de alcance não considera as inclinações das vias e a geometria dos percursos.

Figura 34 - Mapa de localização e abrangência da estação BRT União Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

Os caminhamentos internos da estação estão apresentados na Tabela 31, onde podem ser verificados os resumos das informações coletadas e as representações geográficas desses caminhamentos estão apresentadas na Figura 35. Importante destacar que a estação não possui equipamentos de transporte vertical (elevadores e escadas rolantes) que auxiliam nos deslocamentos e propiciam melhor acessibilidade.

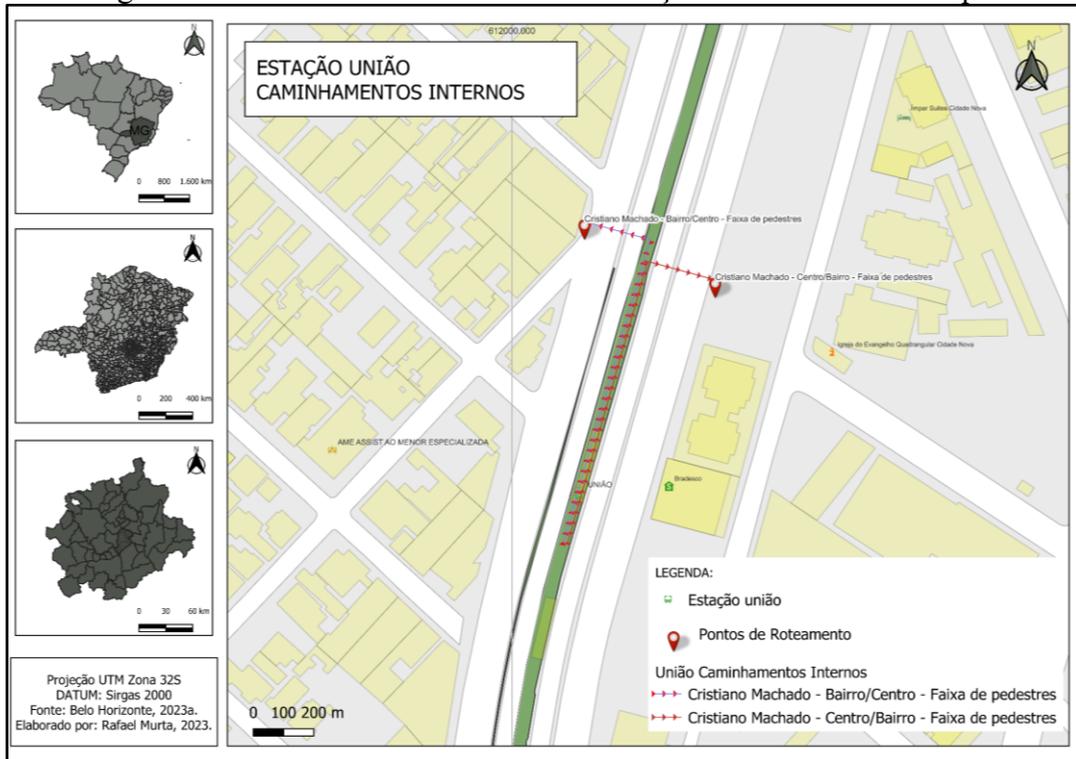
Tabela 31 - Caminhamentos internos da estação BRT União Municipal

Tipo de Conexão	Id	Trecho	Distância plana (m)	Distância inclinada (m)	Inclinação de rampa (%)	Fator de ponderação	Distância inclinada ponderada (m)	Distância total (m)	Distância total ponderada pela inclinação (m)	Diferença entre distâncias (m)	Diferença entre distâncias (%)
Faixa de pedestres	1	Estação União - Avenida Cristiano Machado - Bairro Centro	23	106	6	0,36	294	129	317	188	245%

Tipo de Conexão	Id	Trecho	Distância plana (m)	Distância inclinada (m)	Inclinação de rampa (%)	Fator de ponderação	Distância inclinada ponderada (m)	Distância total (m)	Distância total ponderada pela inclinação (m)	Diferença entre distâncias (m)	Diferença entre distâncias (%)
Faixa de pedestres	2	Estação União - Avenida Cristiano Machado - Centro Bairro	24	106	6	0,36	294	130	318	188	245%

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 35 - Caminhamentos internos da estação BRT União Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

5.4.3.1 Análises dos resultados

Analisando os deslocamentos externos temos, para efeito de comparação, que o potencial de abrangência teórico calculado a partir do traçado de um círculo de raio de 600 metros (em distância euclidiana) apresenta uma área de 1.130.940 metros quadrados. Entretanto, considerando os caminhamentos conforme os critérios de caminhada máxima e declividade

discutidos nesta dissertação, temos áreas de abrangência de acessibilidade significativamente menores, conforme apresentado na Tabela 32.

Tabela 32 - Áreas de abrangência de acessibilidade da Estação BRT União Municipal

Método de análise	Área de abrangência (m ²)	Diferença percentual (%) em relação ao teórico
Teórico (600 m)	1.130.940	-
Método A - 600 m	391.277	34,60%
Método B - 600 m com declividade	238.791	21,11%
Método C - 400 m	123.439	10,91%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda, podemos analisar as diferenças percentuais entre os métodos A, B e C, tendo como resultado os dados apresentados na Tabela 33, onde são comparadas as áreas de abrangência ao se calcular com distância de 600 metros sem declividade; com distância máxima de 600m com variação pela declividade; e com o método de caminamento máximo de 400 metros.

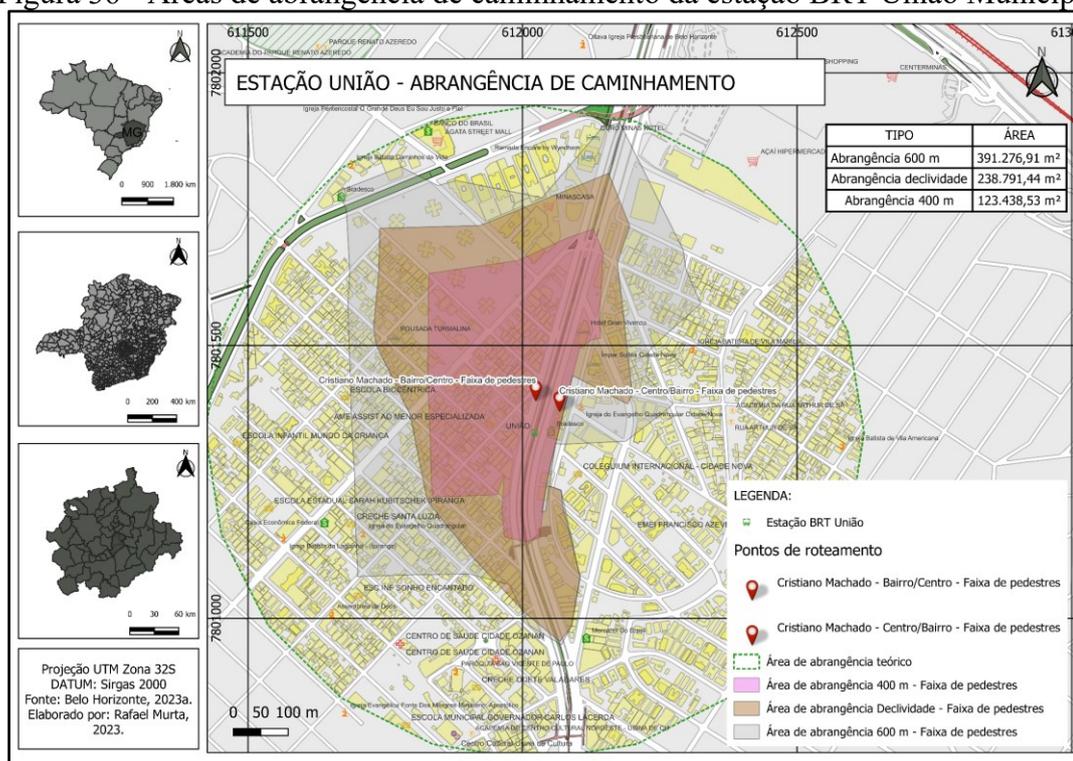
Tabela 33 - Diferenças entre métodos de avaliação de áreas de abrangência de acessibilidade para a BRT União Municipal

Método de análise	Área de abrangência (m ²)	Diferença percentual (%) entre os métodos B e A	Diferença percentual (%) entre os métodos C e B	Diferença percentual (%) entre os métodos C e A
Método A - 600 m	391.277	-	-	-
Método B - 600 m com declividade	238.791	61,03%	-	-
Método C - 400 m	123.439	-	51,69%	31,55%

Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapa da Figura 36 apresenta as representações das áreas de abrangência da estação para cada um dos tipos de métodos de cálculo.

Figura 36 - Áreas de abrangência de caminhamento da estação BRT União Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

Outro ponto de discussão que exemplifica bastante a diferença das áreas de abrangência de acessibilidade por caminhamento da estação são os equipamentos públicos e privados polos geradores de viagens - PGV's, atingidos pelas áreas de abrangência em cada um dos métodos. Do total de 39 equipamentos constantes na área de abrangência teórica, 13 estão na área de abrangência do Método A (27%), 6 estão na área de abrangência do Método B (13%) e 3 estão na área de abrangência do Método C (6%), conforme apresentado na Tabela 34.

Tabela 34 - Polos geradores de viagens em cada área de abrangência - Estação BRT União Municipal

Tipo de polo gerador de viagem (PGV)	Quantidade de PGV's			
	Área de abrangência			
	Teórico	Método A - 600 m	Método B - 600 m com declividade	Método C - 400 m
Centros comerciais	2	1	1	0
Serviço de saúde	2	0	0	0

Tipo de polo gerador de viagem (PGV)	Quantidade de PGV's			
	Área de abrangência			
	Teórico	Método A - 600 m	Método B - 600 m com declividade	Método C - 400 m
Instituições de ensino	12	3	1	1
Equipamentos culturais e turismo	2	0	0	0
Equipamentos esportivos	3	0	0	0
Igrejas	8	2	0	0
Hotéis	5	5	3	1
Agências bancárias	5	2	1	1

Fonte: Elaborado pelo autor

Em resumo, uma vez que, ao se analisar a acessibilidade devemos considerar a pior situação (Método C), temos ao comparar com a área de abrangência de caminamento máximo de 600 metros com declividade (Método B) temos como resultado uma área de abrangência 48,31% menor.

5.4.3.2 Propostas de melhorias

A intervenção necessária para melhoria da acessibilidade desta estação, travessia em nível através de faixas de pedestres, já foi viabilizada desde a implantação inicial da estação, conforme demonstrado anteriormente. Entretanto outras melhorias pontuais ainda podem ser executadas, tais como: aumento do tempo de travessia dos pedestres, reforma das calçadas do entorno e melhora da iluminação do entorno, bem como seria interessante a implantação de uma via de pedestres interligando a Avenida Cristiano Machado com a Rua Artur de Sá, no bairro União, semelhante ao que ocorre na Estação Ipiranga, uma vez que a quadra da avenida neste trecho possui um comprimento de 635 metros, sendo a rua mais próxima a 130 metros de deslocamento desde a travessia e a 250 metros da estação.

5.4.4 Estação de BRT Ipiranga Municipal

A estação de integração BRT Ipiranga Municipal ocupa uma área de aproximadamente 382 metros quadrados e possui movimentação média diária de 163 passageiros por dia útil (Belo Horizonte, 2023f), funcionando no horário entre 04:00h e 23:59h. Está localizada na Avenida Cristiano Machado, na altura do numeral 2.640, na divisa entre os bairros União a leste e Ipiranga a oeste, na região leste da cidade de Belo Horizonte. Essa estação encontra-se segregada da via e a entrada e saída dos usuários é realizada por uma passarela que conta com uma bifurcação que possibilita o atendimento de ambos lados da avenida, a primeira passarela atende o acesso ao sentido bairro/centro, a oeste da estação, próximo do cruzamento da avenida Cristiano Machado com a Rua Matos da Silveira, a segunda passarela atende o acesso ao sentido centro/bairro, a leste da estação, próximo do cruzamento da avenida Cristiano Machado com a Beco Artur de Sá. Em um raio de entorno imediato de 600 metros da estação estão disponíveis diversos equipamentos públicos e privados de interesse de deslocamento com potencial polo gerador de viagens - PGV. Na Tabela 35 estão quantificados os equipamentos de maior tamanho e relevância, sendo importante destacar que não constam na listagem supermercados ou farmácias, por se tratarem de comércios de alcance local e sem deslocamentos a partir das estações.

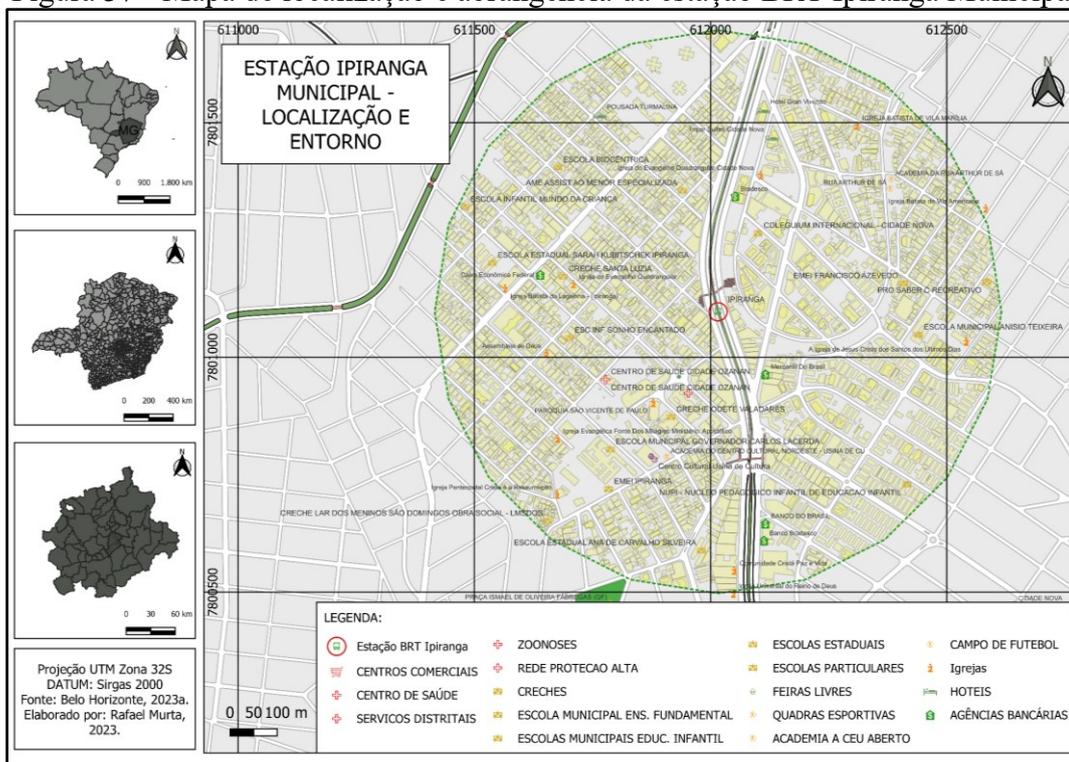
Tabela 35 - Polos geradores de viagem no entorno da estação BRT Ipiranga Municipal

Tipo de Equipamento	Quantidade
Serviço de saúde	2
Instituições de ensino	16
Equipamentos culturais e turismo	1
Equipamentos esportivos	2
Igrejas	11
Hotéis	3
Agências bancárias	5

Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapa da Figura 37 apresenta o detalhamento da localização da estação, demonstrando o raio de alcance teórico e os PGV's públicos e privados. Importa destacar que o raio teórico de alcance não considera as inclinações das vias e a geometria dos percursos.

Figura 37 - Mapa de localização e abrangência da estação BRT Ipiranga Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

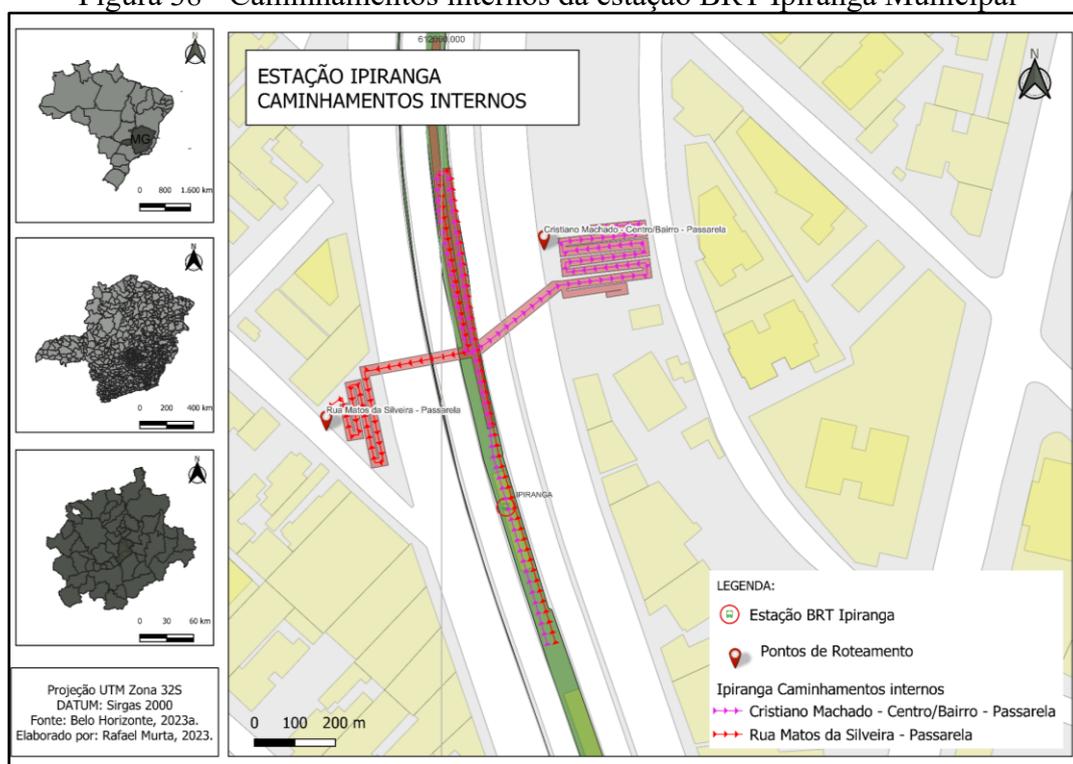
Os caminhamentos internos da estação estão apresentados na Tabela 36, onde podem ser verificados os resumos das informações coletadas e as representações geográficas desses caminhamentos estão apresentadas na Figura 38. Importante destacar que a estação não possui equipamentos de transporte vertical (elevadores e escadas rolantes) que auxiliam nos deslocamentos e propiciam melhor acessibilidade.

Tabela 36 - Caminhamentos internos da estação BRT Ipiranga Municipal

Tipo de Conexão	Id	Trecho	Distância plana (m)	Distância inclinada (m)	Inclinação de rampa (%)	Fator de ponderação	Distância inclinada ponderada (m)	Distância total (m)	Distância total ponderada pela inclinação (m)	Diferença entre distâncias (m)	Diferença entre distâncias (%)
Passarela	1	Estação Ipiranga - Avenida Cristiano Machado - Bairro Centro	77	190	8,33	0,65	292	267	369	102	138%
Passarela	2	Estação Ipiranga - Avenida Cristiano Machado - Centro Bairro	82	243	8,33	0,65	373	325	455	130	140%

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 38 - Caminhamentos internos da estação BRT Ipiranga Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

5.4.4.1 Análises dos resultados

Analisando os deslocamentos externos temos, para efeito de comparação, que o potencial de abrangência teórico calculado a partir do traçado de um círculo de raio de 600 metros (em distância euclidiana) apresenta uma área de 1.130.940 metros quadrados. Entretanto, considerando os caminhamentos conforme os critérios de caminhamento máximo e declividade discutidos nesta dissertação, temos áreas de abrangência de acessibilidade significativamente menores, conforme apresentado na Tabela 37.

Tabela 37 - Áreas de abrangência de acessibilidade da Estação BRT Ipiranga Municipal

Método de análise	Área de abrangência (m ²)	Diferença percentual (%) em relação ao teórico
Teórico (600 m)	1.130.940	-
Método A - 600 m	177.447	15,69%
Método B - 600 m com declividade	47.647	4,21%
Método C - 400 m	22.495	1,99%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda, podemos analisar as diferenças percentuais entre os métodos A, B e C, tendo como resultado os dados apresentados na Tabela 38, onde são comparadas as áreas de abrangência ao se calcular com distância de 600 metros sem declividade; com distância máxima de 600m com variação pela declividade; e com o método de caminhamento máximo de 400 metros.

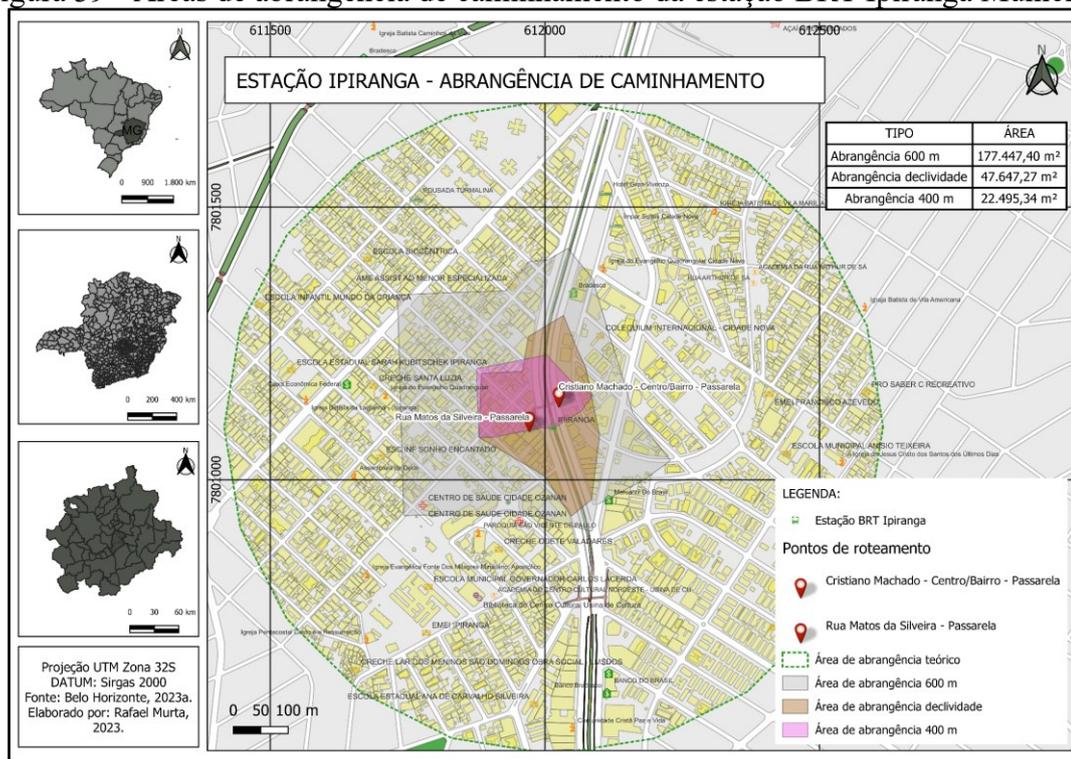
Tabela 38 - Diferenças entre métodos de avaliação de áreas de abrangência de acessibilidade para a BRT Ipiranga Municipal

Método de análise	Área de abrangência (m ²)	Diferença percentual (%) entre os métodos B e A	Diferença percentual (%) entre os métodos C e B	Diferença percentual (%) entre os métodos C e A
Método A - 600 m	177.447	-	-	-
Método B - 600 m com declividade	47.647	26,85%	-	-
Método C - 400 m	22.495	-	47,21%	12,68%

Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapa da Figura 39 apresenta as representações das áreas de abrangência da estação para cada um dos tipos de métodos de cálculo.

