



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
CURSO DE MESTRADO EM GEOTECNIA E TRANSPORTES

**OFERTA E DEMANDA DE TRANSPORTES INTEGRADOS:
UM ESTUDO DE CASO EM BELO HORIZONTE**

LILIANA DELGADO HERMONT

Belo Horizonte, dezembro de 2013

Liliana Delgado Hermont

**OFERTA E DEMANDA DE TRANSPORTES INTEGRADOS:
UM ESTUDO DE CASO EM BELO HORIZONTE**

Dissertação a ser apresentada ao Curso de Mestrado em Geotecnia e Transportes da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geotecnia e Transportes.

Área de Concentração: Transportes

Linha de Pesquisa: Planejamento de Transportes

Orientador: Prof. Antônio Artur de Souza, *Ph.D.*

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2013

H556o Hermont, Lilians Delgado
Oferta e demanda de transportes integrados [monografia]: um estudo de caso em Belo Horizonte / Lilians Delgado Hermont. — 2013.
xv, 160 f., enc.

Orientador: Antônio Artur de Souza.

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

Bibliografia: f.155-160.

1. Transportes – Planejamento - Teses. 2. Transportes coletivos – Belo Horizonte (MG) – Teses. 3. Metrô – Teses. I. Souza, Antônio Artur de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.

CDU:656 (043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOTECNIA E TRANSPORTES



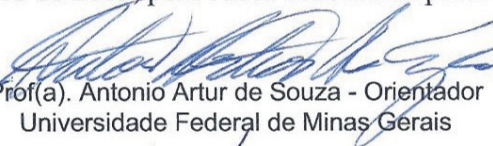
FOLHA DE APROVAÇÃO

OFERTA E DEMANDA DE TRANSPORTES INTEGRADOS: UM ESTUDO DE CASO EM BELO HORIZONTE

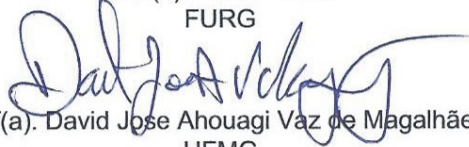
LILIANA DELGADO HERMONT

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 13 de dezembro de 2013, pela banca constituída pelos membros:


Prof(a). Antonio Artur de Souza - Orientador
Universidade Federal de Minas Gerais


Prof(a). Heitor Vieira
FURG


Prof(a). David Jose Ahouagi Vaz de Magalhães
UFMG

Belo Horizonte, 13 de dezembro de 2013.

Bogotá é a cidade que tem o sistema de BRT considerado mais eficiente do mundo. Em seu discurso de posse, o prefeito eleito, Bogotá Gustavo Petro, reflete sobre a mobilidade na cidade e a necessidade de alternativas de transporte, além dos ônibus.

... nuestra apuesta es lograr un transporte público masivo de calidad y humano en la ciudad de Bogotá, y esa apuesta implica una serie de medidas inmediatas, la primera de ellas dejar de pensar que el transporte público masivo es un solo modo, se nos ha vendido la falsa tesis de que es el bus, y resulta que el bus es apenas un modo importante pero un modo, moverse públicamente de manera masiva no solamente significa buses, significa instrumentos más poderosos, sobre rieles, eléctricos, indudablemente el Metro, pero también el Tren o Tranvía que es más barato y que ya era parte de la historia de la ciudad de Bogotá.

Significa métodos más dignos menos contaminantes, significa operadores que no solamente son privados que puedan acometer las tareas voluminosas de lograr en la ciudad de Bogotá (...) podamos tener formas modales de transporte público, no solamente el bus no solamente el tranvía, no solamente el metro, sino modelos alternativos como la cicla y el cable, o incluso el derecho individual y voluntario a caminar que se lo debe garantizar la ciudad a través de una política de acercar el puesto de trabajo al puesto de vivienda.

Diferentes modos integrales de transporte que nos llevan a otro aspecto fundamental de la política de transporte en Bogotá, menores costos operacionales que abaratan la tarifa de transporte, acaban de elevarle 50 pesos al Transmilenio, no fue con nuestra opinión, pero yo creo que aquí tenemos que hacer el logro fuerte, bajar los costos operacionales significa erradicar por ejemplo la factura de rentas privadas en el transporte, no estoy hablando de ganancias, estoy hablando de ganancias extraordinarias, rentas que hoy ya no son necesarias, bajar los costos operacionales significa implementar la electricidad en la nueva flota de eso ya hablamos, construir economías de escala, otorgarle prioridad sobre el semáforo al bus y al peatón y no al carro particular, y construir muchas vías exclusivas a los buses y al transporte público masivo que no significa repetir lo que hicimos mal hecho en la 26, que debe dejar de llamarse 26 y tomar su nombre original que es el de Jorge Eliécer Gaitán, no podemos repetir esa historia, no la de Gaitán sino la de la 26, por eso hay que cambiarle el nombre definitivamente y retomar el nombre real de la avenida, sino que vías exclusivas no significan altos costos de construcción, sino simplemente trazar unas líneas que impidan que el vehículo particular invada la vía exclusiva del bus dándole prioridad al bus de transporte público de tal manera que vamos a tener una certeza en la ciudad y es que el que se quiere mover más rápido y cómodo lo puede hacer si toma el bus y abandona en su casa el carro particular.