Figura 39 - Áreas de abrangência de caminhada da estação BRT Ipiranga Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

Outro ponto de discussão que exemplifica bastante a diferença das áreas de abrangência de acessibilidade por caminhada da estação são os equipamentos públicos e privados polos geradores de viagens - PGV's, atingidos pelas áreas de abrangência em cada um dos métodos. Do total de 40 equipamentos constantes na área de abrangência teórica, 5 estão na área de abrangência do Método A (10%), zero estão na área de abrangência do Método B (0%) e zero estão na área de abrangência do Método C (0%), conforme apresentado na Tabela 39.

Tabela 39 - Polos geradores de viagens em cada área de abrangência - Estação BRT Ipiranga Municipal

Tipo de polo gerador de viagem (PGV)	Quantidade de PGV's			
	Área de abrangência			
	Teórico	Método A - 600 m	Método B - 600 m com declividade	Método C - 400 m
Serviço de saúde	2	1	0	0
Instituições de ensino	16	2	0	0
Equipamentos culturais e turismo	1	0	0	0

Tipo de polo gerador de viagem (PGV)	Quantidade de PGV's			
	Área de abrangência			
	Teórico	Método A - 600 m	Método B - 600 m com declividade	Método C - 400 m
Equipamentos esportivos	2	0	0	0
Igrejas	11	0	0	0
Hotéis	3	0	0	0
Agências bancárias	5	2	0	0

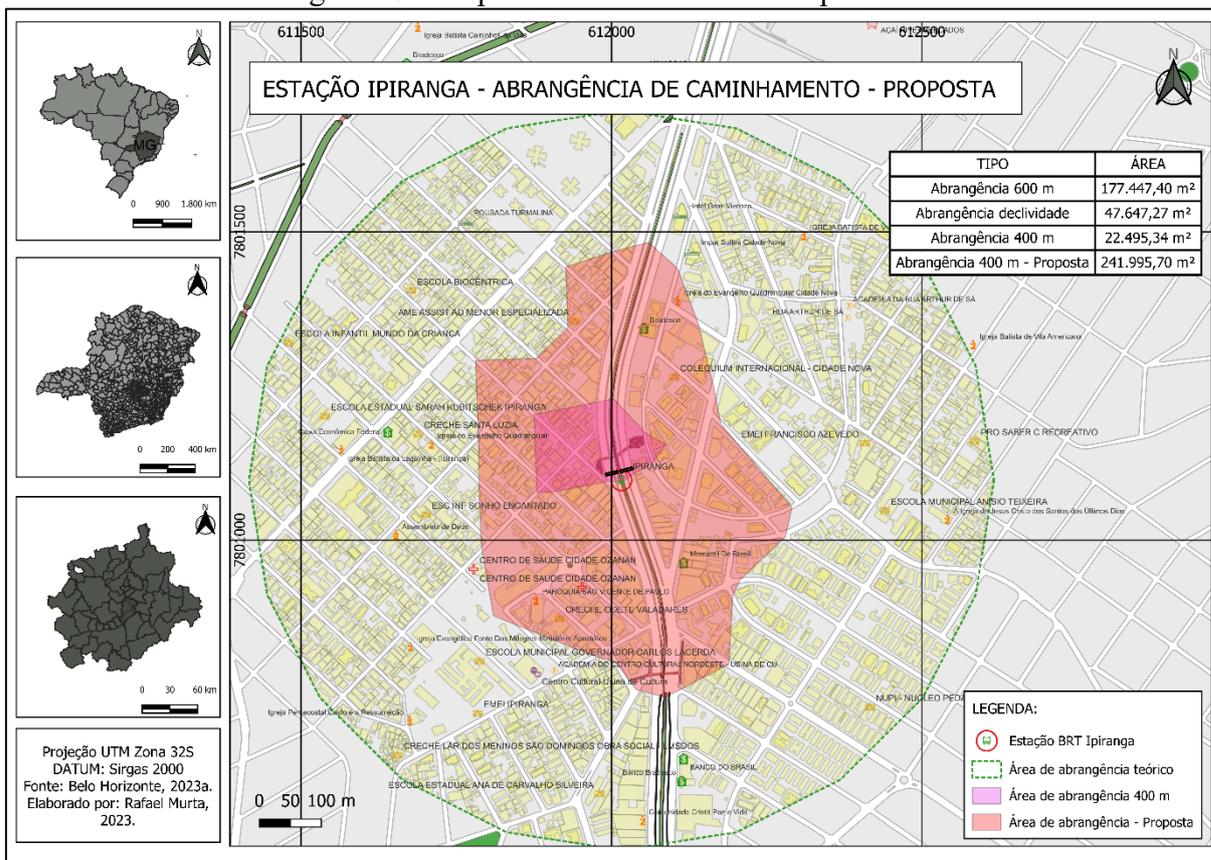
Fonte: Elaborado pelo autor

Em resumo, uma vez que, ao se analisar a acessibilidade devemos considerar a pior situação (Método C), temos ao comparar com a área de abrangência de caminhada máximo de 600 metros com declividade (Método B) temos como resultado uma área de abrangência 52,79% menor.

5.4.4.2 Propostas de melhorias

Para qualificar a acessibilidade à estação é possível a implantação de travessia perpendicular em nível (faixa de pedestres), controlada por semáforos com tempo de verde aos pedestres adequado. É importante destacar que existem semáforos já implantados distantes a aproximadamente 240 metros da entrada da estação, podendo ser facilmente sincronizados com as aberturas e fechamentos do novo semáforo dedicado à travessia da avenida e acesso à estação. A título de ilustração, apresentamos na Figura 40, estudo de área de abrangência, calculado pelo Método C, considerando acessos externos com caminhamentos diretos em nível conforme proposto. O resultado da proposta apresentada apresenta uma área de abrangência de 241.995 metros quadrados, sendo este resultado 10,76 vezes superior ao resultado da situação atual.

Figura 40 - Proposta de novos acessos de pedestres



Fonte: Elaborado pelo autor

5.4.5 Estação de BRT Cidade Nova Municipal

A estação de integração BRT Cidade Nova Municipal ocupa uma área de aproximadamente 400 metros quadrados e possui movimentação média diária de 1.031 passageiros por dia útil (Belo Horizonte, 2023f), funcionando no horário entre 04:00h e 23:59h. Está localizada na Avenida Cristiano Machado, na altura do numeral 2.300, na divisa entre os bairros Cidade Nova a leste e Ipiranga a oeste, na região leste da cidade de Belo Horizonte. Essa estação encontra-se segregada da via e a entrada e saída dos usuários é realizada por uma passarela que conta com uma bifurcação que possibilita o atendimento de ambos lados da avenida, a primeira passarela atende o acesso ao sentido bairro/centro, a oeste da estação, próximo do cruzamento da avenida Cristiano Machado com a Rua Dom Leme, a segunda passarela atende o acesso ao sentido centro/bairro, a leste da estação, próximo do cruzamento da avenida Cristiano Machado com a Rua Doutor Júlio Otaviano Ferreira. Em um raio de entorno imediato de 600 metros da estação estão disponíveis diversos equipamentos públicos e privados de interesse de

deslocamento com potencial polo gerador de viagens - PGV. Na Tabela 40 estão quantificados os equipamentos de maior tamanho e relevância, sendo importante destacar que não constam na listagem supermercados ou farmácias, por se tratarem de comércios de alcance local e sem deslocamentos a partir das estações.

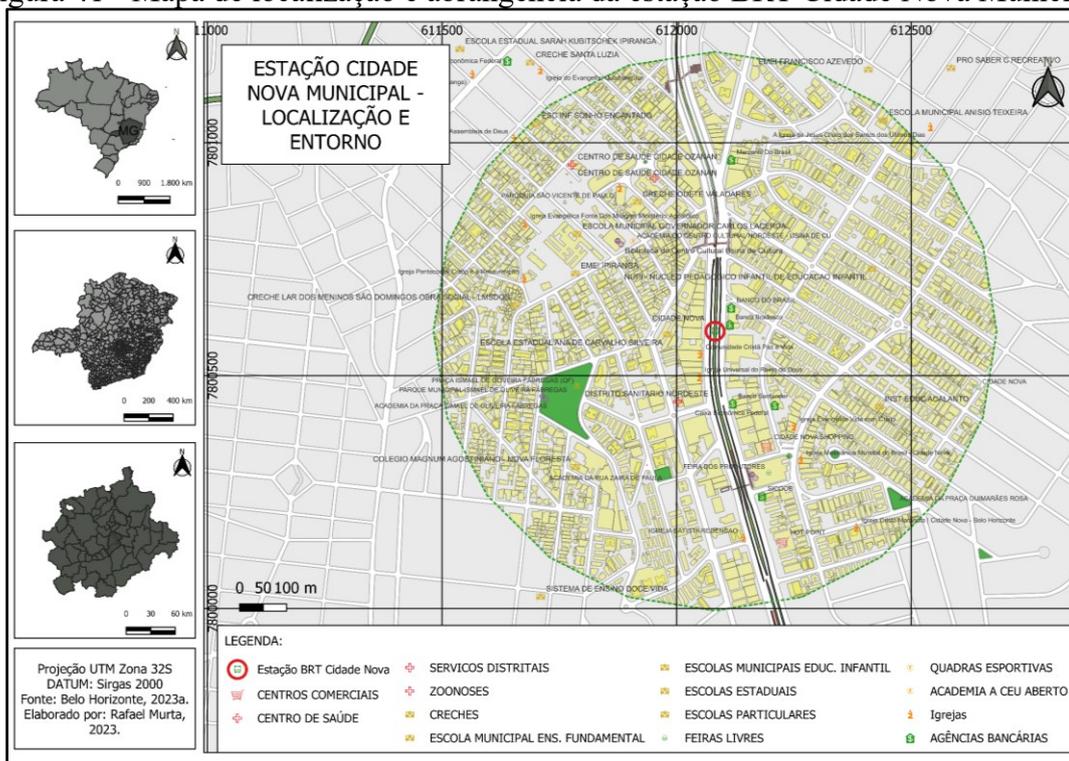
Tabela 40 - Polos geradores de viagem no entorno da estação BRT Cidade Nova Municipal

Tipo de Equipamento	Quantidade
Centros comerciais	2
Serviço de saúde	2
Instituições de ensino	10
Equipamentos culturais e turismo	3
Mercados municipais e feiras livres	2
Equipamentos esportivos	6
Parques municipais	1
Igrejas	10
Agências bancárias	6

Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapa da Figura 41 apresenta o detalhamento da localização da estação, demonstrando o raio de alcance teórico e os PGV's públicos e privados. Importa destacar que o raio teórico de alcance não considera as inclinações das vias e a geometria dos percursos.

Figura 41 - Mapa de localização e abrangência da estação BRT Cidade Nova Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

Os caminhamentos internos da estação estão apresentados na Tabela 41, onde podem ser verificados os resumos das informações coletadas e as representações geográficas desses caminhamentos estão apresentadas na Figura 42. Importante destacar que a estação não possui equipamentos de transporte vertical (elevadores e escadas rolantes) que auxiliam nos deslocamentos e propiciam melhor acessibilidade.

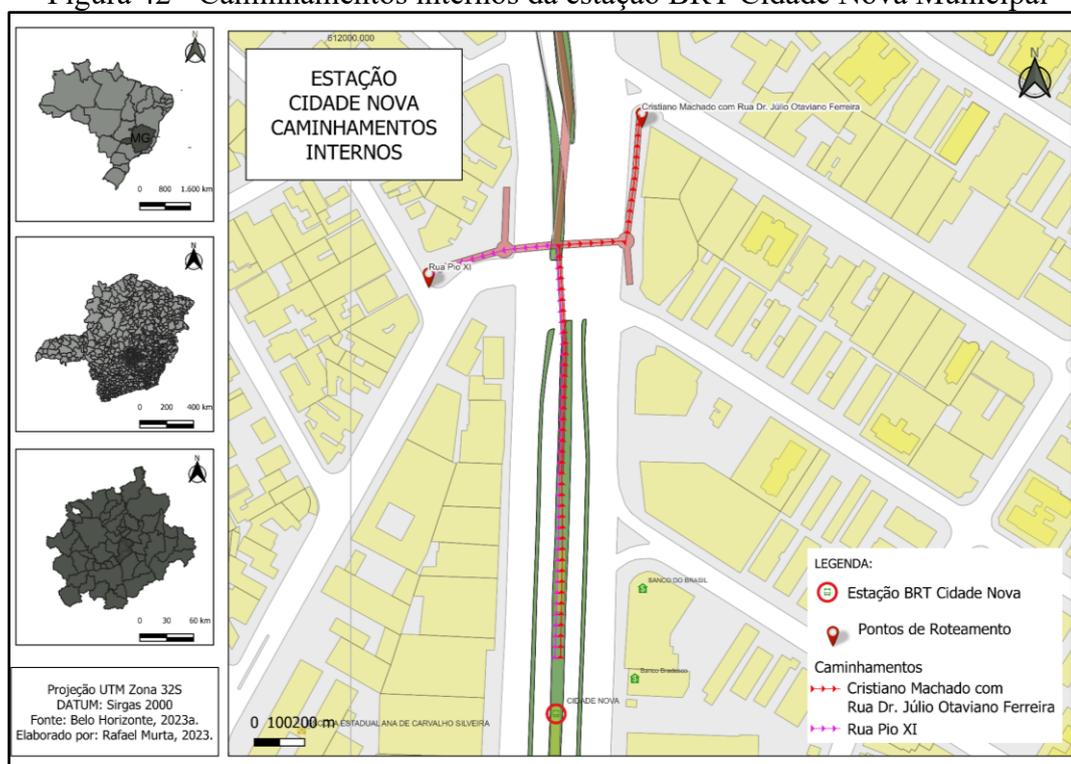
Tabela 41 - Caminhamentos internos da estação BRT Cidade Nova Municipal

Tipo de Conexão	Id	Trecho	Distância plana (m)	Distância inclinada (m)	Inclinação de rampa (%)	Fator de ponderação	Distância inclinada ponderada (m)	Distância total (m)	Distância total ponderada pela inclinação (m)	Diferença entre distâncias (m)	Diferença entre distâncias (%)
Passarela	1	Estação Cidade Nova - Avenida Cristiano Machado - Bairro Centro	91	129	8,33	0,65	199	220	290	70	132%

Tipo de Conexão	Id	Trecho	Distância plana (m)	Distância inclinada (m)	Inclinação de rampa (%)	Fator de ponderação	Distância inclinada ponderada (m)	Distância total (m)	Distância total ponderada pela inclinação (m)	Diferença entre distâncias (m)	Diferença entre distâncias (%)
Passarela	2	Estação Cidade Nova - Avenida Cristiano Machado - Centro Bairro	97	148	8,33	0,65	228	245	325	80	133%

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 42 - Caminhamentos internos da estação BRT Cidade Nova Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

5.4.5.1 Análises dos resultados

Analisando os deslocamentos externos temos, para efeito de comparação, que o potencial de abrangência teórico calculado a partir do traçado de um círculo de raio de 600 metros (em distância euclidiana) apresenta uma área de 1.130.940 metros quadrados. Entretanto, considerando os caminhamentos conforme os critérios de caminhamento máximo e declividade

discutidos nesta dissertação, temos áreas de abrangência de acessibilidade significativamente menores, conforme apresentado na Tabela 42.

Tabela 42 - Áreas de abrangência de acessibilidade da Estação BRT Cidade Nova Municipal

Método de análise	Área de abrangência (m ²)	Diferença percentual (%) em relação ao teórico
Teórico (600 m)	1.130.940	-
Método A - 600 m	323.133	28,57%
Método B - 600 m com declividade	138.765	12,27%
Método C - 400 m	9.912	0,88%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda, podemos analisar as diferenças percentuais entre os métodos A, B e C, tendo como resultado os dados apresentados na Tabela 43, onde são comparadas as áreas de abrangência ao se calcular com distância de 600 metros sem declividade; com distância máxima de 600m com variação pela declividade; e com o método de caminamento máximo de 400 metros.

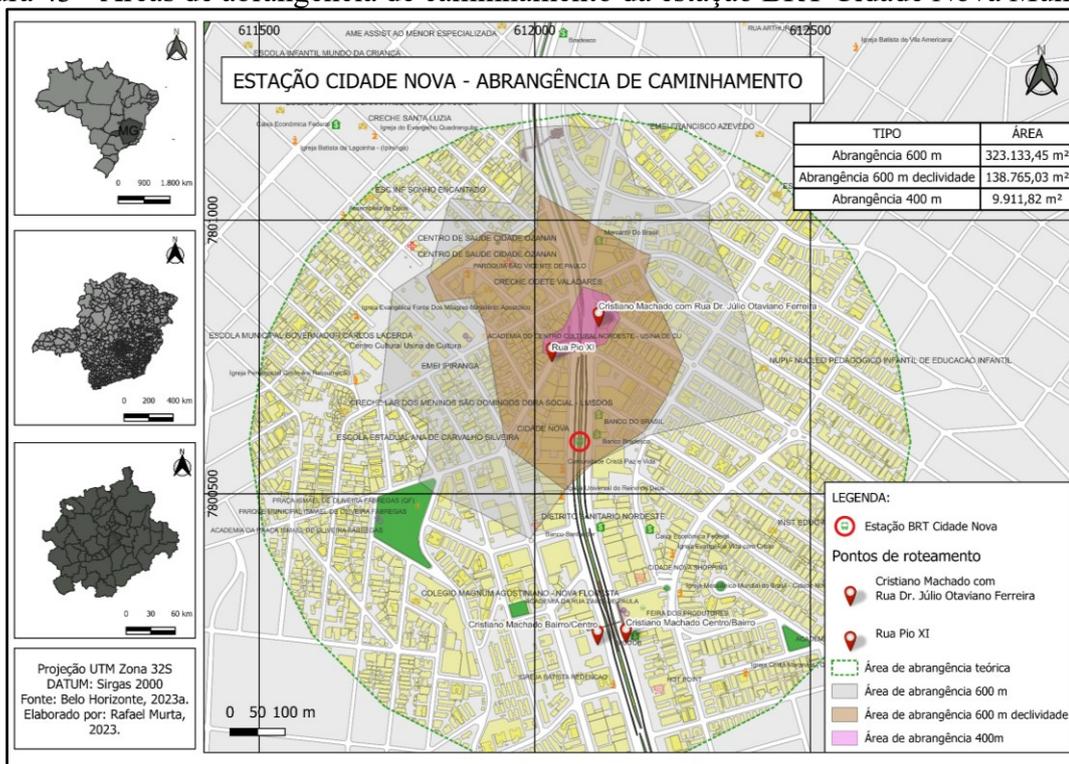
Tabela 43 - Diferenças entre métodos de avaliação de áreas de abrangência de acessibilidade para a BRT Cidade Nova Municipal

Método de análise	Área de abrangência (m ²)	Diferença percentual (%) entre os métodos B e A	Diferença percentual (%) entre os métodos C e B	Diferença percentual (%) entre os métodos C e A
Método A - 600 m	323.133	-	-	-
Método B - 600 m com declividade	138.765	42,94%	-	-
Método C - 400 m	9.912	-	7,14%	3,07%

Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapa da Figura 43 apresenta as representações das áreas de abrangência da estação para cada um dos tipos de métodos de cálculo.

Figura 43 - Áreas de abrangência de caminhada da estação BRT Cidade Nova Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

Outro ponto de discussão que exemplifica bastante a diferença das áreas de abrangência de acessibilidade por caminhada da estação são os equipamentos públicos e privados polos geradores de viagens - PGV's, atingidos pelas áreas de abrangência em cada um dos métodos. Do total de 42 equipamentos constantes na área de abrangência teórica, 15 estão na área de abrangência do Método A (31%), 9 estão na área de abrangência do Método B (19%) e zero estão na área de abrangência do Método C (0%), conforme apresentado na Tabela 44.