Pasamos a un nuevo modelo de financiación hoy la tesis en las últimas décadas en el transporte en Bogotá y en Colombia es que el pasaje paga la totalidad de los costos operacionales, por eso nuestro transporte es de los más caros de América Latina, incluso comparativamente con Europa o con los Estados Unidos del mundo desarrollado y lo que está ejerciendo ese alto costo del transporte público es que la gente se va a la moto o camina involuntariamente, sacrificando su existencia, nosotros tenemos que rebajar los costos para el ciudadano del transporte, lo que significa modo de financiación diferente, en donde van los pasajes sí, pero tienen que ir otros recursos, subsidio del estado para fiscalidad (...).

(Discurso de posse do prefeito eleito de Bogotá, Gustavo Petro, Bogotá, 2 jan. 2012)

AGRADECIMENTOS

Ao Rodrigo dos Anjos, pelas valiosas impressões trocadas e pela entrevista técnica esclarecedora.

Ao Rogério Carvalho, sempre um bom mestre, pelas preciosas informações e paciência, sempre.

Ao Pedro Victor Renault e ao Luis Prosdocimi, incansáveis na luta por tornar nosso trem metropolitano cada vez mais atrativo, em que pese a falta de investimentos públicos, pela preciosa entrevista.

À Vânia Magalhães, pela gentil entrevista e doce disponibilidade em fornecer detalhes do detalhamento dos projetos.

À Elizabeth Moura, incansável no zelo pelo trabalho, pela sempre gentil acolhida e disponibilização de informações.

À Gabriela Lopes Pereira, pela atenciosa análise dos planos semaforicos.

Ao Artur Abreu, colega em Belo Horizonte e na região metropolitana, pelo incentivo para tomar parte do mestrado em transportes da UFMG.

Ao Max Ramos, pela valiosa disponibilização da pesquisa do Instituto Gauss.

Ao Marcos Fontoura, amigo e incentivador.

Ao Daniel Couto, pelo apoio inestimável na preparação para as provas em 2010, pela oportunidade de compor a equipe de transporte público da BHTRANS e pela compreensão no desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor Ralfo Matos, arquiteto, geógrafo e demógrafo, pela preciosa temporada na Geografia, que me permitiu outro entendimento dos estudos urbanos.

À BHTRANS, onde 18 anos se passaram com muito trabalho, com algumas realizações e incentivo à continuidade dos estudos, por buscar sempre ser uma referência na condução da mobilidade da cidade.

À equipe de professores do Núcleo de Transportes da UFMG, pela condução do novo mestrado em transportes.

Ao Joaquim Lavarine, pelos notáveis resultados na árdua tarefa contra a procrastinação. Sem sua clínica, provavelmente este trabalho não estaria concluído.

Ao professor Antônio Artur de Souza, sem o qual o desenvolvimento desse trabalho não teria sido possível. Tive raras oportunidades de encontrar um professor que desempenhasse com tanto brilho a função de orientador, aconselhador, mestre e amigo.

À minha mãe, Edith, sempre presente e disposta a me ajudar na conclusão de minhas tarefas, tão delicada em seu exemplo.

Ao Célio Dutra, pela alegria. E sem alegria, não teria valido a pena.

Para o Samuel Hermont Dutra.

RESUMO

Os sistemas de transporte consomem cada vez mais tempo, energia, espaço e recursos financeiros. O cenário geral no Brasil é caracterizado por uma mobilidade dependente do sistema rodoviário, no qual o transporte por ônibus é cada vez mais afetado pelo aumento do transporte individual. Nesse cenário, são comuns congestionamentos, ineficiência, custos elevados e contínua migração dos sistemas coletivos para os individuais, sobretudo nos casos de queda da qualidade do transporte coletivo. O ciclo vicioso implica ainda lentidão, acidentes, poluição e desigualdades urbanas. A qualidade do serviço público de transporte e a escolha de soluções tecnológicas e operacionais adequadas para cada demanda e cenário são fatores de grande importância na conformação do desenvolvimento urbano das grandes cidades, com impacto direto na qualidade de vida da população. A tecnologia de transporte público adotada representa uma variável especialmente importante, haja vista a variedade de soluções tecnológicas e operacionais existentes para atender a uma mesma demanda. O presente estudo aborda o impacto das escolhas dos modos de transporte de alta capacidade no desenvolvimento urbano das grandes cidades, apontando aspectos que podem ser considerados no planejamento das redes de transporte. Discute-se o caráter estrutural dos sistemas de BRT em implantação e se esse tipo de medida atende apenas a uma demanda operacional por melhor funcionamento do sistema de ônibus, apresentando, por conseguinte, investimentos significativos cujo benefício pode vir a ser esgotado em um curto espaço de tempo. Mais especificamente, este trabalho tem como objetivo analisar as estimativas para a oferta e a demanda consideradas no projeto do sistema de BRT de Belo Horizonte, Minas Gerais. Os resultados encontrados apontam dificuldades encontradas em promover uma priorização total de circulação dos sistemas BRT, uma vez que a necessária segregação da circulação dos ônibus encontra obstáculos na solução em nível, principalmente devido às diversas interferências com o tráfego geral e os acessos de pedestres, como parte de um contexto urbano já consolidado. Além disso, o trabalho examina a importância estratégica do planejamento de transportes na esfera metropolitana, onde a implantação de tecnologias de maior capacidade como o metrô pode ser mais bem determinada. Não obstante a cultura já consolidada de transporte de passageiros sobre pneus como única solução estruturante disponível, baseada em estimativas de custo de implantação e de tempos de viagem isolados, consolidada por contratos longos de concessão dos sistemas, parte-se do pressuposto de que é necessário avançar na avaliação das economias e deseconomias urbanas geradas,

considerando-se as especificidades de cada município, cada sistema e cada corredor de transporte.

Palavras-Chave: transporte público de passageiros, modos de transporte, escolha da modalidade de transporte, BRT, metrô.

ABSTRACT

The means of transport are increasingly more time, energy, space, and financial resources consuming. In Brazil, mobility is essentially dependent on the road system, where the bus travels have been substantially affected by the increased use of individual cars. This has led to a number of shortfalls, including traffic jams, inefficiency, high costs and migration from public to private transportation systems, especially in cases of unsatisfactory public transportation. The vicious cycle leads to further slowness, accidents, pollution and urban inequalities. The quality of the public transportation service and the choice of demand-specific technological and operational solutions are important factors in shaping the development of large urban cities, with direct impact on quality of life. The technology adopted for public transportation is a particularly important variable, given the variety of technological and operational solutions available to meet the same demand. This study addresses the impact of choices of high-capacity transport modes on the urban development of major cities, which is expected point to aspects which should be considered for planning transport networks. A major issue is the structural character of BRT systems and whether they serve only to an operational demand for better functioning of the bus system. If this is true, BRT systems, therefore, imply significant investments that are able to produce only short-term benefit. More specifically, this thesis aims to analyze the estimates for transportation supply and demand considered in the Bus Rapid System of Belo Horizonte. The results point to difficulties in promoting prioritized mobility through the BRT systems, since the necessary bus segregation encounters obstacles at the solution level, largely because of the several instances of interference with the general traffic and pedestrian access which result from the previous urban design. In addition, the thesis examines the strategic importance of planning transportation at the metropolitan level, at which policy makers and engineers can study the potential of implementing larger capacity technologies, such as a subway network. Regardless the existing configuration of bus systems as the only structuring solution, which particularly results from long time concession contracts and is based on estimates of implementation costs and isolated travel times, the discussion in this thesis assumes that it is necessary to advance in the assessment of urban economies and diseconomies generated considering the specificities of each city, each system and each transport corridor.

Keywords: public transportation, passenger transport modes, choice of mode of transport, BRT, bus rapid transit, subway.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1- Principais corredores de transporte de Belo Horizonte com destaque para a Av. Antônio Carlos | 4 |
| FIGURA 2 - Estimativa de carregamento nos corredores de transporte de Belo Horizonte (passageiro / hora pico da manhã) | 6 |
| FIGURA 3 - Região Metropolitana de Belo Horizonte..... | 6 |
| FIGURA 4 - Bonde na Av. Antônio Carlos, 1957 | 15 |
| FIGURA 5 - Imagens de satélite da Av. Antônio Carlos, 2011 | 15 |
| FIGURA 6 - Divisões parceladas das viagens por modos de transporte..... | 23 |
| FIGURA 7 - Fluxograma básico de planejamento de transportes..... | 25 |
| FIGURA 8 - Fluxograma básico de planejamento de transportes..... | 26 |
| FIGURA 9 - Processo de decisão para escolha do modo de transporte | 28 |
| FIGURA 10 - Representação de três níveis de conforto em sistema BRT..... | 31 |
| FIGURA 11 - Níveis de serviço para áreas de deslocamento de pedestres..... | 32 |
| FIGURA 12 - Indicadores de qualidade no transporte público urbano..... | 42 |
| FIGURA 13 - Mobilidade e as dimensões básicas da escolha | 45 |
| FIGURA 14 - Comparação de custos unitários entre alternativas – cenário imediato de implantação..... | 47 |
| FIGURA 15 - Comparação de custos unitários entre alternativas – Ciclo de projeto de 20 anos | 47 |
| FIGURA 16 - Comparação de custos unitários entre alternativas – Ciclo de projeto de 20 anos | 47 |
| FIGURA 17 - Capacidade de sistemas de transporte (passageiros / hora pico)..... | 49 |
| FIGURA 18 - Representação gráfica do Cenário escolhido para implantação do Plano Diretor de Transporte de Passageiros Sobre Trilhos da RMBH – Cenário Base | 77 |
| FIGURA 19 - Representação gráfica do Cenário escolhido para implantação do Plano Diretor de Transporte de Passageiros Sobre Trilhos da RMBH – Cenário 1 | 78 |
| FIGURA 20 - Representação gráfica do Cenário escolhido para implantação do Plano Diretor de Transporte de Passageiros Sobre Trilhos da RMBH – Cenário 2..... | 79 |
| FIGURA 21 - Representação gráfica do Cenário escolhido para implantação do Plano Diretor de Transporte de Passageiros Sobre Trilhos da RMBH – Cenário 3..... | 80 |
| FIGURA 22 - Representação gráfica do Cenário escolhido para implantação do Plano Diretor de Transporte de Passageiros Sobre Trilhos da RMBH – Cenário 4..... | 82 |
| FIGURA 23 - Representação gráfica do Cenário escolhido para implantação do Plano Diretor de Transporte de Passageiros Sobre Trilhos da RMBH – Cenário 5..... | 83 |
| FIGURA 24 - Representação gráfica do Cenário escolhido para implantação do Plano Diretor de Transporte de Passageiros Sobre Trilhos da RMBH – Cenário 6..... | 84 |