Tabela 44 - Polos geradores de viagens em cada área de abrangência - Estação BRT Cidade Nova Municipal

Tipo de polo gerador de viagem (PGV)	Quantidade de PGV's			
	Área de abrangência			
	Teórico	Método A - 600 m	Método B - 600 m com declividade	Método C - 400 m
Centros comerciais	2	0	0	0
Serviço de saúde	2	2	1	0
Instituições de ensino	10	4	2	0

Tipo de polo gerador de viagem (PGV)	Quantidade de PGV's			
	Área de abrangência			
	Teórico	Método A - 600 m	Método B - 600 m com declividade	Método C - 400 m
Equipamentos culturais e turismo	3	1	0	0
Mercados municipais e feiras livres	2	0	0	0
Equipamentos esportivos	6	1	1	0
Parques municipais	1	1	0	0
Igrejas	10	3	2	0
Agências bancárias	6	3	3	0

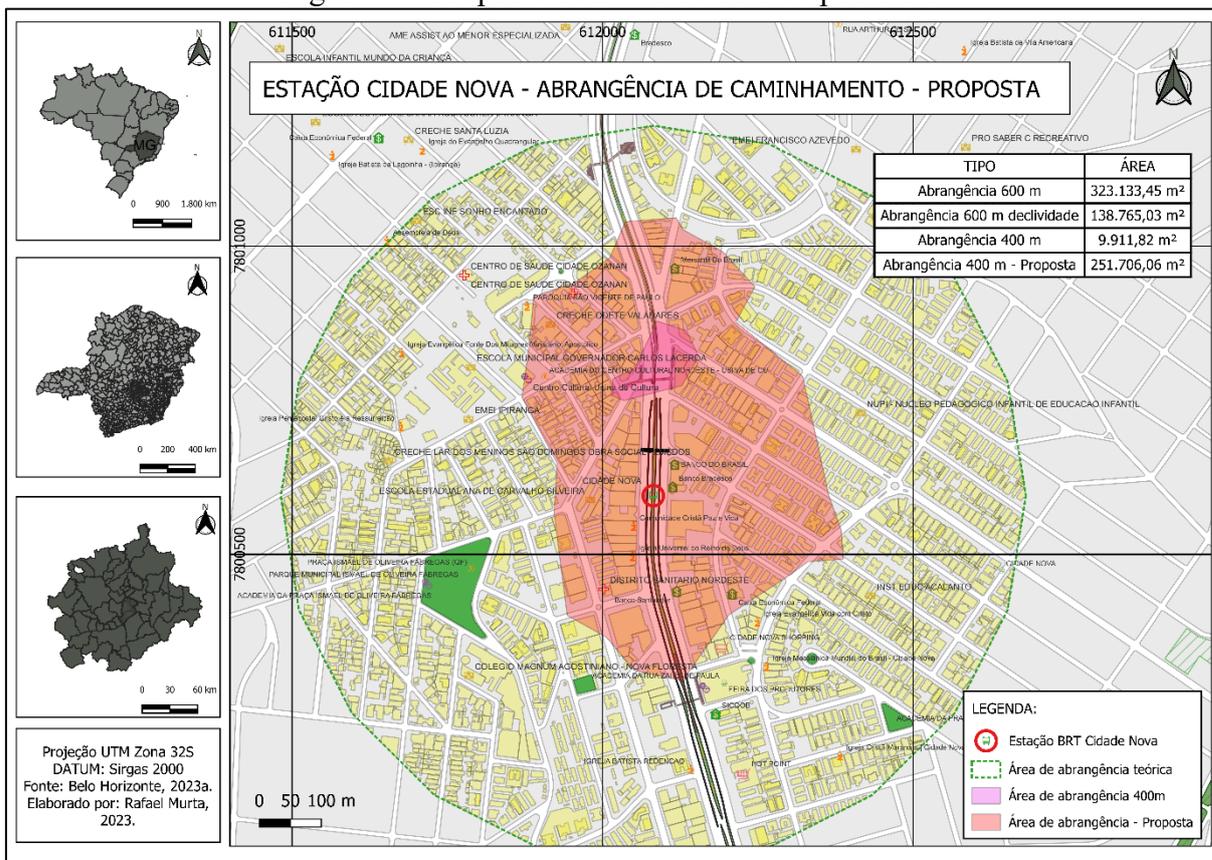
Fonte: Elaborado pelo autor

Em resumo, uma vez que, ao se analisar a acessibilidade devemos considerar a pior situação (Método C), temos ao comparar com a área de abrangência de caminamento máximo de 600 metros com declividade (Método B) temos como resultado uma área de abrangência 92,86% menor.

5.4.5.2 Propostas de melhorias

Para qualificar a acessibilidade à estação é possível a implantação de travessia perpendicular em nível (faixa de pedestres), controlada por semáforos com tempo de verde aos pedestres adequado. É importante destacar que existem semáforos já implantados distantes a aproximadamente 70 metros da entrada da estação, podendo ser facilmente sincronizados com as aberturas e fechamentos do novo semáforo dedicado à travessia da avenida e acesso à estação. A título de ilustração, apresentamos na Figura 44, estudo de área de abrangência, calculado pelo Método C, considerando acessos externos com caminhamentos diretos em nível conforme proposto. O resultado da proposta apresentada apresenta uma área de abrangência de 251.706 metros quadrados, sendo este resultado 25,39 vezes superior ao resultado da situação atual.

Figura 44 - Proposta de novos acessos de pedestres



Fonte: Elaborado pelo autor

5.4.6 Estação de BRT Feira dos Produtores Municipal

A estação de integração BRT Feira dos Produtores Municipal ocupa uma área de aproximadamente 448 metros quadrados e possui movimentação média diária de 1.014 passageiros por dia útil (Belo Horizonte, 2023f), funcionando no horário entre 04:00h e 23:59h. Está localizada na Avenida Cristiano Machado, na altura do numeral 1.840, na divisa entre os bairros Cidade Nova a leste e Nova Floresta a oeste, na região leste da cidade de Belo Horizonte. Essa estação encontra-se segregada da via e a entrada e saída dos usuários é realizada por uma passarela que conta com uma bifurcação que possibilita o atendimento de ambos lados da avenida, a primeira passarela atende o acesso ao sentido bairro/centro, a oeste da estação, próximo do cruzamento da avenida Cristiano Machado com a Rua Zaíra de Paula, a segunda passarela atende o acesso ao sentido centro/bairro, a leste da estação, próximo do cruzamento da avenida Cristiano Machado com a Rua Jornalista Túlio Berti. Em um raio de entorno imediato de 600 metros da estação estão disponíveis diversos equipamentos públicos e privados

de interesse de deslocamento com potencial polo gerador de viagens - PGV. Na Tabela 45 estão quantificados os equipamentos de maior tamanho e relevância, sendo importante destacar que não constam na listagem supermercados ou farmácias, por se tratarem de comércios de alcance local e sem deslocamentos a partir das estações.

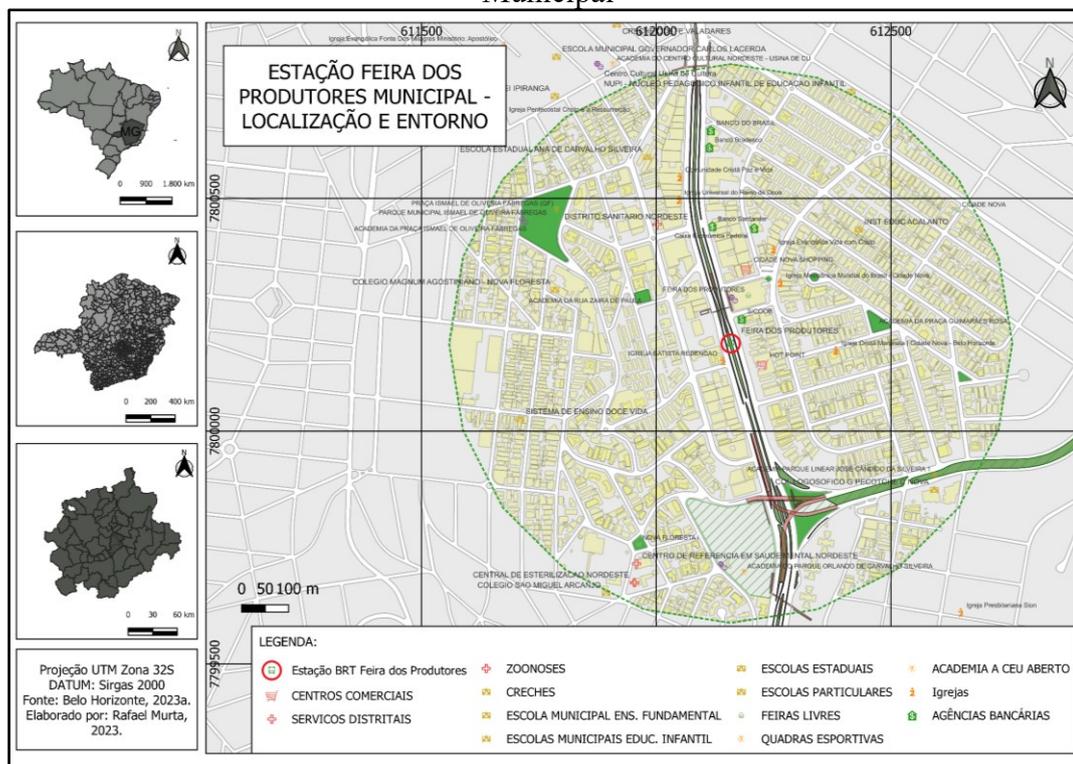
Tabela 45 - Polos geradores de viagem no entorno da estação BRT Feira dos Produtores Municipal

Tipo de Equipamento	Quantidade
Centros comerciais	2
Serviço de saúde	4
Instituições de ensino	5
Equipamentos culturais e turismo	3
Mercados municipais e feiras livres	3
Equipamentos esportivos	7
Parques municipais	1
Igrejas	6
Agências bancárias	5

Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapa da Figura 45 apresenta o detalhamento da localização da estação, demonstrando o raio de alcance teórico e os PGV's públicos e privados. Importa destacar que o raio teórico de alcance não considera as inclinações das vias e a geometria dos percursos.

Figura 45 - Mapa de localização e abrangência da estação BRT Feira dos Produtores Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

Os caminhamentos internos da estação estão apresentados na Tabela 46, onde podem ser verificados os resumos das informações coletadas e as representações geográficas desses caminhamentos estão apresentadas na Figura 46. Importante destacar que a estação não possui equipamentos de transporte vertical (elevadores e escadas rolantes) que auxiliam nos deslocamentos e propiciam melhor acessibilidade.

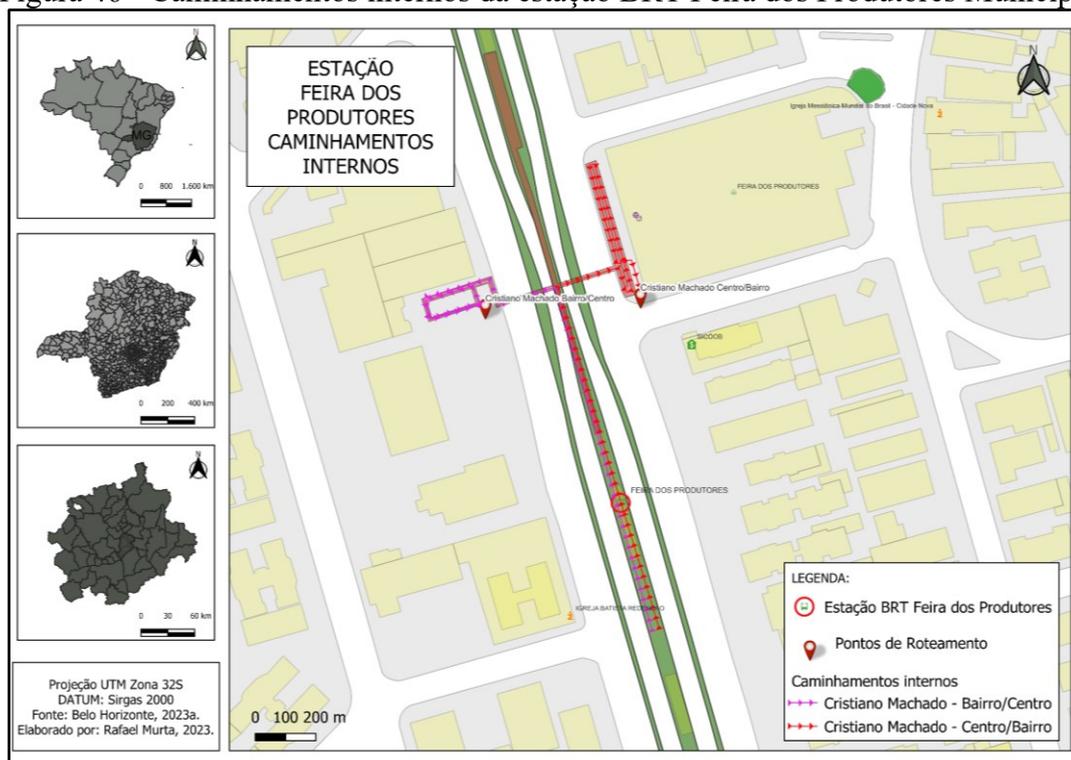
Tabela 46 - Caminhamentos internos da estação BRT Feira dos Produtores Municipal

Tipo de Conexão	Id	Trecho	Distância plana (m)	Distância inclinada (m)	Inclinação de rampa (%)	Fator de ponderação	Distância inclinada ponderada (m)	Distância total (m)	Distância total ponderada pela inclinação (m)	Diferença entre distâncias (m)	Diferença entre distâncias (%)
Passarela	1	Estação Feira dos Produtores - Avenida	100	141	8,33	0,65	217	241	317	76	132%

Tipo de Conexão	Id	Trecho	Distância plana (m)	Distância inclinada (m)	Inclinação de rampa (%)	Fator de ponderação	Distância inclinada ponderada (m)	Distância total (m)	Distância total ponderada pela inclinação (m)	Diferença entre distâncias (m)	Diferença entre distâncias (%)
		Cristiano Machado - Bairro Centro									
Passarela	2	Estação Feira dos Produtores - Avenida Cristiano Machado - Centro Bairro	100	139	8,33	0,65	214	239	314	75	131%

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 46 - Caminhamentos internos da estação BRT Feira dos Produtores Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

5.4.6.1 Análises dos resultados

Analisando os deslocamentos externos temos, para efeito de comparação, que o potencial de abrangência teórico calculado a partir do traçado de um círculo de raio de 600 metros (em

distância euclidiana) apresenta uma área de 1.130.940 metros quadrados. Entretanto, considerando os caminhamentos conforme os critérios de caminhada máximo e declividade discutidos nesta dissertação, temos áreas de abrangência de acessibilidade significativamente menores, conforme apresentado na Tabela 47.

Tabela 47 - Áreas de abrangência de acessibilidade da Estação BRT Feira dos Produtores Municipal

Método de análise	Área de abrangência (m ²)	Diferença percentual (%) em relação ao teórico
Teórico (600 m)	1.130.940	-
Método A - 600 m	245.136	21,68%
Método B - 600 m com declividade	113.790	10,06%
Método C - 400 m	39.887	3,53%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda, podemos analisar as diferenças percentuais entre os métodos A, B e C, tendo como resultado os dados apresentados na Tabela 48, onde são comparadas as áreas de abrangência ao se calcular com distância de 600 metros sem declividade; com distância máxima de 600m com variação pela declividade; e com o método de caminhada máximo de 400 metros.

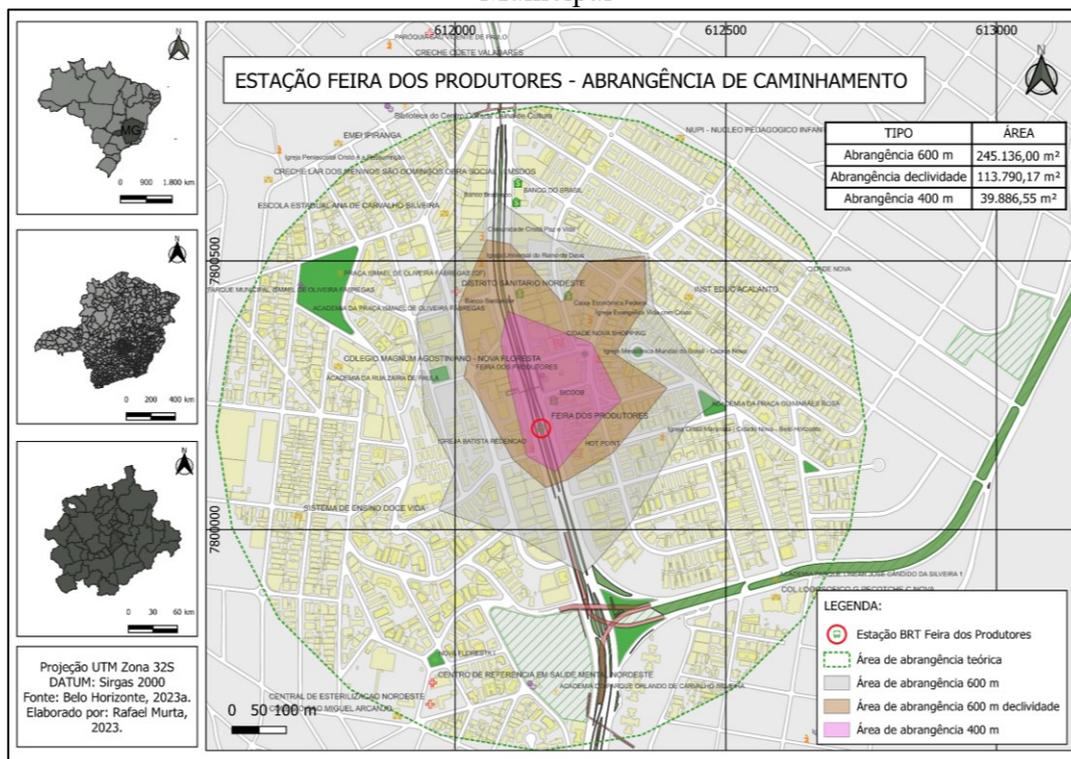
Tabela 48 - Diferenças entre métodos de avaliação de áreas de abrangência de acessibilidade para a BRT Feira dos Produtores Municipal

Método de análise	Área de abrangência (m ²)	Diferença percentual (%) entre os métodos B e A	Diferença percentual (%) entre os métodos C e B	Diferença percentual (%) entre os métodos C e A
Método A - 600 m	245.136	-	-	-
Método B - 600 m com declividade	113.790	46,42%	-	-
Método C - 400 m	39.887	-	35,05%	16,27%

Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapa da Figura 47 apresenta as representações das áreas de abrangência da estação para cada um dos tipos de métodos de cálculo.

Figura 47 - Áreas de abrangência de caminhamento da estação BRT Feira dos Produtores Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

Outro ponto de discussão que exemplifica bastante a diferença das áreas de abrangência de acessibilidade por caminhamento da estação são os equipamentos públicos e privados polos geradores de viagens - PGV's, atingidos pelas áreas de abrangência em cada um dos métodos. Do total de 36 equipamentos constantes na área de abrangência teórica, 16 estão na área de abrangência do Método A (33%), 10 estão na área de abrangência do Método B (21%) e 6 estão na área de abrangência do Método C (13%), conforme apresentado na Tabela 49.

Tabela 49 - Polos geradores de viagens em cada área de abrangência - Estação BRT Feira dos Produtores Municipal

Tipo de polo gerador de viagem (PGV)	Quantidade de PGV's			
	Área de abrangência			
	Teórico	Método A - 600 m	Método B - 600 m com declividade	Método C - 400 m
Centros comerciais	2	2	2	1
Serviço de saúde	4	2	0	0

Tipo de polo gerador de viagem (PGV)	Quantidade de PGV's			
	Área de abrangência			
	Teórico	Método A - 600 m	Método B - 600 m com declividade	Método C - 400 m
Instituições de ensino	5	0	0	0
Equipamentos culturais e turismo	3	1	1	1
Mercados municipais e feiras livres	3	1	1	1
Equipamentos esportivos	7	1	0	0
Parques municipais	1	0	0	0
Igrejas	6	6	4	2
Agências bancárias	5	3	2	1

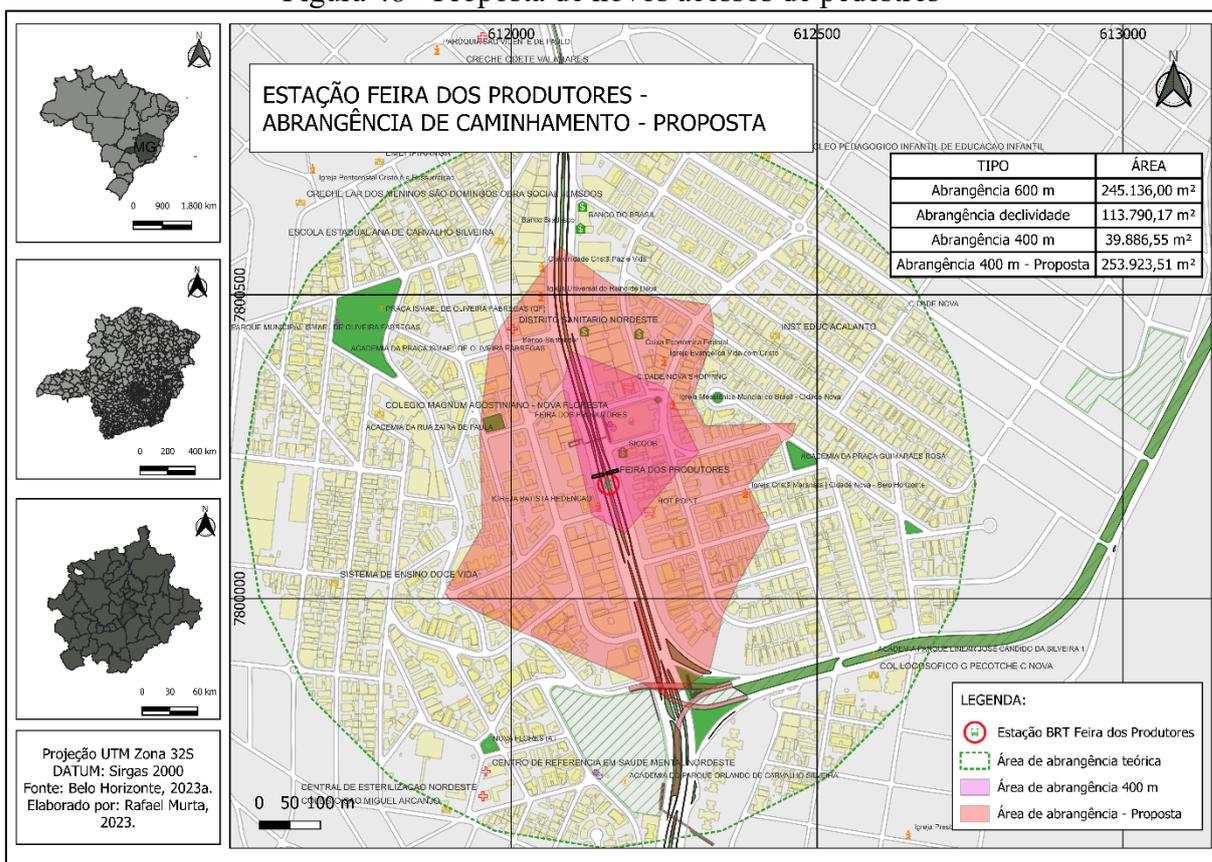
Fonte: Elaborado pelo autor

Em resumo, uma vez que, ao se analisar a acessibilidade devemos considerar a pior situação (Método C), temos ao comparar com a área de abrangência de caminamento máximo de 600 metros com declividade (Método B) temos como resultado uma área de abrangência 64,95% menor.