| | |
|---|-----|
| FIGURA 25 - Representação gráfica do Cenário escolhido para implantação do Plano Diretor de Transporte de Passageiros Sobre Trilhos da RMBH – Cenário 7 | 86 |
| FIGURA 26 - Traçado do BRT Antônio Carlos e bacias de alimentação das estações de integração | 104 |
| FIGURA 27 - Traçado do BRT Antônio Carlos e estações de transferência | 105 |
| FIGURA 28 - Demanda de passageiros nas estações e nos trechos mais carregados do BRT (passageiros/hora pico) | 108 |
| FIGURA 29 - Localização das três interseções semaforizadas no corredor da Av. Antônio Carlos | 114 |
| FIGURA 30 - Arranjos semaforicos das três interseções semaforizadas no corredor da Av. Antônio Carlos | 115 |
| FIGURA 31 - Planta esquemática de uma estação de transferência do BRT da Av. Antônio Carlos, com dois módulos unidirecionais (Av. Vilarinho) | 117 |
| FIGURA 32 - Planta esquemática de uma estação de transferência do BRT da Av. Antônio Carlos, com dois módulos bidirecionais (Av. Pedro I)..... | 117 |
| FIGURA 33 - Vista de uma estação de transferência do BRT da Av. Antônio Carlos, com três módulos (dois municipais e um metropolitano)..... | 118 |
| FIGURA 34 - Vista de uma estação de transferência do BRT da Av. Antônio Carlos, com segmento descoberto entre plataformas ao fundo, entre dois módulos | 118 |
| FIGURA 35 - Vista interna de uma estação de transferência bidirecional do BRT da Av. Antônio Carlos | 119 |
| FIGURA 36 - Vista aérea da localização da Estação Venda Nova | 127 |
| FIGURA 37 - Vista aérea da localização da Estação Vilarinho | 128 |
| FIGURA 38 - Vista aérea da localização da Estação Pampulha | 129 |
| FIGURA 39 - Planta de situação esquemática da Estação Pampulha | 130 |
| FIGURA 40 - Trajeto das linhas municipais para acesso às estações do BRT da área central | 131 |
| FIGURA 41 - Acesso do BRT Antônio Carlos ao Hipercentro de Belo Horizonte, com destaque para o Viaduto A, ramo Oiapoque, exclusivo para ônibus | 132 |
| FIGURA 42 - Acesso do BRT Antônio Carlos ao Hipercentro de Belo Horizonte, com destaque para os semáforos..... | 135 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|-----|
| GRÁFICO 1 - Avaliação geral do transporte coletivo | 39 |
| GRÁFICO 2 - Avaliação do transporte coletivo nos finais de semana X Ano da pesquisa..... | 40 |
| GRÁFICO 3 - Avaliação do transporte coletivo nos finais de semana..... | 41 |
| GRÁFICO 4 - Faixa de eficiência de cada modo de transporte e tipo de via | 76 |
| GRÁFICO 5 - Análise comparativa das viagens alocadas na hora pico da manhã – PlanMob- BH cenário 2 | 100 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| TABELA 1 - Avaliação geral do transporte coletivo por regional, Belo Horizonte, 2011 | 40 |
| TABELA 2 - Avaliação do transporte coletivo por ônibus em Belo Horizonte..... | 42 |
| TABELA 3 - Plano Diretor de Transporte de Passageiros Sobre Trilhos da RMBH - Movimentação de Passageiros por Estação – horário de pico – cenário 7 | 88 |
| TABELA 4 - Dimensionamento das plataformas municipais do BRT do corredor Antônio Carlos – cenário 2030 | 125 |
| TABELA 5 - Dimensionamento das plataformas metropolitanas do BRT do corredor Antônio Carlos – cenário 2030 | 126 |
| TABELA 6 - Movimentação de passageiros na área central provenientes das linhas do corredor Antônio Carlos | 133 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|-----|
| QUADRO 1 - Comparação de alternativas de transporte de massa | 14 |
| QUADRO 2 - Nível de serviço para pessoas paradas ou em filas | 33 |
| QUADRO 3 - Nível de serviço para pessoas caminhando..... | 34 |
| QUADRO 4 - Funções e atributos do transporte público..... | 43 |
| QUADRO 5 - Fatores relacionados com o projeto de transporte sobre trilhos..... | 75 |
| QUADRO 6 - Dados operacionais das linhas que farão parte do BRT da Av. Antônio Carlos | 107 |
| QUADRO 7 - Número de ônibus das linhas que farão parte do BRT da Av. Antônio Carlos | 109 |
| QUADRO 8 - Taxa de crescimento das áreas de captação e distribuição da demanda do BRT da Av. Antônio Carlos (2010 – 2030)..... | 111 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------------|---|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ANTP | Associação Nacional de Transportes Públicos |
| BHBUS | Plano de Reestruturação do Sistema de Transporte Coletivo de Belo Horizonte |
| BHTRANS | Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S/A |
| BRT | Bus Rapid Transit |
| CBTU | Companhia Brasileira de Trens Urbanos |
| Cepal | Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe |
| DEMETRÔ | Consórcio do Trem Metropolitano de Belo Horizonte |
| DENATRAN | Departamento Nacional de Trânsito |
| DER-MG | Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais |
| EBTU | Empresa Brasileira de Trens Urbanos |
| FGV | Fundação Getúlio Vargas |
| GEATU | Gerência de Atendimento aos Usuários da BHTRANS |
| GECET | Gerência de Controle e Estudos Tarifários da BHTRANS |
| GEIPOT | Grupo Executivo de Integração da Política de Transportes da Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes |
| GECET | Gerência de Controle e Estudos Tarifários da BHTRANS |
| GECOP | Gerência de Controle das Permissões da BHTRANS |
| GEMOB | Gerência da Mobilidade Urbana da BHTRANS |
| GESPR | Gerência de Estudos e Programação de Transportes da BHTRANS |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| IGP-DI | Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna |
| INECO | Ingeniería y Economía del Transporte, S.A. |
| IPEA | Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas |
| IPK | Índice de Passageiros por Quilômetro |
| IPP | Integração de Modos Públicos e Privados |
| NTU | Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos |
| OD | Pesquisa Origem-Destino Domiciliar |
| PED | Ponto de Embarque e Desembarque |
| PDTPT-RMBH | Plano Diretor de Transporte de Passageiros Sobre Trilhos da RMBH |

| | |
|------------|--|
| PLANMOB-BH | Plano de Mobilidade para a Região Metropolitana de Belo Horizonte |
| RFFSA | Rede Ferroviária Federal |
| RMBH | Região Metropolitana de Belo Horizonte |
| S/A | Sociedade Anônima |
| SETOP | Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas |
| SPTRANS | São Paulo Transporte |
| STU/BH | Superintendência de Trens Urbanos de Belo Horizonte |
| TMBH | Trem Metropolitano de Belo Horizonte |
| TOD | Transit-Oriented Development |
| UITP | International Association of Public Transport - Associação Internacional de Transporte Público |
| UP | Unidade de Planejamento da Prefeitura de Belo Horizonte |
| VIURBS | Programa de Estrutura Viária de Belo Horizonte |
| VLP | Veículo Leve sobre Pneus |
| VLT | Veículo Leve sobre Trilhos |

.

SUMÁRIO

| | |
|--|------|
| RESUMO | iii |
| ABSTRACT | v |
| LISTA DE FIGURAS | vi |
| LISTA DE GRÁFICOS | viii |
| LISTA DE GRÁFICOS | viii |
| LISTA DE TABELAS | ix |
| LISTA DE TABELAS | ix |
| LISTA DE QUADROS | x |
| LISTA DE QUADROS | x |
| LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS | xi |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1 O sistema de transporte em Belo Horizonte | 8 |
| 1.2 Objetivos do estudo | 17 |
| 1.2.1 Objetivo geral | 17 |
| 1.2.2 Objetivos específicos..... | 17 |
| 1.3 Justificativa | 18 |
| 1.4 Estruturação do trabalho | 21 |
| 2 REVISÃO DA LITERATURA | 22 |
| 2.1 Métodos de previsão da oferta e da demanda de sistemas de transporte | 22 |
| 2.2 Os serviços de transporte público no Brasil..... | 28 |
| 2.3 Qualidade dos serviços de transporte público..... | 30 |
| 2.4 Os serviços de BRT | 45 |
| 2.5 Aspectos a serem considerados na definição dos modos de transporte ofertados | 50 |
| 2.5.1 Park and ride..... | 50 |
| 2.5.2 Planejamento urbano integrado | 54 |