5.4.6.2 Propostas de melhorias

Para qualificar a acessibilidade à estação é possível a implantação de travessia perpendicular em nível (faixa de pedestres), controlada por semáforos com tempo de verde aos pedestres adequado. É importante destacar que existem semáforos já implantados distantes a aproximadamente 115 metros da entrada da estação, podendo ser facilmente sincronizados com as aberturas e fechamentos do novo semáforo dedicado à travessia da avenida e acesso à estação. Destaca-se ainda que o semáforo mais próximo possui travessia de pedestres e está localizado exatamente nos fundos da estação. A título de ilustração, apresentamos na Figura 48, estudo de área de abrangência, calculado pelo Método C, considerando acessos externos com caminhamentos diretos em nível conforme proposto. O resultado da proposta apresentada apresenta uma área de abrangência de 253.923 metros quadrados, sendo este resultado 6,37 vezes superior ao resultado da situação atual.

Figura 48 - Proposta de novos acessos de pedestres



Fonte: Elaborado pelo autor

5.4.7 Estação de BRT São Judas Tadeu Municipal

A estação de integração BRT São Judas Tadeu Municipal ocupa uma área de aproximadamente 410 metros quadrados e possui movimentação média diária de 283 passageiros por dia útil (Belo Horizonte, 2023f), funcionando no horário entre 04:00h e 23:59h. Está localizada na Avenida Cristiano Machado, na altura do numeral 1.404, na divisa entre os bairros Sagrada Família a leste e da Graça a oeste, na região leste da cidade de Belo Horizonte. Essa estação encontra-se segregada da via e a entrada e saída dos usuários é realizada por uma passarela que conta com uma bifurcação que possibilita o atendimento de ambos lados da avenida, a primeira passarela atende o acesso ao sentido bairro/centro, a oeste da estação, próximo do cruzamento da avenida Cristiano Machado com a Rua São Roque, a segunda passarela atende o acesso ao sentido centro/bairro, a leste da estação, próximo do cruzamento da avenida Cristiano Machado com a Rua São Roque. Em um raio de entorno imediato de 600 metros da estação estão disponíveis diversos equipamentos públicos e privados de interesse de deslocamento com potencial polo

gerador de viagens - PGV. Na Tabela 50 estão quantificados os equipamentos de maior tamanho e relevância, sendo importante destacar que não constam na listagem supermercados ou farmácias, por se tratarem de comércios de alcance local e sem deslocamentos a partir das estações.

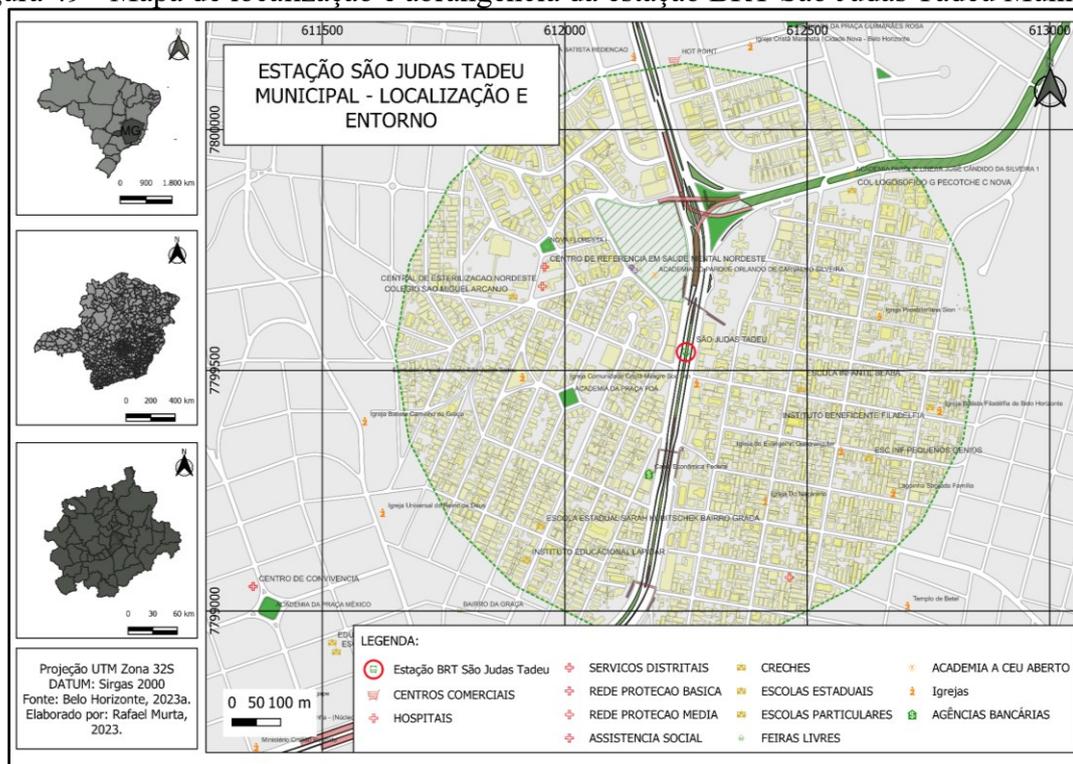
Tabela 50 - Polos geradores de viagem no entorno da estação BRT São Judas Tadeu Municipal

Tipo de Equipamento	Quantidade
Serviço de saúde	3
Instituições de ensino	7
Equipamentos culturais e turismo	1
Mercados municipais e feiras livres	1
Equipamentos esportivos	3
Parques municipais	1
Igrejas	7
Agências bancárias	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapa da Figura 49 apresenta o detalhamento da localização da estação, demonstrando o raio de alcance teórico e os PGV's públicos e privados. Importa destacar que o raio teórico de alcance não considera as inclinações das vias e a geometria dos percursos.

Figura 49 - Mapa de localização e abrangência da estação BRT São Judas Tadeu Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

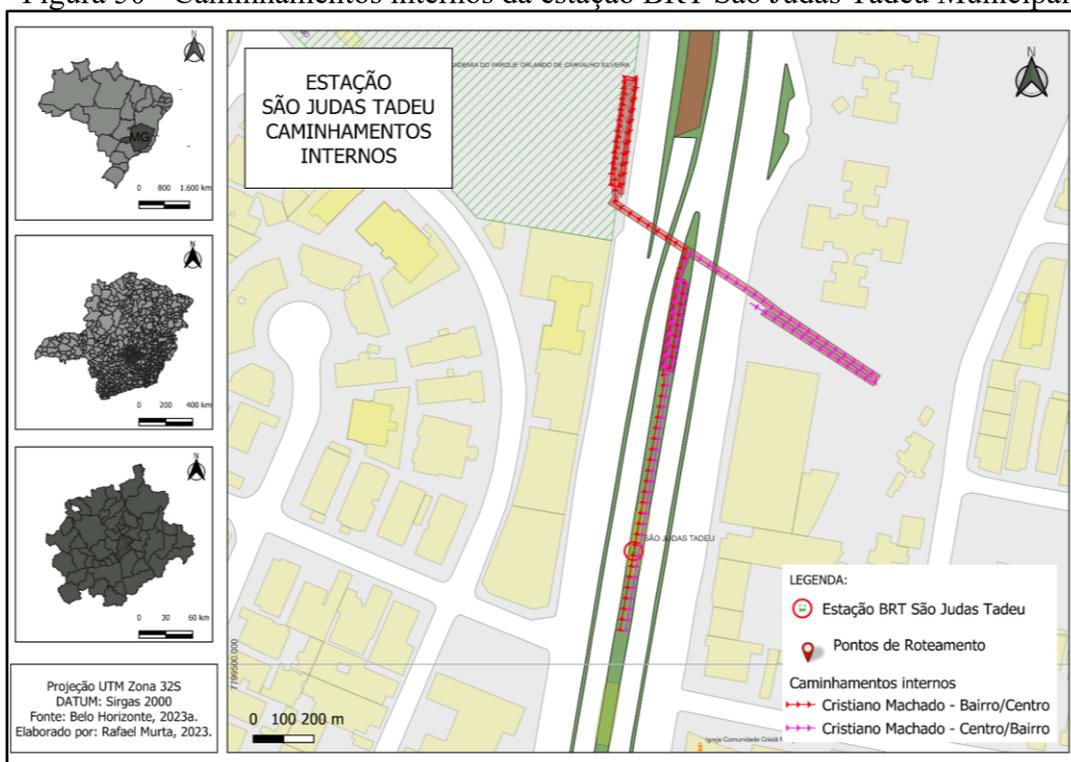
Os caminhamentos internos da estação estão apresentados na Tabela 51, onde podem ser verificados os resumos das informações coletadas e as representações geográficas desses caminhamentos estão apresentadas na Figura 50. Importante destacar que a estação não possui equipamentos de transporte vertical (elevadores e escadas rolantes) que auxiliam nos deslocamentos e propiciam melhor acessibilidade. Outro destaque de grande relevância é a falta de conectividade direta da estação com o Santuário Arquidiocesano São Judas Tadeu, sendo apenas a nomenclatura, uma vez que a estação não possui em sua área de abrangência acessibilidade com o templo religioso, conforme será demonstrado a frente.

Tabela 51 - Caminhamentos internos da estação BRT São Judas Tadeu Municipal

Tipo de Conexão	Id	Trecho	Distância plana (m)	Distância inclinada (m)	Inclinação de rampa (%)	Fator de ponderação	Distância inclinada ponderada (m)	Distância total (m)	Distância total ponderada pela inclinação (m)	Diferença entre distâncias (m)	Diferença entre distâncias (%)
Passarela	1	Estação São Judas Tadeu - Avenida Cristiano Machado - Bairro Centro	111	280	8,33	0,65	431	391	542	151	139%
Passarela	2	Estação São Judas Tadeu - Avenida Cristiano Machado - Centro Bairro	107	209	8,33	0,65	322	316	429	113	136%

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 50 - Caminhamentos internos da estação BRT São Judas Tadeu Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

5.4.7.1 Análises dos resultados

Analisando os deslocamentos externos temos, para efeito de comparação, que o potencial de abrangência teórico calculado a partir do traçado de um círculo de raio de 600 metros (em distância euclidiana) apresenta uma área de 1.130.940 metros quadrados. Entretanto, considerando os caminhamentos conforme os critérios de caminamento máximo e declividade discutidos nesta dissertação, temos áreas de abrangência de acessibilidade significativamente menores, conforme apresentado na Tabela 52.

Tabela 52 - Áreas de abrangência de acessibilidade da Estação BRT São Judas Tadeu Municipal

Método de análise	Área de abrangência (m ²)	Diferença percentual (%) em relação ao teórico
Teórico (600 m)	1.130.940	-
Método A - 600 m	30.653	2,71%
Método B - 600 m com declividade	20.632	1,82%
Método C - 400 m	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda, podemos analisar as diferenças percentuais entre os métodos A, B e C, tendo como resultado os dados apresentados na Tabela 53, onde são comparadas as áreas de abrangência ao se calcular com distância de 600 metros sem declividade; com distância máxima de 600m com variação pela declividade; e com o método de caminamento máximo de 400 metros.

Tabela 53 - Diferenças entre métodos de avaliação de áreas de abrangência de acessibilidade para a BRT São Judas Tadeu Municipal

Método de análise	Área de abrangência (m ²)	Diferença percentual (%) entre os métodos B e A	Diferença percentual (%) entre os métodos C e B	Diferença percentual (%) entre os métodos C e A
Método A - 600 m	30.653	-	-	-
Método B - 600 m com declividade	20.632	67,31%	-	-
Método C - 400 m	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapa da Figura 51 apresenta as representações das áreas de abrangência da estação para cada um dos tipos de métodos de cálculo.

Figura 51 - Áreas de abrangência de caminhada da estação BRT São Judas Tadeu Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

Outro ponto de discussão que exemplifica bastante a diferença das áreas de abrangência de acessibilidade por caminhada da estação são os equipamentos públicos e privados polos geradores de viagens - PGV's, atingidos pelas áreas de abrangência em cada um dos métodos. Do total de 24 equipamentos constantes na área de abrangência teórica, nenhum estão na área de abrangência do Método A, B ou C, conforme apresentado na Tabela 54.

Tabela 54 - Polos geradores de viagens em cada área de abrangência - Estação BRT São Judas Tadeu Municipal

Tipo de polo gerador de viagem (PGV)	Quantidade de PGV's			
	Área de abrangência			
	Teórico	Método A - 600 m	Método B - 600 m com declividade	Método C - 400 m
Serviço de saúde	3	0	0	0

Tipo de polo gerador de viagem (PGV)	Quantidade de PGV's			
	Área de abrangência			
	Teórico	Método A - 600 m	Método B - 600 m com declividade	Método C - 400 m
Instituições de ensino	7	0	0	0
Equipamentos culturais e turismo	1	0	0	0
Mercados municipais e feiras livres	1	0	0	0
Equipamentos esportivos	3	0	0	0
Parques municipais	1	0	0	0
Igrejas	7	0	0	0
Agências bancárias	1	0	0	0

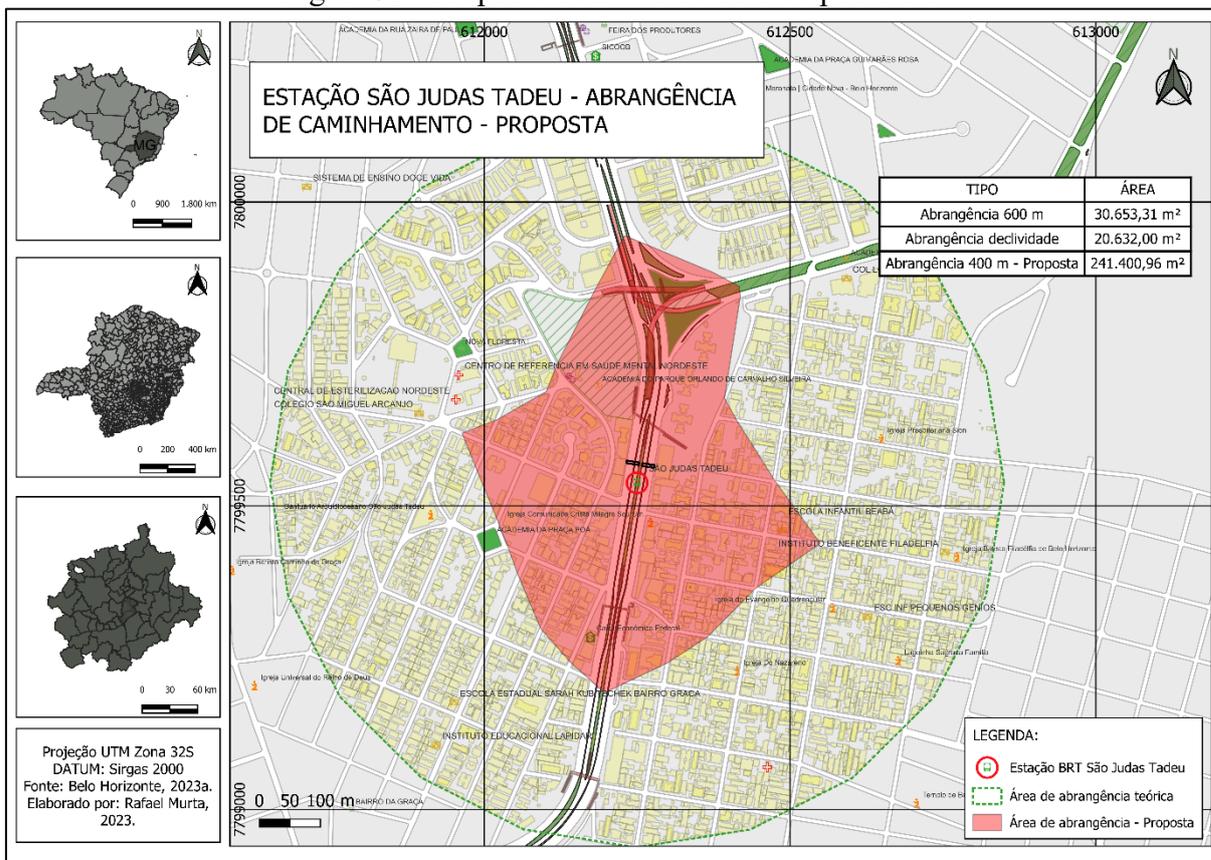
Fonte: Elaborado pelo autor

Em resumo, uma vez que, ao se analisar a acessibilidade devemos considerar a pior situação (Método C), temos ao comparar com a área de abrangência de caminamento máximo de 600 metros (Método A) temos como resultado uma área de abrangência inexistente, já que todas as distâncias desde o ponto médio da estação até a calçada na avenida são maiores que 400 metros.

5.4.7.2 Propostas de melhorias

Para qualificar a acessibilidade à estação é possível a implantação de travessia perpendicular em nível (faixa de pedestres), controlada por semáforos com tempo de verde aos pedestres adequado. A título de ilustração, apresentamos na Figura 52, estudo de área de abrangência, calculado pelo Método C, considerando acessos externos com caminhamentos diretos em nível conforme proposto. O resultado da proposta apresenta uma área de abrangência de 241.401 metros quadrados e o atingimento da acessibilidade ao templo religioso do Santuário São Judas Tadeu, porém sendo este resultado não comparável ao Método C, uma vez que por esse método não houve resultado de abrangência de caminamento.

Figura 52 - Proposta de novos acessos de pedestres



Fonte: Elaborado pelo autor

5.4.8 Estação de BRT Sagrada Família Municipal

A estação de integração BRT Sagrada Família Municipal ocupa uma área de aproximadamente 412 metros quadrados e possui movimentação média diária de 635 passageiros por dia útil (Belo Horizonte, 2023f), funcionando no horário entre 04:00h e 23:59h. Está localizada na Avenida Cristiano Machado, na altura do numeral 1.240, na divisa entre os bairros Sagrada Família a leste e da Graça a oeste, na região leste da cidade de Belo Horizonte. Essa estação encontra-se segregada da via e a entrada e saída dos usuários é realizada por uma passarela que conta com uma bifurcação que possibilita o atendimento de ambos lados da avenida, a primeira passarela atende o acesso ao sentido bairro/centro, a oeste da estação, próximo do cruzamento da avenida Cristiano Machado com a Rua Silveira, a segunda passarela atende o acesso ao sentido centro/bairro, a leste da estação, próximo do cruzamento da avenida Cristiano Machado com a Rua Geraldo Menezes Soares. Em um raio de entorno imediato de 600 metros da estação estão disponíveis diversos equipamentos públicos e privados de interesse de deslocamento com

potencial polo gerador de viagens - PGV. Na Tabela 55 estão quantificados os equipamentos de maior tamanho e relevância, sendo importante destacar que não constam na listagem supermercados ou farmácias, por se tratarem de comércios de alcance local e sem deslocamentos a partir das estações.

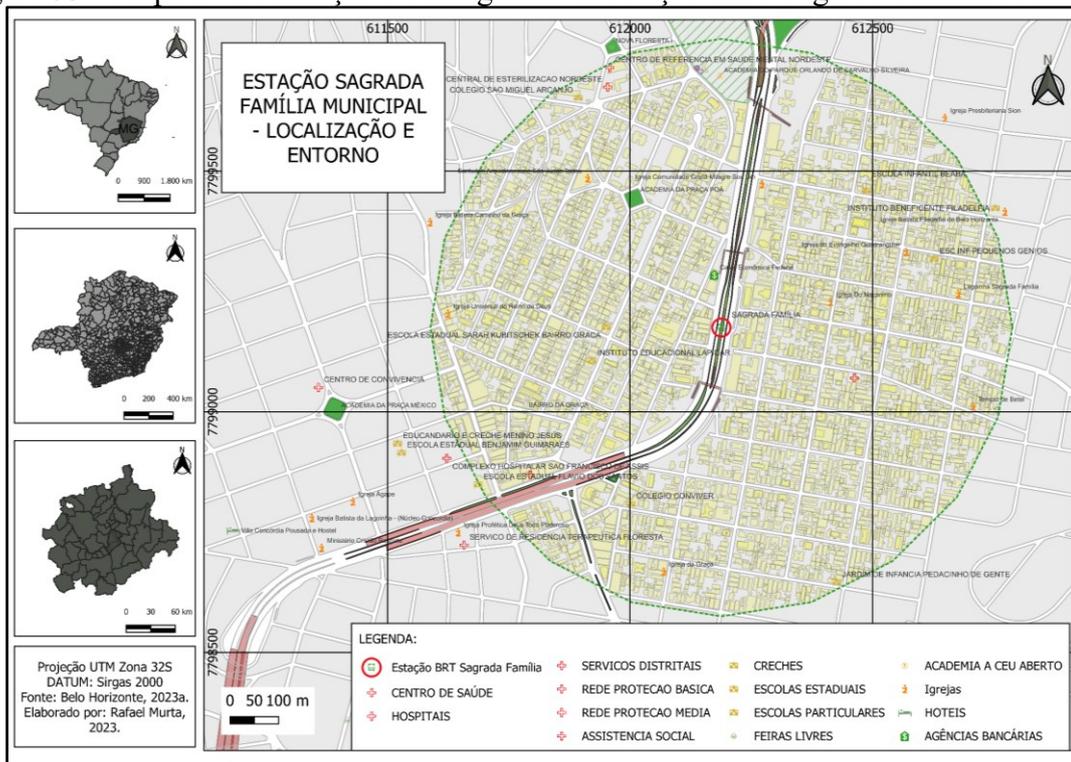
Tabela 55 - Polos geradores de viagem no entorno da estação BRT Sagrada Família Municipal

Tipo de Equipamento	Quantidade
Serviço de saúde	4
Instituições de ensino	8
Equipamentos culturais e turismo	1
Mercados municipais e feiras livres	1
Equipamentos esportivos	2
Parques municipais	1
Igrejas	8
Agências bancárias	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapa da Figura 53 apresenta o detalhamento da localização da estação, demonstrando o raio de alcance teórico e os PGV's públicos e privados. Importa destacar que o raio teórico de alcance não considera as inclinações das vias e a geometria dos percursos.

Figura 53 - Mapa de localização e abrangência da estação BRT Sagrada Família Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

Os caminhamentos internos da estação estão apresentados na Tabela 56, onde podem ser verificados os resumos das informações coletadas e as representações geográficas desses caminhamentos estão apresentadas na Figura 54. Importante destacar que a estação não possui equipamentos de transporte vertical (elevadores e escadas rolantes) que auxiliam nos deslocamentos e propiciam melhor acessibilidade.