| | | |
|---------|---|----|
| 3 | METODOLOGIA..... | 56 |
| 3.1 | Delineamento de pesquisa..... | 56 |
| 3.2 | População afetada | 59 |
| 3.3 | Procedimentos para coleta de dados e informações..... | 60 |
| 3.4 | Análise dos dados | 61 |
| 3.4.1 | Categorias de análise para o primeiro e o segundo objetivos específicos..... | 62 |
| 3.4.2 | Categorias de análise para o terceiro objetivo específico | 63 |
| 3.4.3 | Categorias de análise para o quarto objetivo específico | 64 |
| 3.4.4 | Categorias de análise para o quarto objetivo específico | 64 |
| 3.5 | Delimitação da pesquisa | 65 |
| 4 | ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS | 66 |
| 4.1 | O Plano Diretor de Transporte sobre Trilhos da RMBH | 66 |
| 4.1.1 | Montagem das matrizes básicas | 66 |
| 4.1.2 | Montagem das matrizes futuras..... | 68 |
| 4.1.2.1 | <i>Definição da base de dados e seleção de variáveis para o modelo de geração de viagens.....</i> | 69 |
| 4.1.2.2 | <i>Elaboração do modelo de geração de viagens</i> | 70 |
| 4.1.2.3 | <i>Projeção das viagens</i> | 70 |
| 4.1.2.4 | <i>Modelo de distribuição de viagens.....</i> | 70 |
| 4.1.3 | Montagem e calibração da rede viária de simulação..... | 71 |
| 4.1.3.1 | <i>Montagem da rede.....</i> | 71 |
| 4.1.3.2 | <i>Calibração da rede.....</i> | 72 |
| 4.1.4 | Análise das tecnologias e esquemas operacionais para o sistema..... | 72 |
| 4.1.4.1 | <i>Ônibus e trólebus</i> | 73 |
| 4.1.4.2 | <i>Veículos leves de média capacidade (VLT e VLP).....</i> | 73 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 4.1.4.3 | <i>Veículos pesados de alta capacidade (metrô, trem elevado e trem de superfície)</i> | 74 |
| 4.1.4.4 | <i>Comparação entre os sistemas</i> | 75 |
| 4.1.5 | Carregamento da rede nos cenários futuros | 76 |
| 4.1.5.1 | <i>Redes</i> | 76 |
| 4.1.5.2 | <i>Matrizes de viagens</i> | 81 |
| 4.1.5.3 | <i>Carregamentos realizados</i> | 81 |
| 4.1.5.4 | <i>Principais resultados dos carregamentos</i> | 87 |
| 4.2 | O plano de mobilidade urbana de Belo Horizonte – PlanMob-BH | 92 |
| 4.3 | O BRT da Av. Antônio Carlos | 100 |
| 4.3.1 | Oferta e demanda do sistema BRT da Av. Antônio Carlos | 106 |
| 4.3.2 | As estações de transferência do BRT no corredor | 116 |
| 4.3.3 | A estações de integração do BRT nas cabeceiras | 127 |
| 4.3.4 | A conexão do BRT na área central | 131 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 136 |
| 5.1 | Conclusões quanto aos objetivos específicos | 136 |
| 5.2 | Conclusões quanto ao objetivo geral do trabalho | 148 |
| 5.3 | Contribuições da pesquisa | 153 |
| 5.4 | Limitações da pesquisa | 154 |
| 5.5 | Sugestões para estudos futuros | 154 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 155 |

1 INTRODUÇÃO

Podem-se identificar duas modalidades básicas de transporte público coletivo operando em Belo Horizonte e Região Metropolitana (RMBH), Minas Gerais: (i) sobre trilhos, que compreende o trem metropolitano de Belo Horizonte, veículo de superfície que, desde 1986, atende aos eixos norte e oeste da RMBH; e (ii) sobre pneus, que compreende três sistemas (*i.e.*, ônibus convencional, ônibus suplementar e táxi-lotação).

De acordo com a Ingeniería y Economía del Transporte, S.A. (INECO, 1999), a implantação do trem metropolitano de Belo Horizonte teve início em 1982 a partir de contrato celebrado entre a Empresa Brasileira de Trens Urbanos (EBTU) e a Rede Ferroviária Federal (RFFSA), criando o Consórcio do Trem Metropolitano de Belo Horizonte (DEMETRÔ), com o objetivo de implantar e explorar o transporte de passageiros sobre trilhos na região, a partir de um projeto desenvolvido pelo GEIPOT no final de década de 1970. O início da operação do trem metropolitano de Belo Horizonte ocorreu em agosto de 1986.

De acordo com a Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU, 2012), o trem metropolitano encontra-se em operação em uma linha no trecho Eldorado–Vilarinho, com 28,2 km de extensão, com 25 trens em operação atendendo a 19 estações a uma velocidade média de 37,7 km/h. Nos dias úteis, o intervalo entre viagens no horário de pico (*i.e.*, das 5h45min às 8h10min) é de cinco a sete minutos. Fora do horário de pico, o trem opera com intervalos de 13 minutos.

De acordo com a CBTU (2012), o trem metropolitano encontra-se em operação em uma linha no trecho Eldorado – Vilarinho, com 28,2 km de extensão, atendendo 19 estações, com 25 trens em operação e velocidade média de 37,7 km/h. Nos dias úteis, o intervalo entre viagens no horário de pico (5h45min às 8h10min) é de 5 a 7 minutos. No fora pico, o trem opera com intervalos de 13 minutos.

No sítio eletrônico da CBTU¹ (2013) consta que o trem metropolitano de Belo Horizonte atingiu seu último recorde de passageiros em 14 de novembro de 2013, transportando 268.981 pessoas na véspera do feriado da Proclamação da República. Foram cerca de 12.500 passageiros a mais que no recorde anterior, registrado em 21 de junho de 2013, quando o metrô atendeu a 256.424 usuários. A média de passageiros registrada nos dias típicos de outubro de 2013 é de cerca de 225.000 passageiros por dia. O referido sítio eletrônico também destaca:

O aumento da produtividade do sistema justifica-se tanto pela preferência do consumidor, como também em razão da rapidez da viagem, dos grandes congestionamentos espalhados pela cidade e de um menor custo tarifário apresentado pelo Metrô, o que acaba beneficiando a população e ampliando o acesso ao transporte público na capital.

Por sua vez, no sistema de ônibus convencional em Belo Horizonte, são realizadas cerca de 26.000 viagens por dia útil com uma frota de 3.041 ônibus, que atende a uma média mensal de 36.801.648 passageiros, de acordo com os dados disponibilizados pela Gerência de Controle e Estudos Tarifários (GECET, 2013) da Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S/A (BHTRANS). No sistema de ônibus suplementar belo-horizontino, são realizadas cerca de 47.000 viagens por dia útil com uma frota de 283 micro-ônibus, que atende a uma média mensal de 3.000.849 (GECET, 2013). O sistema de táxi-lotação da capital mineira opera com uma frota de 117 veículos², que – segundo estimativas da Gerência de Controle das Permissões (GECOP, 2013) da BHTRANS – transporta aproximadamente 12.500 passageiros por dia útil.

A gestão do transporte público municipal é feita pela BHTRANS, empresa pública criada em 1992. A gestão metropolitana dos sistemas de transporte, incluindo aí ônibus e trem metropolitano, é coordenada pela Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas (SETOP). O Decreto nº. 44.608 de setembro de 2007 dispôs sobre a organização da SETOP atribuindo suas atividades e funções de gerenciamento de serviços de transportes e obras do Estado de Minas Gerais.

¹ CBTU – COMPANHIA BRASILEIRA DE TRENS URBANOS. Belo Horizonte firma novo recorde de passageiros: o sexto de 2013. 21 de novembro de 2013. Belo Horizonte: CBTU, 2013. Disponível em: <<http://www.cbtu.gov.br/noticias/destaques/2013/mes11/211113g/211113g.html>>. Acesso em: 21 nov. 2013.

² A frota de 117 veículos está distribuída em duas rotas: Av. Afonso Pena, com 103 veículos, e Av. do Contorno, com 14 veículos.

Azevedo e Mares Guia (2000) apontam que a Constituição Federal de 1988 estabeleceu um acordo político institucional entre os atores do cenário metropolitano, institucionalizando mecanismos de descentralização e democratização da gestão e, assim, aumentando consideravelmente a autonomia financeira dos estados e, especialmente, dos municípios. Gouvêa (2001) apresenta uma posição semelhante no que diz respeito ao município, sublinhando que a Constituição consagrou a autonomia municipal, estabelecendo, respectivamente em seus artigos 30 e 242, que cabe ao município “legislar sobre assuntos de interesse local”, bem como “organizar e prestar diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluindo o de transporte coletivo, que tem caráter essencial”. A questão metropolitana, no entanto, não foi priorizada, tendo sido delegada aos estados, a quem caberia a criação de regiões metropolitanas, bem como a definição do modelo institucional que lhes daria sustentação.

Um dos principais eixos viários de conexão da metrópole de Belo Horizonte é a Av. Antônio Carlos, que conecta a área central até os municípios de Ribeirão das Neves, São José da Lapa, Vespasiano e Santa Luzia, passando por, além da própria avenida, pela Av. Pedro I, pela MG-424 e pela MG-010. Santos (2013) descreve que a Av. Presidente Antônio Carlos foi construída no início da década de 40, na administração do então prefeito Juscelino Kubitschek. Com o passar do tempo, ela se tornou uma das mais importantes vias de trânsito da cidade, ligando o centro à Zona Norte de Belo Horizonte. Em 1997, uma medida paliativa reduziu o canteiro central, aumentando a largura das pistas, tendo sido construídas baias nos pontos de ônibus. O então prefeito Célio de Castro abandonou o projeto já existente de ampliação da avenida. Em 2000, ele declarou que a construção de uma segunda linha de metrô na capital era uma medida mais interessante e que, mais do que duplicar avenidas, era necessário desestimular os belorizontinos a comprarem mais carros.