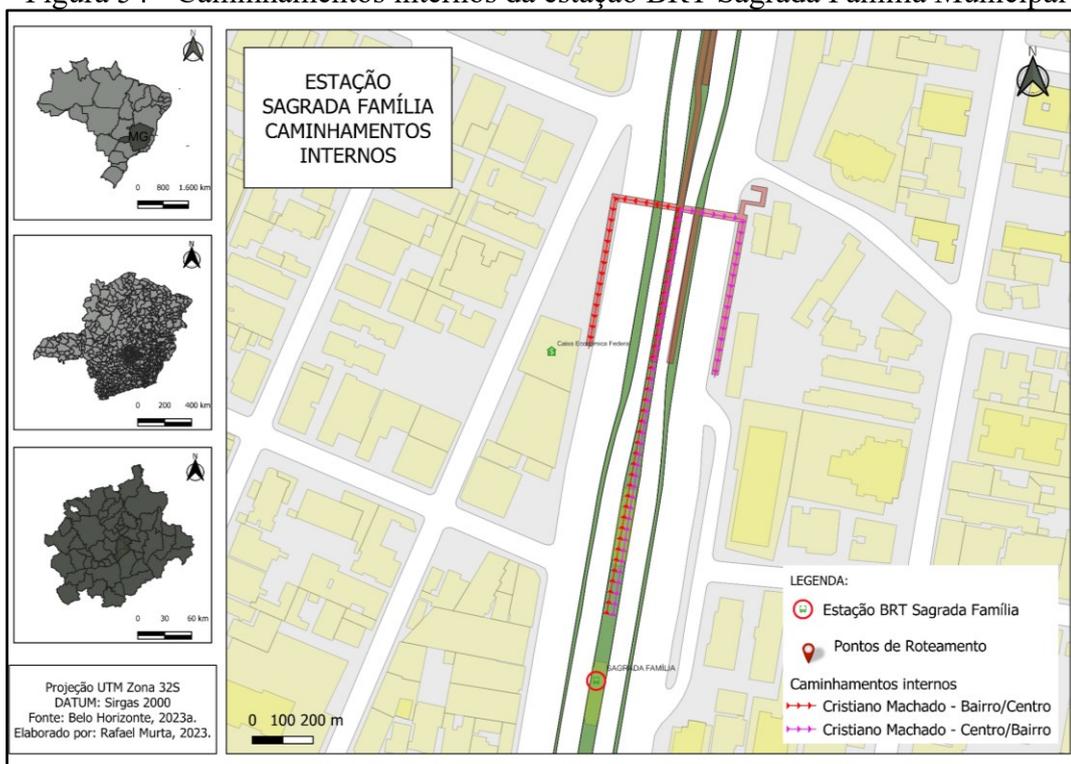
Tabela 56 - Caminhamentos internos da estação BRT Sagrada Família Municipal

Tipo de Conexão	Id	Trecho	Distância plana (m)	Distância inclinada (m)	Inclinação de rampa (%)	Fator de ponderação	Distância inclinada ponderada (m)	Distância total (m)	Distância total ponderada pela inclinação (m)	Diferença entre distâncias (m)	Diferença entre distâncias (%)
Passarela	1	Estação Sagrada Família - Avenida Cristiano Machado -	110	88	8,33	0,65	135	198	245	47	124%

Tipo de Conexão	Id	Trecho	Distância plana (m)	Distância inclinada (m)	Inclinação de rampa (%)	Fator de ponderação	Distância inclinada ponderada (m)	Distância total (m)	Distância total ponderada pela inclinação (m)	Diferença entre distâncias (m)	Diferença entre distâncias (%)
		Bairro Centro									
Passarela	2	Estação Sagrada Família - Avenida Cristiano Machado - Centro Bairro	110	96	8,33	0,65	148	206	258	52	125%

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 54 - Caminhamentos internos da estação BRT Sagrada Família Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

5.4.8.1 Análises dos resultados

Analisando os deslocamentos externos temos, para efeito de comparação, que o potencial de abrangência teórico calculado a partir do traçado de um círculo de raio de 600 metros (em

distância euclidiana) apresenta uma área de 1.130.940 metros quadrados. Entretanto, considerando os caminhamentos conforme os critérios de caminhada máximo e declividade discutidos nesta dissertação, temos áreas de abrangência de acessibilidade significativamente menores, conforme apresentado na Tabela 57.

Tabela 57 - Áreas de abrangência de acessibilidade da Estação BRT Sagrada Família Municipal

Método de análise	Área de abrangência (m ²)	Diferença percentual (%) em relação ao teórico
Teórico (600 m)	1.130.940	-
Método A - 600 m	270.410	23,91%
Método B - 600 m com declividade	99.764	8,82%
Método C - 400 m	58.277	5,15%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda, podemos analisar as diferenças percentuais entre os métodos A, B e C, tendo como resultado os dados apresentados na Tabela 58, onde são comparadas as áreas de abrangência ao se calcular com distância de 600 metros sem declividade; com distância máxima de 600m com variação pela declividade; e com o método de caminhada máximo de 400 metros.

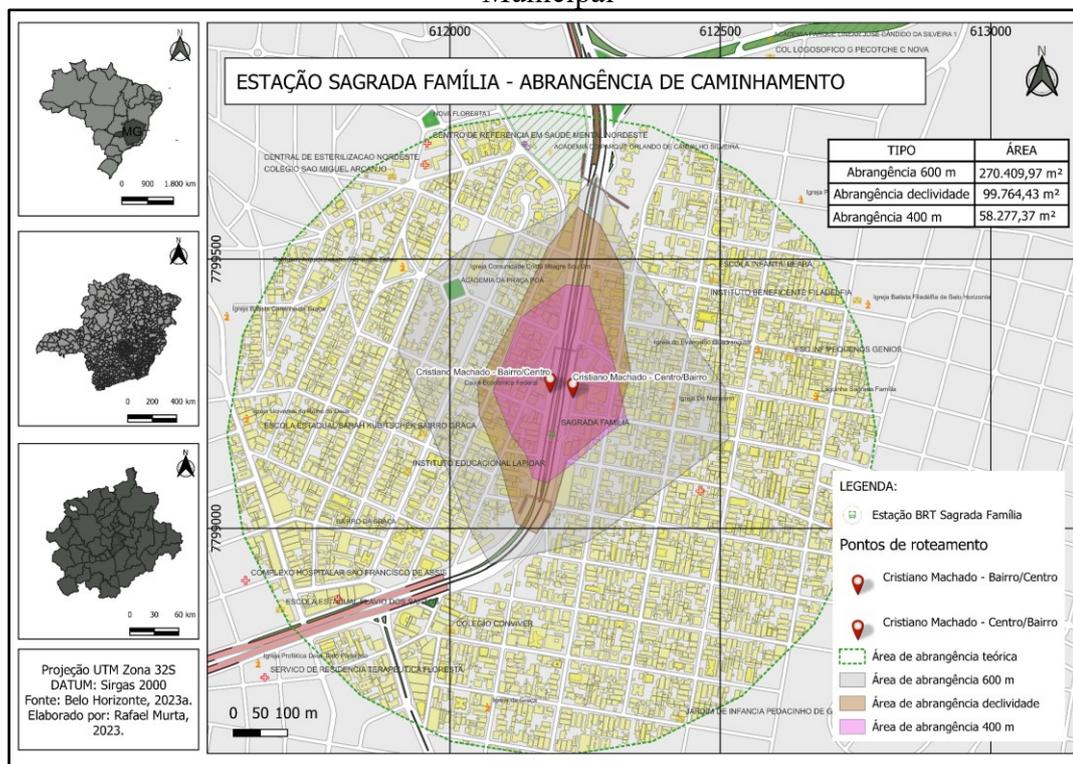
Tabela 58 - Diferenças entre métodos de avaliação de áreas de abrangência de acessibilidade para a BRT Sagrada Família Municipal

Método de análise	Área de abrangência (m ²)	Diferença percentual (%) entre os métodos B e A	Diferença percentual (%) entre os métodos C e B	Diferença percentual (%) entre os métodos C e A
Método A - 600 m	270.410	-	-	-
Método B - 600 m com declividade	99.764	36,89%	-	-
Método C - 400 m	58.277	-	58,41%	21,55%

Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapa da Figura 55 apresenta as representações das áreas de abrangência da estação para cada um dos tipos de métodos de cálculo.

Figura 55 - Áreas de abrangência de caminhamento da estação BRT Sagrada Família Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

Outro ponto de discussão que exemplifica bastante a diferença das áreas de abrangência de acessibilidade por caminhamento da estação são os equipamentos públicos e privados polos geradores de viagens - PGV's, atingidos pelas áreas de abrangência em cada um dos métodos. Do total de 26 equipamentos constantes na área de abrangência teórica, 4 estão na área de abrangência do Método A (8%), 2 estão na área de abrangência do Método B (4%) e 1 estão na área de abrangência do Método C (2%), conforme apresentado na Tabela 59.

Tabela 59 - Polos geradores de viagens em cada área de abrangência - Estação BRT Sagrada Família Municipal

Tipo de polo gerador de viagem (PGV)	Quantidade de PGV's			
	Área de abrangência			
	Teórico	Método A - 600 m	Método B - 600 m com declividade	Método C - 400 m
Serviço de saúde	4	0	0	0
Instituições de ensino	8	0	0	0

Tipo de polo gerador de viagem (PGV)	Quantidade de PGV's			
	Área de abrangência			
	Teórico	Método A - 600 m	Método B - 600 m com declividade	Método C - 400 m
Equipamentos culturais e turismo	1	0	0	0
Mercados municipais e feiras livres	1	0	0	0
Equipamentos esportivos	2	1	0	0
Parques municipais	1	0	0	0
Igrejas	8	2	1	0
Agências bancárias	1	1	1	1

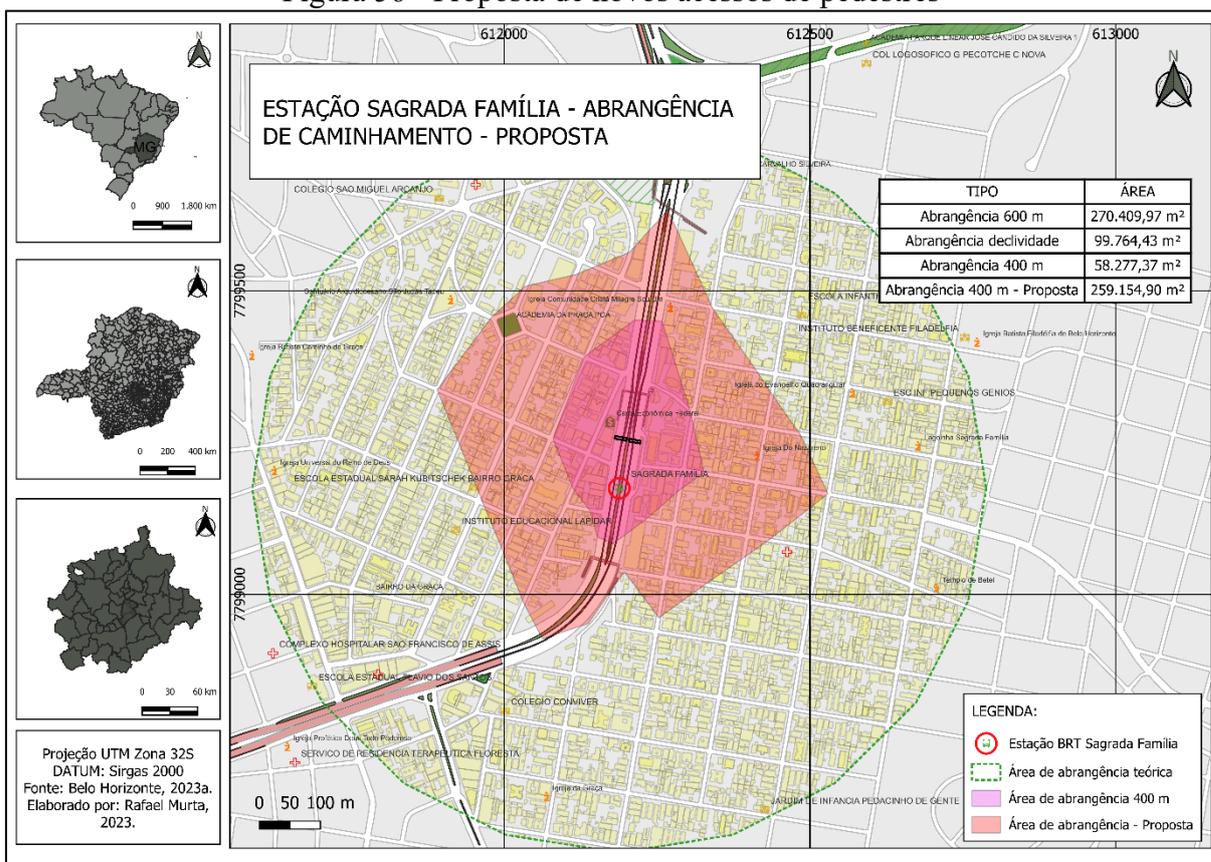
Fonte: Elaborado pelo autor

Em resumo, uma vez que, ao se analisar a acessibilidade devemos considerar a pior situação (Método C), temos ao comparar com a área de abrangência de caminamento máximo de 600 metros com declividade (Método B) temos como resultado uma área de abrangência 41,59% menor.

5.4.8.2 Propostas de melhorias

Para qualificar a acessibilidade à estação é possível a implantação de travessia perpendicular em nível (faixa de pedestres), controlada por semáforos com tempo de verde aos pedestres adequado. A título de ilustração, apresentamos na Figura 56, estudo de área de abrangência, calculado pelo Método C, considerando acessos externos com caminhamentos diretos em nível conforme proposto. O resultado da proposta apresentada apresenta uma área de abrangência de 259.155 metros quadrados, sendo este resultado 4,45 vezes superior ao resultado da situação atual.

Figura 56 - Proposta de novos acessos de pedestres



Fonte: Elaborado pelo autor

5.4.9 Estação de BRT Silvano Brandão Municipal

A estação de integração BRT Silvano Brandão Municipal ocupa uma área de aproximadamente 380 metros quadrados e possui movimentação média diária de 1.418 passageiros por dia útil (Belo Horizonte, 2023f), funcionando no horário entre 04:00h e 23:59h. Está localizada na Avenida Cristiano Machado, na altura do numeral 550, na divisa entre os bairros Floresta a leste e Concórdia a oeste, na região leste da cidade de Belo Horizonte. Essa estação encontra-se segregada da via e a entrada e saída dos usuários é realizada por uma faixa de pedestres que conta com uma bifurcação que possibilita o atendimento de ambos lados da avenida no cruzamento com a Rua Jacuí. Em um raio de entorno imediato de 600 metros da estação estão disponíveis diversos equipamentos públicos e privados de interesse de deslocamento com potencial polo gerador de viagens - PGV. Na Tabela 60 estão quantificados os equipamentos de maior tamanho e relevância, sendo importante destacar que não constam na listagem

supermercados ou farmácias, por se tratarem de comércios de alcance local e sem deslocamentos a partir das estações.

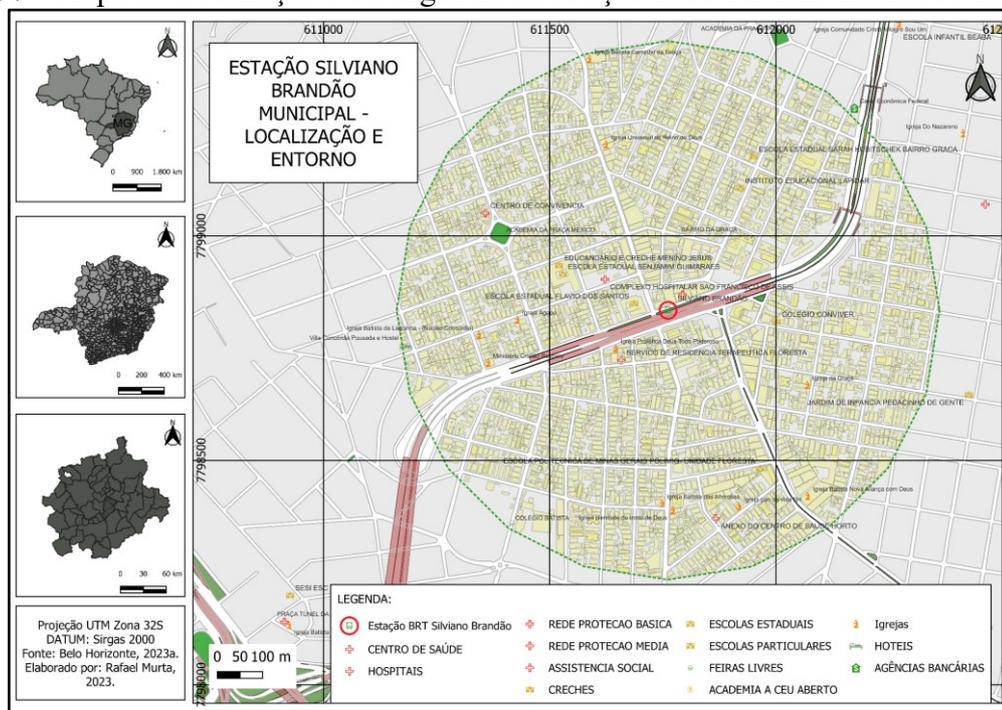
Tabela 60 - Polos geradores de viagem no entorno da estação BRT Silvano Brandão Municipal

Tipo de Equipamento	Quantidade
Serviço de saúde	5
Instituições de ensino	7
Mercados municipais e feiras livres	1
Equipamentos esportivos	1
Igrejas	11
Hotéis	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapa da Figura 57 apresenta o detalhamento da localização da estação, demonstrando o raio de alcance teórico e os PGV's públicos e privados. Importa destacar que o raio teórico de alcance não considera as inclinações das vias e a geometria dos percursos

Figura 57 - Mapa de localização e abrangência da estação BRT Silvano Brandão Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

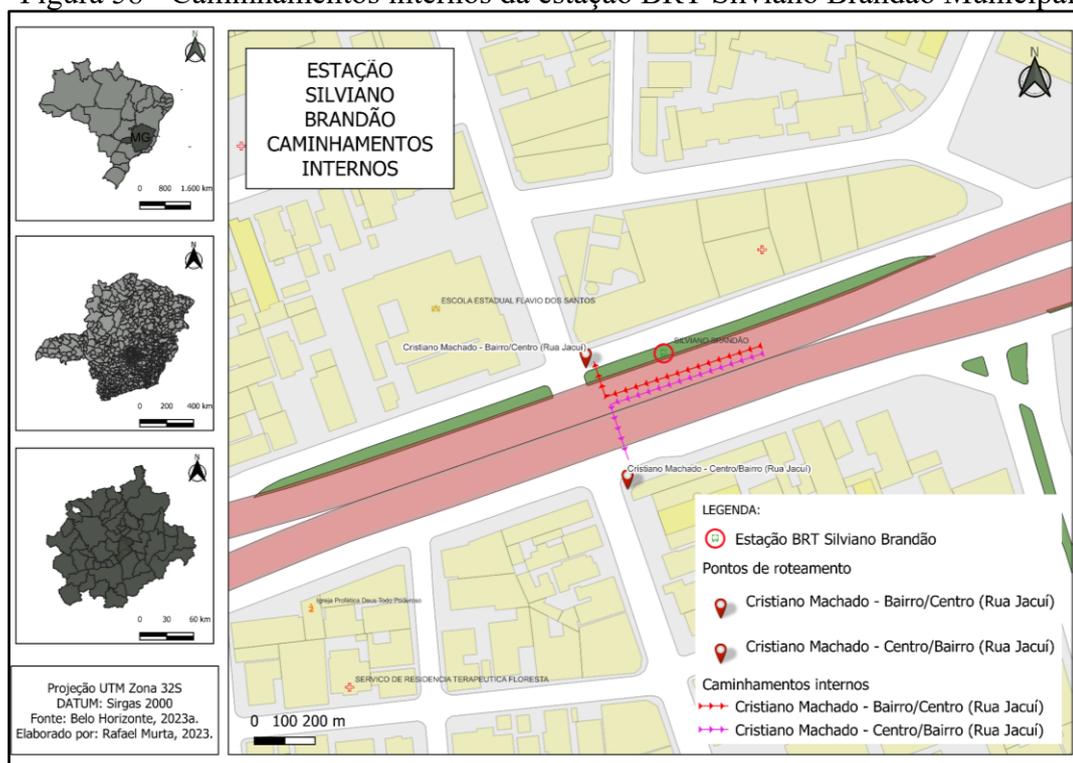
Os caminhamentos internos da estação estão apresentados na Tabela 61, onde podem ser verificados os resumos das informações coletadas e as representações geográficas desses caminhamentos estão apresentadas na Figura 58. Importante destacar que a estação não possui equipamentos de transporte vertical (elevadores e escadas rolantes) que auxiliam nos deslocamentos e propiciam melhor acessibilidade.

Tabela 61 - Caminhamentos internos da estação BRT Silvano Brandão Municipal

Tipo de Conexão	Id	Trecho	Distância plana (m)	Distância inclinada (m)	Inclinação de rampa (%)	Fator de ponderação	Distância inclinada ponderada (m)	Distância total (m)	Distância total ponderada pela inclinação (m)	Diferença entre distâncias (m)	Diferença entre distâncias (%)
Passarela	1	Estação Silvano Brandão - Avenida Cristiano Machado - Bairro Centro	60	0	0	0	-	60	-	-	-
Passarela	2	Estação Silvano Brandão - Avenida Cristiano Machado - Centro Bairro	70	0	0	0	-	70	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 58 - Caminhamentos internos da estação BRT Silviano Brandão Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

5.4.9.1 Análises dos resultados

Analisando os deslocamentos externos temos, para efeito de comparação, que o potencial de abrangência teórico calculado a partir do traçado de um círculo de raio de 600 metros (em distância euclidiana) apresenta uma área de 1.130.940 metros quadrados. Entretanto, considerando os caminhamentos conforme os critérios de caminhamento máximo e declividade discutidos nesta dissertação, temos áreas de abrangência de acessibilidade significativamente menores, conforme apresentado na Tabela 62.

Tabela 62 - Áreas de abrangência de acessibilidade da Estação BRT Silvano Brandão Municipal

Método de análise	Área de abrangência (m ²)	Diferença percentual (%) em relação ao teórico
Teórico (600 m)	1.130.940	-
Método A - 600 m	618.898	54,72%
Método B - 600 m com declividade	252.705	22,34%
Método C - 400 m	225.783	19,96%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda, podemos analisar as diferenças percentuais entre os métodos A, B e C, tendo como resultado os dados apresentados na Tabela 63, onde são comparadas as áreas de abrangência ao se calcular com distância de 600 metros sem declividade; com distância máxima de 600m com variação pela declividade; e com o método de caminamento máximo de 400 metros.

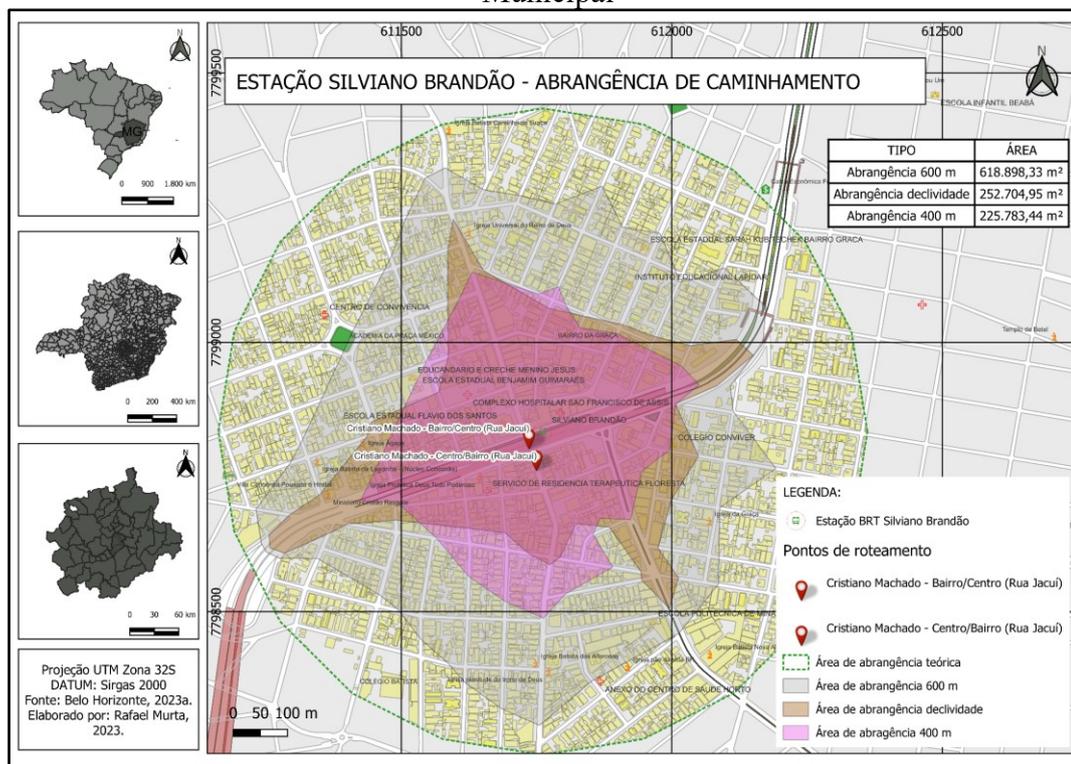
Tabela 63 - Diferenças entre métodos de avaliação de áreas de abrangência de acessibilidade para a BRT Silvano Brandão Municipal

Método de análise	Área de abrangência (m ²)	Diferença percentual (%) entre os métodos B e A	Diferença percentual (%) entre os métodos C e B	Diferença percentual (%) entre os métodos C e A
Método A - 600 m	618.898	-	-	-
Método B - 600 m com declividade	252.705	40,83%	-	-
Método C - 400 m	225.783	-	89,35%	36,48%

Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapa da Figura 59 apresenta as representações das áreas de abrangência da estação para cada um dos tipos de métodos de cálculo.

Figura 59 - Áreas de abrangência de caminhada da estação BRT Silvano Brandão Municipal



Fonte: Elaborado pelo autor

Outro ponto de discussão que exemplifica bastante a diferença das áreas de abrangência de acessibilidade por caminhada da estação são os equipamentos públicos e privados polos geradores de viagens - PGV's, atingidos pelas áreas de abrangência em cada um dos métodos. Do total de 26 equipamentos constantes na área de abrangência teórica, 20 estão na área de abrangência do Método A (42%), 9 estão na área de abrangência do Método B (19%) e 7 estão na área de abrangência do Método C (15%), conforme apresentado na Tabela 64.

Tabela 64 - Polos geradores de viagens em cada área de abrangência - Estação BRT Silvano Brandão Municipal

Tipo de polo gerador de viagem (PGV)	Quantidade de PGV's			
	Área de abrangência			
	Teórico	Método A - 600 m	Método B - 600 m com declividade	Método C - 400 m
Serviço de saúde	5	3	3	3
Instituições de ensino	7	7	2	2

Tipo de polo gerador de viagem (PGV)	Quantidade de PGV's			
	Área de abrangência			
	Teórico	Método A - 600 m	Método B - 600 m com declividade	Método C - 400 m
Mercados municipais e feiras livres	1	1	1	1
Equipamentos esportivos	1	1	0	0
Igrejas	11	8	3	1
Hotéis	1	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor

Em resumo, uma vez que, ao se analisar a acessibilidade devemos considerar a pior situação (Método C), temos ao comparar com a área de abrangência de caminhamento máximo de 600 metros com declividade (Método B) temos como resultado uma área de abrangência 10,65% menor.

5.4.9.2 Propostas de melhorias

A intervenção necessária para melhoria da acessibilidade desta estação, travessia em nível através de faixas de pedestres, já foi viabilizada desde a implantação inicial da estação, conforme demonstrado anteriormente. Entretanto outras melhorias pontuais ainda podem ser executadas, tais como: aumento do tempo de travessia dos pedestres, reforma das calçadas do entorno e melhora da iluminação do entorno.

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

6.1 Síntese e análise crítica dos resultados

As estações de integração analisadas apresentaram resultados de área de abrangência muito diversificados, primeiramente em razão da acessibilidade apenas através de passarelas ao invés de faixas de pedestres, sendo esta situação ocorrendo em 8 das 11 estações analisadas, e em segundo lugar em razão do local escolhido para implantação das estações, muitas vezes próximos a grandes barreiras físicas que impedem o deslocamento curto ou a transposição imediata de um obstáculo. Ao longo de boa parte da Avenida Cristiano Machado as quadras lindeiras são de grandes dimensões e em muitos casos as vias na perpendicular estão interrompidas ou com desníveis em relação à avenida com acessos apenas por escadarias.

Ainda sobre a acessibilidade através de passarelas, o modelo de estrutura aumenta significativamente os trajetos percorridos pelos passageiros, além de serem inseguros ao expor as pessoas a corredores sem saída, com iluminação e limpeza insuficiente, sujeitos a todos os riscos de violências. Em pelo menos dois casos (Estações Minas Shopping e Ouro Minas), existe ainda o agravante da passarela estar interligada a uma passarela em lateral de viaduto, aumentando o risco de assaltos, quando existe a possibilidade de facilitação de fuga pela via exclusiva para veículos. Outra importante observação sobre as passarelas está relacionada com o aproveitamento das estruturas existentes quando da implantação da Linha Verde para a implantação das estações de integração do BRT, fazendo com que em muitos casos os passageiros ao desembarcar na estação percorram um trecho de rampa em descida e posteriormente em rampa de subida para acesso às passarelas, conforme o exemplo da Figura 60, da passarela da estação Sagrada Família.

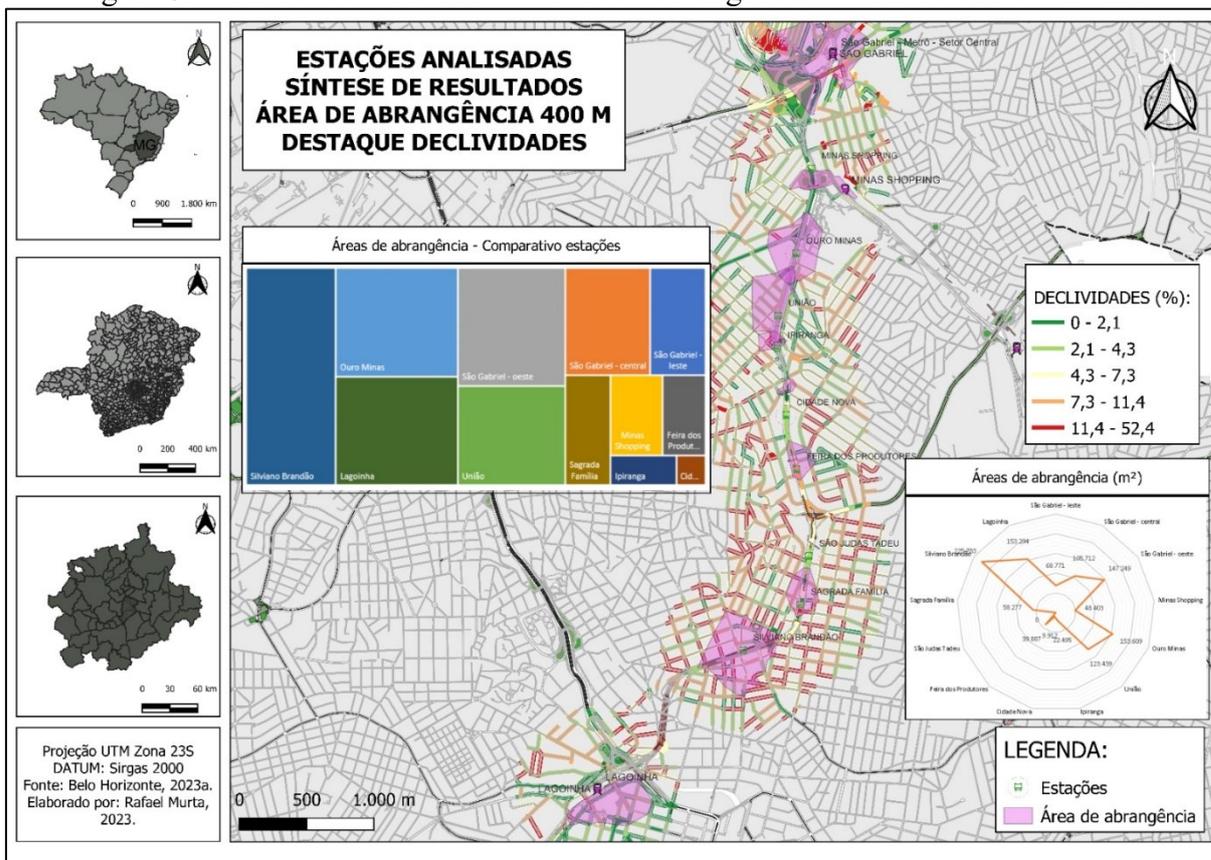
Figura 60 - Transição de rampas em declive e aclave na Estação Sagrada Família.



Fonte: Google Street View, 2023.

Observa-se ao analisar os resultados de área de abrangência que as estações com acessibilidade através de faixas de pedestres, ou aquelas que possuem mais de um ponto de acesso, possuem, em média, áreas de abrangência três vezes maiores do que aquelas com acesso exclusivamente por passarelas. Observa-se ainda que possibilitar a acessibilidade através de faixas de pedestres aumenta significativamente a demanda de passageiros nas estações, conforme resultados obtidos pela estação Ouro Minas após a inclusão de acesso por faixas de pedestres. As informações da Figura 61 apresentam de forma geral os resultados de área de abrangência com caminamento de 600 metros para cada estação analisada, bem como comparativos gráficos entre estas estações e detalhamento do grau de declividade das vias no entorno das estações.

Figura 61 - Síntese de resultados de áreas de abrangência e declividades do entorno



Fonte: Elaborador pelo autor

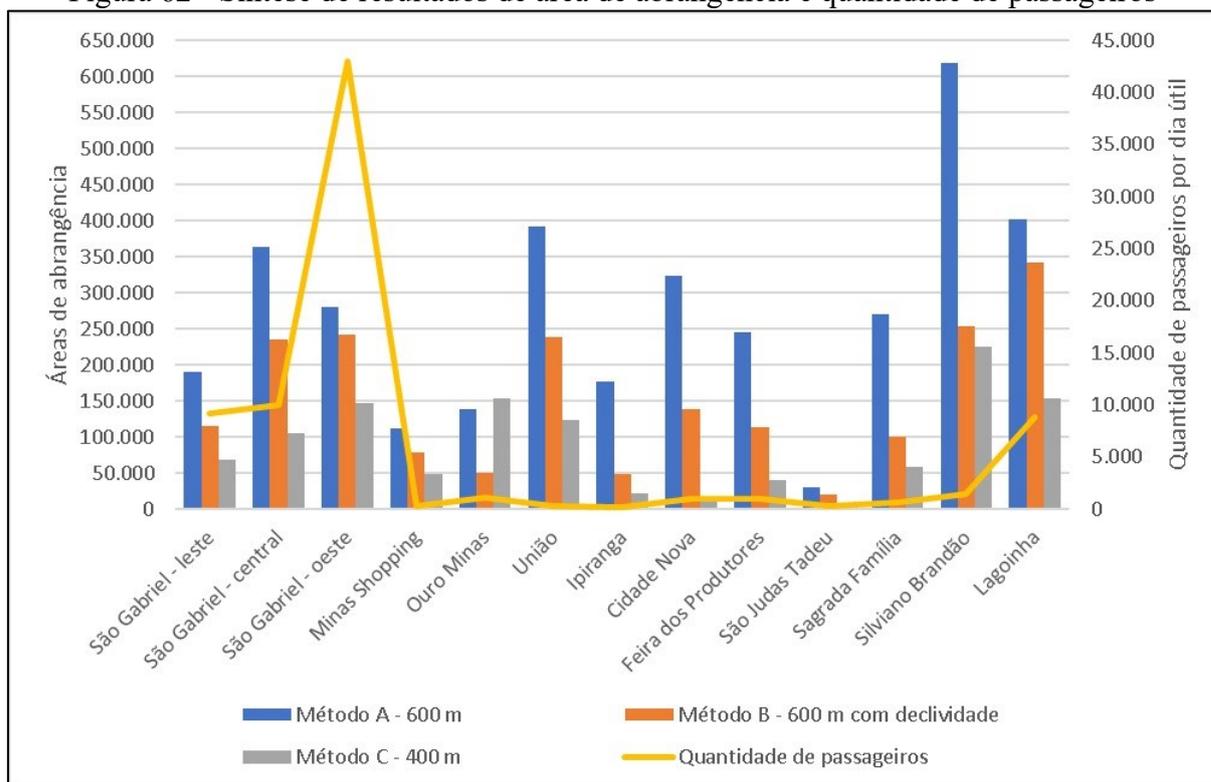
Os resultados das mensurações das áreas de abrangência à acessibilidade das estações de integração pesquisadas estão sintetizados na Tabela 65 e na Figura 62, onde estão apresentadas as estações, o tipo de conexão da estação com as calçadas externas, as áreas de abrangência para cada um dos três métodos utilizados, a relação de resultado ao se comparar o método empregado pelo órgão gestor (que projetou as estruturas) e o método de análise mais favorável ao usuário do transporte público coletivo, e a quantidade de passageiros média por dia útil da estação.

Tabela 65 - Síntese dos resultados

Estação	Tipo de conexão	Área de abrangência			Resultado da abrangência por relação entre métodos C e B	Quantidade de passageiros
		Método A - 600 m	Método B - 600 m com declividade	Método C - 400 m		
São Gabriel - leste	Passarela	190.892	114.867	68.771	40,13%	9.150
São Gabriel - central	Passarela	364.059	235.103	105.712	55,04%	10.008
São Gabriel - oeste	Passarela	279.642	241.380	147.249	39,00%	43.000
Minas Shopping	Passarela	111.178	78.046	48.403	37,98%	319
Ouro Minas	Faixa de pedestres	138.681	49.330	153.609	-211,39%	1.140
União	Faixa de pedestres	391.277	238.791	123.439	48,31%	277
Ipiranga	Passarela	177.447	47.647	22.495	52,79%	163
Cidade Nova	Passarela	323.133	138.765	9.912	92,86%	1.031
Feira dos Produtores	Passarela	245.136	113.790	39.887	64,95%	1.014
São Judas Tadeu	Passarela	30.653	20.632	-	-	283
Sagrada Família	Passarela	270.410	99.764	58.277	41,59%	653
Silviano Brandão	Faixa de pedestres	618.898	252.705	225.783	10,65%	1.418
Lagoinha	Passarela	402.392	341.288	153.294	55,08%	8.886

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 62 - Síntese de resultados de área de abrangência e quantidade de passageiros



Fonte: Elaborado pelo autor

Os resultados das mensurações das áreas de abrangência realizados após simulações das implantações das sugestões propostas neste trabalho apontam um grande potencial melhoria da acessibilidade desses equipamentos públicos de transporte coletivo, atingindo um aumento médio de 561% de área de abrangência, com destaque para a estação Cidade Nova, que aumentaria em 25 vezes a sua área de cobertura espacial. Analisando ainda essas áreas de abrangência após as propostas de melhorias, aponta-se que haveria um aumento de população atendida diretamente pelos serviços com acesso a pé ou de cadeiras de rodas, passando de 8.228 habitantes potencialmente atendidos para 16.828, sendo esse um aumento maior que o dobro.

6.2 Limitações do estudo

Este estudo limitou-se a analisar os aspectos de distâncias máxima de caminhada e áreas de abrangência em razão destas distância através de três métodos de análise: Método A - caminhada máxima de 600 metros, considerando a geometria das vias e não considerando as declividades das vias; Método B - caminhada máxima de 600 metros, considerando a geometria e a declividade das vias; e Método C - caminhada máxima de 400 metros,

considerando a geometria das vias e não considerando as declividades das vias, fazendo com que não tenham sido analisados aspectos também importantes para averiguação da garantia de qualidade da acessibilidade de um equipamento público de transporte (estações de integração), tais como: qualidade dos pavimentos das calçadas, índice de iluminação, estado de conservação das estruturas, nível de atendimento às normas regulamentadoras, taxas de registros de incidentes de violência (roubos, assaltos, assédios), taxas de registros de acidentes com e sem vítima.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo desta dissertação foi avaliar a eficácia do atendimento das estações de integração de Belo Horizonte do ponto de vista da acessibilidade, de forma em que seja garantida a equidade no acesso ao transporte público, contribuindo para a inclusão social e melhoria da qualidade de vida da população, principalmente aos mais vulneráveis economicamente e socialmente. As estações de integração dos sistemas de transporte são pontos de conexão e grande fluxo de passageiros e necessitam de diversos pré-requisitos de conforto e segurança, como caminhos diretos, conectividade eficiente, estética agradável, facilidade de movimentação, clareza das informações, medidas de proteção e sensação de segurança. Realizar o mapeamento da qualidade das melhorias voltadas para pedestres nas proximidades de uma estação representa o primeiro passo para a identificação das barreiras e dos desafios enfrentados pelos usuários (BRASIL, 2008).

Em relação aos métodos de limitação de distância máxima de caminhada, é simples concluir que para o passageiro que acessa a estação a pé ou de cadeiras de rodas é tanto melhor quanto menor for essa distância máxima, entretanto é necessário qualificar melhor e mais objetivamente esses critérios máximos, sendo que o método adotado pela cidade de Belo Horizonte em que as distâncias são ponderadas pela declividade das vias se demonstra eficiente no método de cálculo, ressaltando ser necessário evoluir para que sejam estabelecidas menores distâncias limite. É importante destacar que ao se utilizar o método que considera as limitações em função das declividades, a partir de rampas maiores que 8% as distâncias limites estão abaixo daquela estabelecida no Método C que limita a distância em 400 metros.

A utilização de ferramentas de Sistema de Informação Geográfica - SIG, foi de fundamental importância para os cálculos e representações geográficas deste estudo, sendo demonstrada a facilidade de uso da ferramenta, do potencial de adaptabilidade das funções presentes no *software* e principalmente pelo enorme potencial de uso e abrangência por se tratar de *software* livre e gratuito.

Diante de todo o exposto nas análises de área de abrangência e nas sugestões de melhoria, conclui-se que as estações de integração do município de Belo Horizonte analisadas nesta dissertação possuem um nível de acessibilidade bem aquém do potencial que possuem,

deixando de proporcionar à população um serviço de melhor qualidade e com maior facilidade de utilização. Conclui-se também que as estruturas existentes privilegiam os automóveis em detrimento aos pedestres, marginalizando o serviço público de transporte de passageiros mesmo após grandes investimentos em infraestrutura realizados nas últimas décadas. A opção por implantar estações de transporte interligadas à rua através de passarelas serve apenas para evitar que os veículos tenham menos pontos de impedância (semáforos) na via e possam desenvolver maiores velocidades durante o percurso, entretanto é necessário e importante que os investimentos estejam focados na melhoria do coletivo em detrimento ao individual de forma que mais pessoas possam ser atendidas ao mesmo tempo.

Os resultados apresentados reforçam a importância de se planejar e projetar as estações de integração com uma visão mais do usuário que se desloca a pé ou de cadeira de rodas do que da circulação viária e acesso pelos veículos (ônibus), pois apesar de existir a possibilidade do complemento da viagem através das linhas alimentadoras, o intervalo entre as viagens e o tempo de conexão, nem sempre são adequados, fazendo com que seja mais interessante o deslocamento a pé do que o complemento com outra viagem de ônibus para uma distância curta. É importante pensar em soluções de acessos de pedestres a todas as direções, de forma que o usuário possua o menor número de barreiras possíveis para acessar o transporte público e esses acessos precisam ser qualificados de para que os passageiros percorram distâncias mais curtas e seguras. Também é de suma importância a análise da localização de implantação do equipamento público, de maneira que sejam possíveis acessos diretos e não apenas através de veículos.

Para trabalhos futuros, recomenda-se uma análise nas demais estações de integração de Belo Horizonte e região metropolitana, tanto dos sistemas de ônibus como dos de metrô. Para as estações do sistema ferroviário é interessante ampliar essa análise aqui apresentada, uma vez que nelas é mais presente a acessibilidade através de passarelas e neste estudo foi possível observar que este tipo de estrutura diminui significativamente a área de abrangência ou atendimento da estrutura de transporte. Recomenda-se também analisar os potenciais locais de nova implantação das passarelas, que porventura venham a ser substituídas por faixas de pedestres, indicando-se relacionar os dados deste trabalho com a tese de doutorado intitulada

Mobilidade Pedonal e o Efeito Barreira das Rodovias Urbanas: as contradições e os conflitos no Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, em Belo Horizonte (MG) (MATOS, 2022).

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 9050:2020 (2020). Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020.

ALLAN, A. (2001). “Walking as a local transport modal choice in Adelaide. Road & Transport Research”, v. 10, n. 1, p. 35.

ALLEN, A. et al (2016). Public participation in transport planning: A review of methods and their potential for transport planners. Transportation Research Part D: Transport and Environment, v. 45, p. 1-22.

ARAÚJO, M. R. M., OLIVEIRA, J. M., JESUS, M. S., SÁ, N. R., SANTOS, P. A. C., & LIMA, T. C. (2011). Transporte público coletivo: discutindo acessibilidade, mobilidade e qualidade de vida. Psicologia & Sociedade, v23, p. 574-582.

AZEVEDO, A. F. de (2015). Acessibilidade em pontos de ônibus em áreas urbanas: estudo de caso na cidade de Juiz de Fora. 2015. Dissertação (Mestrado em Transportes) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

BART (2003). BART: Bay Area Rapid Transit. “BART station access guidelines.”

BELO HORIZONTE (2008). Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte - BHTRANS. Contrato de Concessão do Transporte Público Coletivo por Ônibus no Município de Belo Horizonte. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/bhtrans/informacoes/transparencia/transparencia-no-transporte-coletivo/concorrenca-publica-131-2008>

BELO HORIZONTE (2014). Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte - BHTRANS. Glossário de Termos Técnicos. Disponível em: <http://www.bhtrans.pbh.gov.br/portal/page/portal/portalpublicodtc/PAGINAS/INSTITUCIONAL/SERVICES/GLOSSARIO>.

BELO HORIZONTE (2018). Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte - BHTRANS. Mapa de Declividades. Disponível em:

<https://prefeitura.pbh.gov.br/bhtrans/informacoes/dados/mapa-de-declividades>. Acesso em: 10 out. 2023.

BELO HORIZONTE (2023a). Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte - BHTRANS. Informações e Dados Abertos. Relação dos logradouros dos locais de acidentes de trânsito com vítima. Relação de ocorrências de acidentes de trânsito com vítima. Disponível em: <https://dados.pbh.gov.br/dataset/relacao-dos-logradouros-dos-locais-de-acidentes-de-transito-com-vitima>

BELO HORIZONTE (2023b). Belo Horizonte - Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte (Prodabel) - BH Map - Visualizador. Disponível em: <http://bhmap.pbh.gov.br/v2/mapa/idebhgeo#zoom=4&lat=7796893.0925&lon=609250.9075&baselayer=base>

BELO HORIZONTE (2023c). Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte - BHTRANS. Itinerário de ônibus. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/bhtrans/informacoes/dados/dados-abertos>

BELO HORIZONTE (2023d). Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte - BHTRANS. Informações Sobre o Transporte Suplementar. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/bhtrans/informacoes/transportes/transporte-suplementar/informacoes-transporte-suplementar>

BELO HORIZONTE (2023e). Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte - BHTRANS. Informações e Dados Abertos. Itinerário. Disponível em: <https://portalbhtrans.pbh.gov.br/itinerario>

BELO HORIZONTE (2023f). Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte - BHTRANS. Transparência no Transporte Coletivo. Números do Transporte Coletivo. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/bhtrans/informacoes/transparencia/transparencia-no-transporte-coletivo/numeros-transporte-coletivo>

BERTOLINI, L.; LE CLERQ, F.; KAPOEN, L. (2005) “Sustainable accessibility: a conceptual framework to integrate transport and land use plan-making. Two test-applications in the Netherlands and a reflection on the way forward. *Transport policy*”, v. 12, n. 3, p. 207-220.

BRANDSTETTER, M. C. G. O.; RIBEIRO, H. R. O. (2020) “Causas de custos adicionais e impacto financeiro em obras públicas sob a perspectiva da gestão de risco”. *Ambiente Construído* 20, no 1 (março de 2020): 41–63. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212020000100362>.

BRASIL (1980). Ministério dos Transportes. Grupo Executivo de Integração da Política de Transportes - GEIPOT. Estudo do Trem de Subúrbio da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

BRASIL (2008). Ministério das Cidades. Manual de BRT Bus Rapid Transit: Guia de Planejamento. Brasília: [s. n.], dezembro 2008.

BRASIL (2011). Ministério das Cidades. Caderno de Referência de Transporte Coletivo Urbano.

BRASIL (2022). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2022.

CAIRNS, S., & SLOMAN, L. (2017). Active travel, public transport and health. In *Transport and Health* (pp. 151-172). Emerald Publishing Limited.

CALVERT, J. V. (1970). “Transportes Urbanos.” Madrid: Editorial Dossat.

CARDOSO, L. (2003). Transporte alternativo: riscos e possibilidades; Reflexões sobre o caso de Belo Horizonte. Belo Horizonte: Instituto de Geociências da UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais, 2003 (Dissertação, Mestrado em Geografia).

CARDOSO, L., (2007). Transporte público, acessibilidade urbana e desigualdades socioespaciais na região metropolitana de Belo Horizonte. Esses. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/MPBB-7A2N6A/1/tese_leandro_cardoso_2007.pdf

CARDOSO, C. E. P. (2008). Análise do transporte coletivo urbano sob a ótica dos riscos e carências sociais. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Serviço Social, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, SP.

CARVALHO, I. R.V. (2018). Caminhabilidade como instrumento de mobilidade urbana: um estudo de caso em Belo Horizonte. Dissertação de Mestrado. Curso de Mestrado em Geotecnia e Transportes da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

CBTU (2021). Companhia Brasileira de Trens Urbanos. Histórico do Metrô de Belo Horizonte. Disponível em: http://www.cbtu.gov.br/acbtu/acompanhia/historico/veja/histstu/historicobh_cont.htm

CBTU (2022). Companhia Brasileira de Trens Urbanos. Relatório de Administração - Relatório de Gestão de 2022.

CERVERO, R. (2004). Transit-oriented development in the United States: experiences, challenges, and prospects. *Transport policy*, 9(2), 107-124.

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.

CET (Companhia de Engenharia de Tráfego). (2016). De modal de transporte à satisfação de andar a pé. São Paulo: CET.

CHALLURI, S. (2006). "An analysis of public transit accessibility the distance constrained p-median problem approach: Bus stop consolidation for the capital area transit system of east Baton Rouge parish, Louisiana." 110 f. Dissertação de mestrado, Department of Geography and Anthropology, Visvesvaraya Technological University, Visvesvaraya.

CHEN, W.; GAO, Q.; XIONG, H-G. (2017). Uncovering urban mobility patterns and impact of spatial distribution of places on movements. *International Journal of Modern Physics C*, v. 28, n. 1, p. 1-3. Disponível em: 10.1142/S0129183117500048.

CHOWDHURY, S.; CIRCEO, L. (2009). Accessibility Performance Indicators for Transit Planning: Application of Canadian Urban Transit Association (CUTA)'s Accessibility Rating

System. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, v. 2114, p. 9-18.

COHEN, B.; VIEGAS, J. M. (2012). *Os desafios da mobilidade urbana sustentável*. São Paulo: Annablume.

CONSÓRCIO METRÔ-BH LINHA 3 (2013). *Relatório de Impacto Ambiental*.

CORRÊA, T. A.; SANTOS, E. A. (2021). Caminhabilidade e acesso ao transporte público: uma revisão sistemática. *Transportes*, v. 29, n. 1, p. 1-17. COSTA, L. P. D.; MORAIS, I. R. D. (2014). Espaço, iniquidade e transporte público: avaliação da acessibilidade urbana na cidade de Natal/RN por meio de indicadores de sustentabilidade. *Sociedade & Natureza*, v. 26, n. 2, p. 237–251.

DABLANC, L., & ROSSIGNOL, N. (2013). Freight transport and economic development: lessons from the North American experience. *Transport Reviews*, 33(6), 719-734.

DATAFOLHA (2020). Insatisfação com transporte público em São Paulo é a maior desde 2013, mostra Datafolha. 2020. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2020/09/insatisfacao-com-transporte-publico-em-sao-paulo-e-a-maior-desde-2013-mostra-datafolha.shtml>.

DIANA, M. et al. (2019). AllTransit Accessibility Analyzer: A Web-Based Tool for Evaluating Transit Service. *Transportation Research Record*, v. 2673, n. 6, p. 260-270.

DIAS, J. L. S. (1996). Da Metrobel à BHTRANS: uma viagem com escalas! *Revista Trans 1-Caderno de Debates*, n. 1, ano 1, Belo Horizonte, agosto/1996.

EWING, R.; HANDY, S. (2009). Measuring the Unmeasurable: Urban Design Qualities Related to Walkability. *Journal of Urban Design*, v. 14, n. 1, p. 65-84. Disponível em: 10.1080/13574800802451155.

FERRAZ, A. C. P. & TORRES I. G. E. (2004) *Transporte público urbano*. 2a edição. São Carlos: Rima, 2004.

FERREIRA, C. C. (2019). Estudo de caso sobre a satisfação dos usuários de transporte público coletivo por ônibus em um município do interior de São Paulo. In XVIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Anais... Foz do Iguaçu.

FERREIRA, J. C. et al (2015). Acessibilidade no transporte público: um estudo sobre a percepção dos usuários com mobilidade reduzida. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 17, n. 1, p. 97-112.

GARRISON, W. L. (1960). "Connectivity of the Interstate Highway System. Paper of the regional Science Association," v. 6, p. 121-138.

GEURS, K. T., & VAN WEE, B. (2004). "Accessibility evaluation of land-use and transport

GEHL, J.; ROGERS, R. (2013). "Cities for People." Island Press.

GOMES, S. S. (2017). *Redes de Transporte Público por Ônibus*. São Paulo: Annablume.GOOGLE. 2023. Belo Horizonte. [s.l.]: Google Maps.

GÓMEZ-LOBO, A., & MOCCERO, P. (2015). Challenges and opportunities of accessibility policies in Santiago, Chile. *Research in Transportation Economics*, 52, 64-70.

GONÇALVES, R. (2021). *Planejamento de transporte urbano: conceitos e práticas*. Editora Unesp.

GOULD, P. R. (1960). "The Development of Transportation Pattern in Ghana." Chicago: Northwestern University Press.

GUIDO, C., FRANCO, P., FOGELSON, Y. (2017). A urgência das transformações urbanas. O case da rua Joel Carlos Borges como ponto de partida para políticas de reequilíbrio e valorização do espaço público. *Revista dos Transportes Públicos – ANTP*.

GUTIÉRREZ, J.; CONDEÇO-MELHORADO, A.; MARTIN J. C. (2010). "Using accessibility indicators and GIS to assess spatial spillovers of transport infrastructure investment." *Journal of Transport Geography*, v. 18, n. 1, p141-152.

HANDY, S., NIEMEIER, D., & CLIFTON, K. (1997). “Measuring Accessibility: An Exploration of Issues and Alternatives”. *Environment and Planning A*, 29(7), 1175–1194.

HANSEN, W. G. (1959). “How accessibility shapes land use”. *Journal of the American Institute of Planners*, 25(2), 73–76.

HAUER, E. (1997). “Observational Before–After Studies in Road Safety: Estimating the Effect of Highway and Traffic Engineering Measures on Road Safety.” Oxford; Boston: Pergamon.

HENRIQUE, C. S. (2004) Diagnóstico espacial da mobilidade e da acessibilidade dos usuários do sistema integrado de transporte de Fortaleza. 178 f. Dissertação de mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

HENSHER, D. A.; BUTTON, K. J.; TAYLOR, S. (2011). *The Handbook of Transport Economics*. Edward Elgar Publishing.

ITDP BRASIL (2015). *Manual de BRT: Guia de Planejamento*. São Paulo.

ITDP - Institute for Transportation and Development Policy. (2016). *Desenho urbano e segurança viária: requalificação de áreas de baixa velocidade em São Miguel Paulista*. Brasília: ITDP.

ITDP - Institute for Transportation and Development Policy (2018). *Intervenção urbana temporária: (re)pensando a rua em Santana (Relatório de Atividade)*. Brasília: ITDP.

INSTITUTO DE ENGENHARIA (2018). *Desafios da Mobilidade Urbana no Brasil*. São Paulo: Instituto de Engenharia.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA (2019). *Mobilidade urbana: percepções e hábitos da população brasileira*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9378>.

INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO - ITDP BRASIL (2021). *O acesso de mulheres e crianças à cidade*. Rio de Janeiro: ITDP Brasil, 2021. Disponível em: <https://itdpbrasil.org/mulheres/>. Acesso em: 10 out. 2023.

- JACOBS, J. (1961). *The death and life of great American cities*. New York: Random House.
- JAISWAL, A.; SHARMA, A.; BISARIA, J., (2012). “Estimation of Public Transport Demand in Million Plus Indian Cities based on Travel Behavior.” *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*.
- JONES, P. & LUCAS, K. (2012). The social consequences of transport decision-making: Clarifying concepts, synthesising knowledge and assessing implications. *Journal of Transport Geography*. [Online]. 21, pp.4–16. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.012>.
- KAROU, S.; HULL, A. (2014). Accessibility modelling: Predicting the impact of planned transport infrastructure on accessibility patterns in Edinburgh, UK. *Journal of Transport Geography*, v. 35, p. 1-11. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2014.01.002.
- KHAN, N. M. (2019). How digital technology is shaping the future of public transportation: the rise of urban mobility apps. *Journal of Public Transportation*, v. 22, n. 1, p. 1-18.
- KNEIB, J. (2019). *Acessibilidade no Transporte Público: desafios e perspectivas*. *Cadernos de Transporte Público*, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 308-330.
- KOENIG, J. G. (1980). Indicators of urban accessibility: Theory and application. *Transportation*, v. 9, n. 2, p. 145-173.
- KURAUCHI, F., SHIBASAKI, R., & HAYASHI, Y. (2014). Accessibility analysis of multimodal transportation network in Singapore. *Transportation Research Procedia*, 1, 137-146.
- LESSA, D. A. (2019). “Mobilidade e acessibilidade ao transporte coletivo por ônibus: evidências e contradições no caso de Belo Horizonte-MG.”
- LEVINSON, D. (1998). Accessibility and the Journey to work. *Journal of Transport Geography*, v. 6, n.1, p. 11-21. Disponível em: 10.1016/S0966-6923(97)00036-7.
- LEVINSON, H., XIE, F., & ZHU, S. (2013). The co-evolution of job and residential location in response to changes in the transport system: The case of the bus rapid transit system in Bogotá. *Journal of Transport Geography*, 28, 11-18.

- LITMAN, T. (2020). Evaluating transportation equity: guidance for incorporating distributional impacts in transportation planning. Victoria Transport Policy Institute.
- LITMAN, T. (2003). Transportation Affordability and Accessibility: Evaluating Win-Win Solutions. *Journal of Transport and Land Use*, 13(1), 725-753.
- LUCAS, K., & MATTIOLI, G. (2020). Transport and Social Exclusion: Where Are We Now? *Transport Reviews*, 40(1), 3-20.
- MA, Y. (2021). Urban accessibility and multimodal transport integration: a case study of Amsterdam. *Journal of Transport Geography*, v. 91, p. 102965.
- MACKETT, R. L., EDWARDS, M., & PASKINS, J. (2000). “Multiple perspectives on accessibility and their implications for policy and practice: a response to the Taylor and Williams paper”. *Environment and Planning A*, 32(6), 1061–1064.
- MALATESTA, M. E. B. (2007). Andar a pé: Um modo de Transporte para a Cidade de São Paulo. 2007. 254 f. Dissertação de Mestrado - Curso de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo.
- MARSHALL, S.; BANISTER, D. (2015). Transport and the Economic Downtown. *Transportation Research Procedia*, v. 7, p. 143-163.
- MARSICO, G. A. (2016). Analyzing the effect of cross-route walking barriers on bus access time. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 94, 424–439.
- MARTINS, E. R.; KAWAMURA, L. M. (2006). Um modelo matemático para análise de desempenho de sistemas de transporte coletivo urbano. *Anais do XXXVIII SBPO*.
- MATOS, B. A. (2022). Mobilidade pedonal e o efeito barreira das rodovias urbanas: as contradições e os conflitos no Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, em Belo Horizonte (MG). Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Geografia, 2022.

MCCARTHY, L., DELBOSC, A., CURRIE, G., MOLLOY, A. (2017). Is car orientation among families with children on the wane? Evidence from Melbourne, Australia. ATRF 2017 - Australasian Transport Research Forum 2017, Proceedings.

MELLO, A.; PORTUGAL, L. (2017). Um procedimento baseado na acessibilidade para a concepção de Planos Estratégicos de Mobilidade Urbana: o caso do Brasil. *Eure (Santiago)*, v. 43, n. 128, p. 99-125. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612017000100005>.

MELO, J. C. (1975). Planejamento dos transportes. São Paulo: McGraw Hill do Brasil.

METRÔBH (2023). Metrô BH S.A. Trechos em operação. Disponível em: <https://www.metrobh.com.br/institucional/#trechos-em-operacao>

METROMINAS (2012). Trem Metropolitano de Belo Horizonte S/A. Termo de Referência da Concorrência Pública nº 003/2012: Prestação de Serviços de Consultoria Técnica para a Elaboração dos Projetos de Engenharia para as novas Linhas e Ligações do Metrô RMBH – Lotes 1 e 2. Belo Horizonte, 2012.

MEURS, H.; HAAIJER, R. (2001). Spatial structure and mobility, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, v. 6, n. 6, p. 429-446. Disponível em: 10.1016/S1361-9209(01)00007-4.

MILLER, H. J. (1999). “Measuring space-time accessibility benefits within transportation networks: Basic theory and computational procedures”. *Geographical Analysis*, 31(3), 187–212.

MILLER, H. J.; SHAW, S. L. (2001). “Geographic information systems for transportation: principles and applications.” New York: Oxford University Press.

MINAS GERAIS (1921). Estado de Minas Gerais. Secretaria da Agricultura. Serviço de Estatística Geral. Anuario Estatístico Anno I - 1921. Volume II - Situação Demographica.

MINAS GERAIS (2006). Governo do Estado de Minas Gerais. Lei Complementar nº 89, de 12/01/2006, Dispõe Sobre a Região Metropolitana de Belo Horizonte.

MINAS GERAIS (2011). Governo do Estado de Minas Gerais. Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte – PDDI-RMBH. Disponível em: <http://www.agenciarmbh.mg.gov.br/pddi/>

MINAS GERAIS (2012). Governo do Estado de Minas Gerais. Pesquisa Origem e Destino 2011-2012. Disponível em: <http://www.metropolitana.mg.gov.br/wp-content/uploads/2021/02/Relatorio-Completo-Pesquisa-OD-2012-1.pdf>

MINAS GERAIS (2019). Governo do Estado de Minas Gerais. Concessões e Parcerias. Terminal Rodoviário de Belo Horizonte "TERGIP" e Terminais Metropolitanos. Disponível em: <http://www.ppp.mg.gov.br/projetos/contratos-assinados/tergip>

MINAS GERAIS (2021). Governo do Estado de Minas Gerais. Secretaria de Infraestrutura. Consulta Pública para Desestatização da Companhia Brasileira de Trens Urbanos – CBTU e concessão do serviço de transporte ferroviário urbano de passageiros na Região Metropolitana de Belo Horizonte/MG. Disponível em: <http://www.infraestrutura.mg.gov.br/component/gmg/page/2446-tracado-das-linhas-do-metro-da-rmbh>

MINAS GERAIS (2022a). Governo do Estado de Minas Gerais. Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Pesquisa Origem e Destino 2019-2021.

MINAS GERAIS (2022b). Governo do Estado de Minas Gerais. Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Diagnóstico do Plano Metropolitano de Transporte Coletivo.

MINAS GERAIS (2023). Departamento de Edificações e Estradas de Rodagem - DER/MG. Consulta sobre linhas metropolitanas. Disponível em: http://www.consultas.der.mg.gov.br/grgx/sgtm/consulta_linha.xhtml

MINISTÉRIO DAS CIDADES (2006). Implantação de sistemas de transportes acessíveis.

MIRANDA, H. de F.; SILVA, A. N. R. da (2012). Benchmarking sustainable urban mobility: The case of Curitiba, Brazil. *Transport Policy*, v. 21, p. 141-151. Disponível em: 10.1016/j.tranpol.2012.03.009.

MITRA, S.K., SAPHORES, J. D. M. (2016). “The value of transportation accessibility in a least developed country city – The case of Rajshahi City, Bangladesh.” *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 89, p. 184-200.

MOE, S., KJØRSTAD, M., & KROGSTAD, J. M. (2017). AccessIT: An Accessible Public Transport Route Planner for the Oslo Region. In 2017 IEEE SmartWorld, Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced & Trusted Computing, Scalable Computing & Communications, Cloud & Big Data Computing, Internet of People and Smart City Innovation (SmartWorld/SCALCOM/UIC/ATC/CBDCOM/IOP/SCI) (pp. 1-8). IEEE.

MONTERO, J. R., ESCOBAR, F., & ROBUSTÉ, F. (2017). Measuring the access to the bus network of Barcelona from a social perspective. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 100, 136-146.

MORAES, J. F. de (1996). Trólebus: As fases de implantação do sistema no Brasil. *Revista ANTP dos Transportes Públicos*, Ano 19, edição 73, páginas 63-82.

OLIVEIRA, V. C. (2018). *Transporte público no Brasil: tendências e desafios*. Brasília: IPEA, 2018.

OLUYEDE, L. M. (2022). *Advancing Transportation Justice Addressing Procedural Inequities Public Involvement: An Investigation Design Thinking Transportation Decision-Making*. Universidade da Carolina do Norte em Chapel Hill. Disponível em: <https://doi.org/10.17615/1z2j-m638>.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU (2006). *Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência*. Nova York: ONU, 2006. Disponível em: <https://www.un.org/development/desa/disabilities/convention-on-the-rights-of-persons-with-disabilities/convention-on-the-rights-of-persons-with-disabilities-2.html>.

OWEN, A., LEVINSON, D., & MURPHY, B. (2015). “Reconsidering the analysis of accessibility: A new approach”. *Journal of Transport Geography*, 42, 166-176.

PACHECO, C.; SILVA, F. (2016). *Mobilidade urbana no Brasil: desafios e perspectivas*. IPEA.

PÁEZ, A.; SCOTT, D. M. (2004). "Spatial statistics for urban analysis: A review of techniques with examples." *GeoJournal*, v. 61, p. 53-67.

PARANAÍBA, G. (2019). Zona 30: BHTrans aposta em áreas de redução de velocidade para segurança de ciclistas. Estado de Minas. Belo Horizonte, MG.

PEREIRA, R. H. M.; TEIXEIRA, R. A. (2015). Planejamento de transporte urbano: fundamentos e práticas. Rio de Janeiro: LTC.

PEREIRA, R. H. M.; BRAGA, C. K. V.; HERSZENHUT, D.; SARAIVA, M.; TOMASIELLO, D. B. (2019). Estimativas de acessibilidade a empregos e serviços públicos via transporte ativo, público e privado nas vinte maiores cidades do Brasil no período 2017-2019, p.1-36.

PIANUCCI, M. N. (2011). Análise da acessibilidade do sistema de transporte público urbano: estudo de caso na cidade de São Carlos - SP. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

PORTUGAL, L.S.; GOLDNER, L.G. Estudo de polos geradores de tráfego e de seus impactos nos sistemas viários e de transportes. São Paulo, SP: Edgard Blücher, 2003.

RAY, N.; EBENER, S. (2008). AccessMod 3.0: computação de cobertura geográfica e acessibilidade a serviços de saúde usando movimento anisotrópico de pacientes. *International Journal of Health Geographics*. 7: 63.

RIBEIRO, J. L. D.; OLIVEIRA, L. S. de. (2015). Mobilidade urbana e desigualdades sociais no Brasil. *Revista de Política Social*, n. 22, p. 32-45.

RODRIGUE, J. P.; COMTOIS, C.; SLACK, B. (2006). *The Geography of Transport Systems*. New York: Routledge.

RODRIGUE, J. P.; COMTOIS, C.; SLACK, B. (2019). *The Geography of Transport Systems*. New York: Routledge.

ROJAS, E.; TOVAR, J.; Velásquez, J. (2017). Bus Rapid Transit and walkability: An accessibility analysis of TransMilenio stations in Bogotá. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 101, 1-12.

SANTOS, A. L. S. (2006). Desenvolvimento urbano e transporte público no Brasil. *Revista de Administração Pública*, v. 40, n. 5, p. 925-942.

SANTOS, A. (2016). A acessibilidade como um direito humano fundamental. *Revista Inclusão Social*, 7(1), 45-57.

SHAW, J.; KNOWLES, R.; DOCHERTY, I. (2008). “Introducing Transporte Geographies”. In: Knowles, R.; Shaw, J.; Docherty, T. (eds) “Transport Geographies: Mobilities, Flows and Spaces.” Hoboken: Wiley-Blackwell.

SHAW, S. L.; YU, H. (2009). “A GIS-based time-geographic approach of studying individual activities and interactions in a hybrid physical-virtual space.” *Journal of Transport Geography*, v. 17, n. 2, p. 141-149.

SHI, F. (2021). “Research on Accessibility and Equity of Urban Transport Based on Multisource Big Data.” *Journal of Advanced Transportation*. <https://doi.org/10.1155/2021/1103331>

SILVA, A. B. Da (2010). Mobilidade urbana e acessibilidade: desafios à inclusão social. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 2, n. 2, p. 51-64.

SILVA, A. L. M. da. (2018). Acessibilidade em áreas periféricas: os limites do direito à cidade em tempos de globalização. *Sociedade e Estado*, v. 33, n. 1, p. 47-63.

SILVA, E. (2018). Gestão do transporte público coletivo por ônibus: uma análise dos sistemas de monitoramento e controle de frota. In 36º Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais. Natal-RN, 2018.

SOUZA, L. A. (2014). Acessibilidade universal: um olhar sobre a inclusão das pessoas com deficiência. *Revista Brasileira de Promoção da Saúde*, 27(2), 273-281.

SOUZA, L. A. C., CECILIO, J. A., SALGADO, M. F. A. P. (2019). Acessibilidade ao transporte público por ônibus em áreas de baixa renda. *Transportes*, 27, 65–73.

TAAFFE, E. J.; MORRIL, R. L.; GOULD, P. R. (1963). "Transport Expansion in Underdeveloped Countries: A Comparative Analysis." *The Geographical Review*, v. 53, p. 503-529.

THILL, J. C. (2000). "Geographic information systems for transportation in perspective." *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, v. 8, p. 3-12.

TOLLEY, R.; TURTON, B. (1995). *Transport Systems, Policy and Planning, a Geographical Approach*. Longman, Reino Unido.

TURNER, M.; KOOISHIAN, C.; WINKELMAN, S. (2012). Estudo de caso: Desenvolvimento e Expansão do Bus Rapid Transit (BRT) na Colômbia. Relatório produzido para a Rede de Implementação de Ações de Mitigação (MAIN) pela CCAP.

ULLMAN, E. L. (1954). "Transportation Geography." In: James, P. E., Jones, C. F. (eds) "American Geography: Inventory and Prospect." Syracuse: Association of American Geographers: Syracuse University Press.

ULLMAN, E. L., MAYER, H. M. (1954). "Transportation Geography". Office of naval research, n. 9. University of Washington.

UNITED NATIONS - UN (2018). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*. United Nations Economic & Social Affairs, p. 1-2.

UN-HABITAT (2013). *Streets as public spaces and drivers of urban prosperity*. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme.

VALE, D. S.; SARAIVA, M.; PEREIRA, M. (2016). Active accessibility: A review of operational measures of walking and cycling accessibility. *Journal of Transport and Land Use*, v. 9, n.1, p. 209-235. Disponível em: [10.5198/jtlu.2015.593](https://doi.org/10.5198/jtlu.2015.593).

VAN WEE, B.; GEURS, K. (2011). "Discussing equity and social exclusion in accessibility evaluations. *European Transport Research Review*, v. 11, n. 4, p. 350-367."

VASCONCELLOS, E. A. (2001). *Transporte urbano, espaço e equidade: análise das políticas públicas*. São Paulo: Annablume.

VASCONCELLOS, E. A. (2017). Andar nas cidades do Brasil. In: LINKE, C. C.; ANDRADE, V. (Orgs.). Cidades de pedestres: a caminhabilidade no Brasil e no mundo 1. ed. Rio de Janeiro: Babilonia Cultura Editorial, 2017. p. 43-53.

VASCONCELLOS, E. A. (2018). “Urban transport policies in Brazil: The creation of a discriminatory mobility system.” VUCHIC, V. (2005). Urban Transit: Operations, Planning, and Economics. John Wiley & Sons, 2005.

WAKJIRA, A. A., ALIGAZ, H. A., & TILAHUN, B. (2019). Evaluation of bus accessibility in Addis Ababa, Ethiopia. *Journal of transport geography*, 76, 63-72.

WRI - World Resources Institute. (2018). Estudo de impacto e avaliação de rua completa - Rua Joel Carlos Borges, Berrini – São Paulo (Relatório Técnico Final). Rio de Janeiro: Laboratório de Mobilidade Sustentável – LabMob.

ZHONG, C. (2014). “Detecting the dynamics of urban structure through spatial network analysis.” *International Journal of Geographical Information Science*, v. 28, n. 11, p. 2178-2199.

APÊNDICES

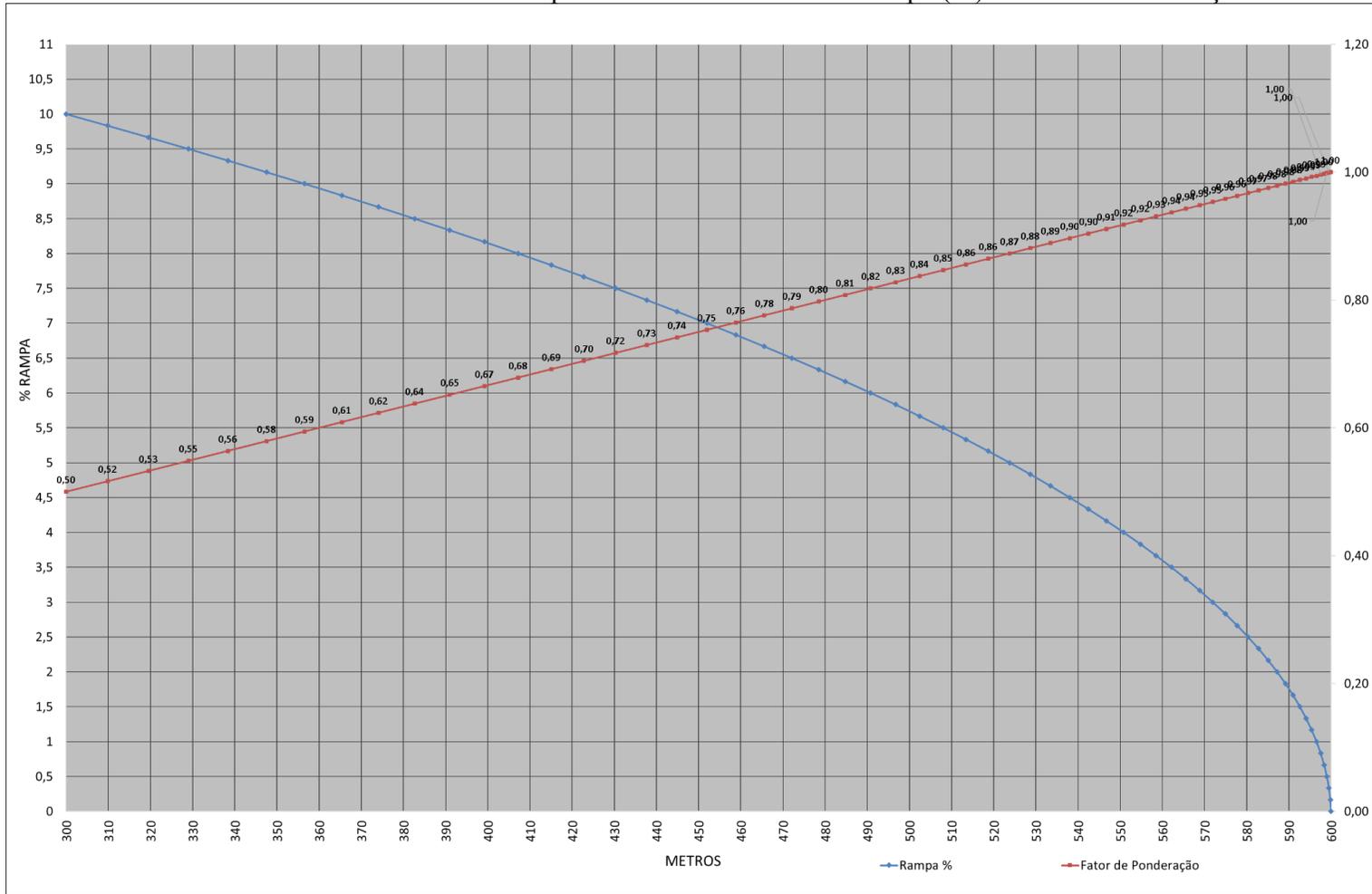
Mapas, Tabelas e Gráficos

APÊNDICE A - Distância Equivalente Caminhada em Rampa (%) e Fator de Ponderação.

Rampa %	Distância (m)	Fator de ponderação	Rampa %	Distância (m)	Fator de ponderação	Rampa %	Distância (m)	Fator de ponderação
0	600,0	1,00	3,33	565,6	0,94	6,67	465,6	0,78
0,17	599,8	1,00	3,50	562,1	0,94	6,83	458,9	0,76
0,33	599,5	1,00	3,67	558,5	0,93	7,00	452,0	0,75
0,50	599,0	1,00	3,83	554,8	0,92	7,17	444,9	0,74
0,67	598,4	1,00	4,00	550,8	0,92	7,33	437,7	0,73
0,83	597,5	1,00	4,17	546,7	0,91	7,50	430,3	0,72
1,00	596,6	0,99	4,33	542,5	0,90	7,67	422,8	0,70
1,17	595,4	0,99	4,50	538,0	0,90	7,83	415,1	0,69
1,33	594,1	0,99	4,67	533,4	0,89	8,00	407,2	0,68
1,50	592,6	0,99	4,83	528,7	0,88	8,17	399,2	0,67
1,67	591,0	0,98	5,00	523,8	0,87	8,33	391,0	0,65
1,83	589,2	0,98	5,17	518,7	0,86	8,50	382,6	0,64
2,00	587,2	0,98	5,33	513,4	0,86	8,67	374,1	0,62
2,17	585,1	0,98	5,50	508,0	0,85	8,83	365,4	0,61
2,33	582,8	0,97	5,67	502,5	0,84	9,00	356,6	0,59
2,50	580,3	0,97	5,83	496,7	0,83	9,17	347,5	0,58
2,67	577,7	0,96	6,00	490,8	0,82	9,33	338,4	0,56
2,83	574,9	0,96	6,17	484,8	0,81	9,50	329,0	0,55
3,00	572,0	0,95	6,33	478,5	0,80	9,67	319,5	0,53
3,17	568,9	0,95	6,50	472,1	0,79	9,83	309,8	0,52

Fonte: Elaborado pelo autor em adaptação de Belo Horizonte (2008)

APÊNDICE B - Distância Equivalente Caminhada em Rampa (%) e Fator de Ponderação



Fonte: Elaborado pelo autor em adaptação de Belo Horizonte (2008)

APÊNDICE C - Lista de estações de integração no município de Belo Horizonte.

Nome	Endereço	Tipo de integração	Ano de Inauguração
Venda Nova	Rua Farmacêutico Raul Machado, 140 – Bairro Candelária	Ônibus-BRT Municipal	2000
Vilarinho	Avenida Vilarinho, 36 – Bairro Vila Clóris	Ônibus-BRT Municipal Ônibus-BRT Metropolitano Ônibus-Metrô Ônibus-Ônibus	2002 2014 (BRT)
Pampulha	Avenida Portugal, 3.700 – Bairro Jardim Atlântico	Ônibus-BRT Municipal	2014
São Gabriel	Avenida Cristiano Machado, 5600 – Bairro Vila Suzana	Ônibus-BRT Municipal Ônibus-BRT Metropolitano Ônibus-Metrô Ônibus-Ônibus	2002 (Metrô) 2014 (BRT)
José Cândido da Silveira	Rua Gustavo Da Silveira, 2.000 - Santa Inês	Ônibus-Metrô Ônibus-Ônibus	1997
Barreiro	Avenida Afonso Vaz De Melo, 640 – Bairro Barreiro de Baixo	Ônibus-Ônibus	2002
Diamante	Avenida João Rolla Filho, 50 – Bairro Diamante	Ônibus-Ônibus	1997
Floramar	Avenida Cristiano Machado, 10.411 – Bairro Floramar	Metrô	2002
Waldomiro Lobo	Avenida Cristiano Machado, 9.542 – Bairro Minaslândia		2002
Primeiro de Maio	Avenida Cristiano Machado, 8.050 – Bairro Primeiro de Maio		2002
Minas Shopping	Rua Queluzita, 300 – Bairro São Paulo		1997
Santa Inês	Avenida Contagem, 30 - Bairro Santa Inês		1994
Horto Florestal	Rua Conselheiro Rocha, 4.050 – Bairro Horto Florestal		1992
Santa Teresa	Rua Mármore, 1.020 – Bairro Santa Teresa		1993
Santa Efigênia	Rua Conselheiro Rocha, 2.385 – Bairro Santa Efigênia		1992
Central	Praça Rui Barbosa, s/nº – Bairro Centro		1986
Lagoinha	Avenida do Contorno, 11.671 – Bairro Centro		1985

Nome	Endereço	Tipo de integração	Ano de Inauguração
Carlos Prates	Avenida Nossa Senhora de Fátima, 2.875 – Bairro Carlos Prates		1985
Calafate	Rua Guaratã, 1.052 – Bairro Calafate		1986
Gameleira	Rua Craveiro Lopes, 617 – Bairro Gameleira		1986
Vila Oeste	Rua Maria José Assumpção, 61 – Bairro Vila Oeste		2000
Cidade Industrial	Rua Cláudia Neves, 85 – Bairro Camargos		1986
Rio de Janeiro	Av. Santos Dumont, 480 – Bairro Centro	BRT	2014
São Paulo	Av. Santos Dumont, 600 – Bairro Centro		2014
Espírito Santo	Av. Santos Dumont, 340 – Bairro Centro		2014
Carijós	Av. Paraná, 160 – Bairro Centro		2014
Tamoios	Av. Paraná, 300 – Bairro Centro		2014
Tupinambás	Av. Paraná, 86 – Bairro Centro		2014
Santa Rosa	Av. Antônio Carlos, 8400 – Bairro São Luiz		2014
Mineirão	Av. Antônio Carlos, 7452 – Bairro São Luiz		2014
UFMG	Av. Antônio Carlos, 6700 – Bairro Pampulha		2014
Liberdade	Av. Antônio Carlos, 6290 – Bairro Liberdade		2014
Colégio Militar	Av. Antônio Carlos, 4060 – Bairro São Francisco		2014
São Francisco	Av. Antônio Carlos, 3730 – Bairro São Francisco		2014
Cachoeirinha	Av. Antônio Carlos, 3640 – Bairro Cachoeirinha		2014
Américo Vespúcio	Av. Antônio Carlos, 3100 – Bairro Nova Cachoeirinha		2014

Nome	Endereço	Tipo de integração	Ano de Inauguração
Aparecida	Av. Antônio Carlos, 2650 – Bairro Parque Riachuelo		2014
Operários	Av. Antônio Carlos, 1980 – Bairro Aparecida		2014
Hospital Belo Horizonte	Av. Antônio Carlos, 1560 – Bairro Aparecida		2014
IAPI	Av. Antônio Carlos, 1200 – Conjunto IAPI		2014
Hospital Odilon Behrens	Av. Antônio Carlos, 880 – Bairro Lagoinha		2014
SENAI	Av. Antônio Carlos, 580 – Bairro Lagoinha		2014
Minas Shopping	Av. Cristiano Machado, 4100 – Bairro São Paulo		2014
Ouro Minas	Av. Cristiano Machado, 3430 – Bairro União		2014
União	Av. Cristiano Machado, 2842 – Bairro União		2014
Ipiranga	Av. Cristiano Machado, 2640 – Bairro Ipiranga		2014
Cidade Nova	Av. Cristiano Machado, 2300 – Bairro Cidade Nova		2014
Feira dos Produtores	Av. Cristiano Machado, 1840 – Bairro Cidade Nova		2014
São Judas	Av. Cristiano Machado, 1404 – Bairro da Graça		2014
Sagrada Família	Av. Cristiano Machado, 1240 – Bairro Sagrada Família		2014
Silviano Brandão	Av. Cristiano Machado, 550 – Bairro da Graça		2014
Cristiano Guimarães	Av. Pedro I, 2950 – Bairro Vila Clóris		2014
Planalto	Av. Pedro I, 2700 – Bairro Planalto		2014
São João Batista	Av. Pedro I, 2230 – Bairro São João Batista		2014
Lagoa do Nado	Av. Pedro I, 1800 – Bairro São João Batista		2014

Nome	Endereço	Tipo de integração	Ano de Inauguração
Montese	Av. Pedro I, 1270 – Bairro Santa Branca		2014
Monte Castelo	Av. Pedro I, 700 – Bairro Itapoã		2014
Candelária	Av. Vilarinho, 2800 – Bairro Candelária		2014
Minas Caixa	Av. Vilarinho, 2170 – Bairro Minas Caixa		2014
Quadras do Vilarinho	Av. Vilarinho, 1400 – Bairro Parque São Pedro		2014
UPA Venda Nova	Av. Vilarinho, 1070 – Bairro Parque São Pedro		2014
Aarão Reis	Rua Aarão Reis, 462 – Bairro Centro		2016
Bernardo Monteiro	Av. Bernardo Monteiro, 350 – Bairro Santa Efigênia		2016
Oiapoque	Avenida Oiapoque, 117 - Bairro Centro		2019
Nossa Senhora de Copacabana	R. Padre Pedro Pinto, 6230 – Bairro Lagoinha (Venda Nova)		2016
Bosque da Esperança	Av. Prefeito Américo Gianetti, 400 – Bairro Juliana		2015
Trevo Santa Luzia	Rodovia MG-010 – Bairro Canaã		2015
Trincheira Cidade Administrativa	Rodovia MG-010 – Bairro Canaã		2015
Canaã	Rodovia MG-010 – Bairro Canaã		2015

Fonte: Elaborado pelo autor

APÊNDICE D - Organização das linhas em operação na estação São Gabriel

Linha			Gestor
Numeração	Destino	Tipo	
Linha 1	Vários	Metrô	MetrôBH - SEINFRA
82	Savassi via Hospitais	BRT	SUMOB/BHTRANS
83D	Centro - Direta		
83P	Centro - Paradora		
85	Centro via Floresta		
503	Aparecida / Santa Rosa		
504	Santa Rosa / Aparecida		
703	Guarani A		
705	São Tomaz		
706	Heliópolis		
707	Jardim Guanabara		
708	Felicidade		
709	Tupi		
710	Providência		
711	Solimões		
713	Lajedo		
714	Casa Populares		
715	Monte Azul		

Linha			Gestor
Numeração	Destino	Tipo	
716	Novo Aarão Reis		
721	Maria Teresa via Parque Cerrado		
732	Tupi-Felicidade		
734	Aarão Reis via Minaslândia		
806	Vista do Sol via Nazaré		
807	Ribeiro de Abreu A		
808	Paulo VI		
809	Belmonte		
810	Parque Belmonte via Dom Silvério		
811	Vista do Sol via PUC		
812	São Gabriel A		
813	Paulo VI via Ribeiro de Abreu		
814	Jardim Vitória		
815	Conjunto Paulo VI		
823	Bairro Vitória		
825	Vitória II via UPA Nordeste		
832	Capitão Eduardo		
836	Ribeiro de Abreu B		

Linha			Gestor
Numeração	Destino	Tipo	
837	Conjunto Ribeiro de Abreu		
838	Palmares via Maria Virgínia		
8151	BH Shopping via Anel Rodoviário	Radial	
8350	Estação Barreiro		
8550	Zoológico via Estação Pampulha	BRT	
8551	Estação UFMG via Anel Rodoviário		
400C	Centro BH - Direta		
401C	Centro BH - Paradora		
402H	Hospitais		
405R	Cidade Industrial - Via Expressa		
4105	Santa Luzia via Industrial Americano	Alimentador	SEINFRA
4110	Santa Luzia via Bonanza		
4115	Maria Adélia via Bicas		
4135	Pinhões		
4145	Frimisa via Liberdade		
4155	Bairro Imperial		
4156	Morada do Rio		
4165	Padre Miguel-Rosarinha via Santa Rita		

Linha			Gestor
Numeração	Destino	Tipo	
4170	Bairro Santa Rita		
4175	Vale das Acácias		
4185	Barreiro do Amaral		
4380	Bairro Bom Destino		
4381	Bom Destino 2ª Seção		
4442	Taquaraçu de Minas		
4445	Córrego das Calçadas via BR-381		
4675	Nossa Senhora de Fátima		
4680	Mangueiras		
4685	Eucalipto		
4687	Carmo da Mata		
4810	Caeté		
4820	Caeté via José Brandão		
4872	Ravena		
4882	Nova União		
4920	Borba Gato		
4991	Sabará via Barraginha		
4992	Sabará via Barraginha		

Linha			Gestor
Numeração	Destino	Tipo	
5582	Jaboticatubas		

Fonte: Elaborado pelo autor com dados de Minas Gerais (2023) e Belo Horizonte (2023b)