Segundo Santos (2013),

... devido a problemas de saúde do prefeito, o vice Fernando Pimentel assumiu o cargo e levou a cabo o dispendioso projeto de duplicação da Antônio Carlos. Foi negociada uma parceria entre governo municipal, estadual e federal para somar um investimento de mais de meio bilhão de reais. O objetivo: facilitar o tráfego de automóveis e ônibus, contribuindo para um melhor acesso aos bairros da região norte (onde se situam importantes pontos turísticos da cidade), mas também aos dois aeroportos, à recém-inaugurada Cidade Administrativa e ao maior estádio de futebol de Belo Horizonte, que irá sediar jogos da Copa do Mundo de Futebol de 2014.

A FIG. 1 identifica os traçados dos principais corredores de transporte do município, com destaque para o corredor da Av. Antônio Carlos, destacado em amarelo. O corredor de transporte é composto pela própria avenida e pelas avenidas Pedro I e Vilarinho.

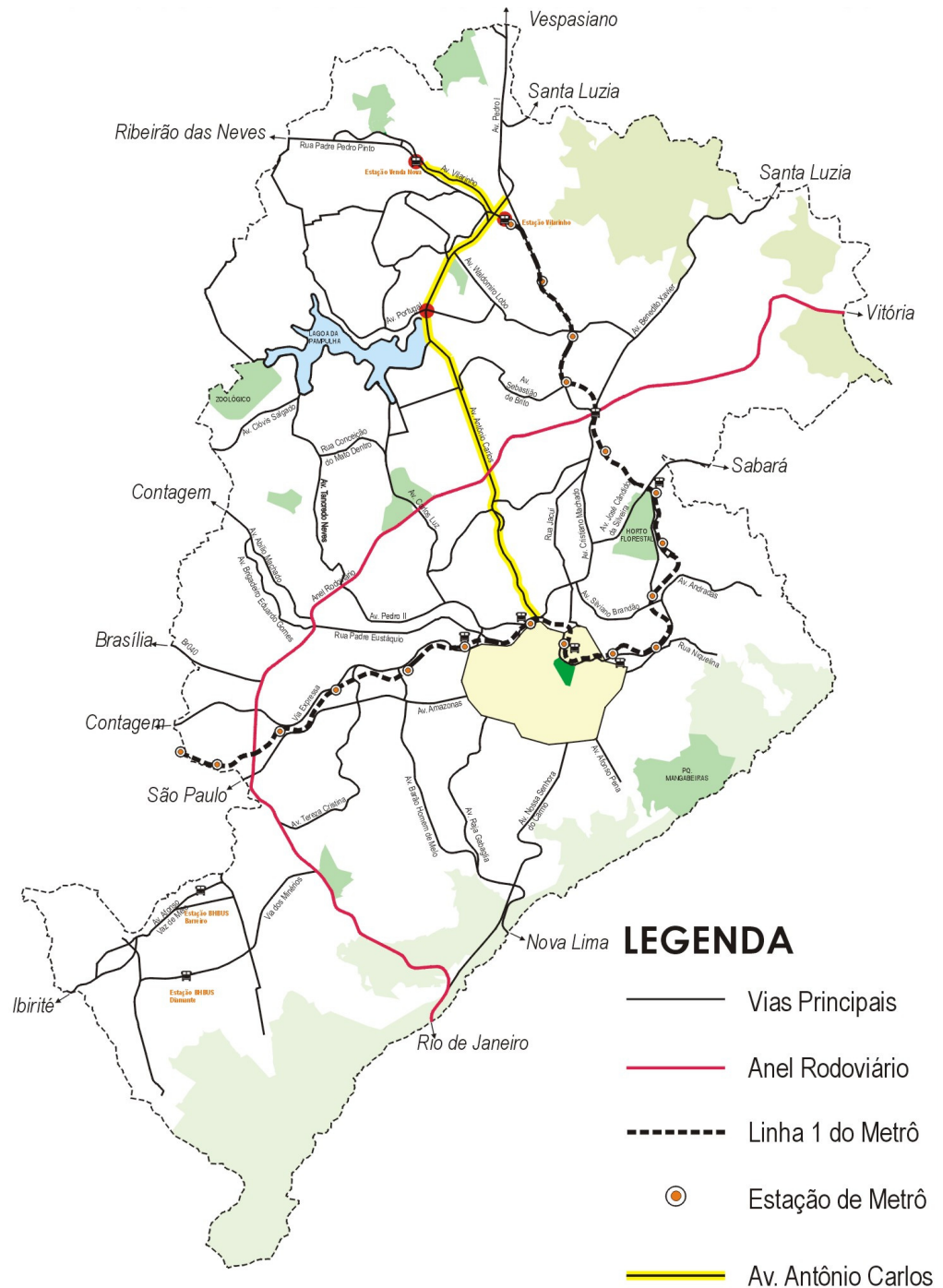
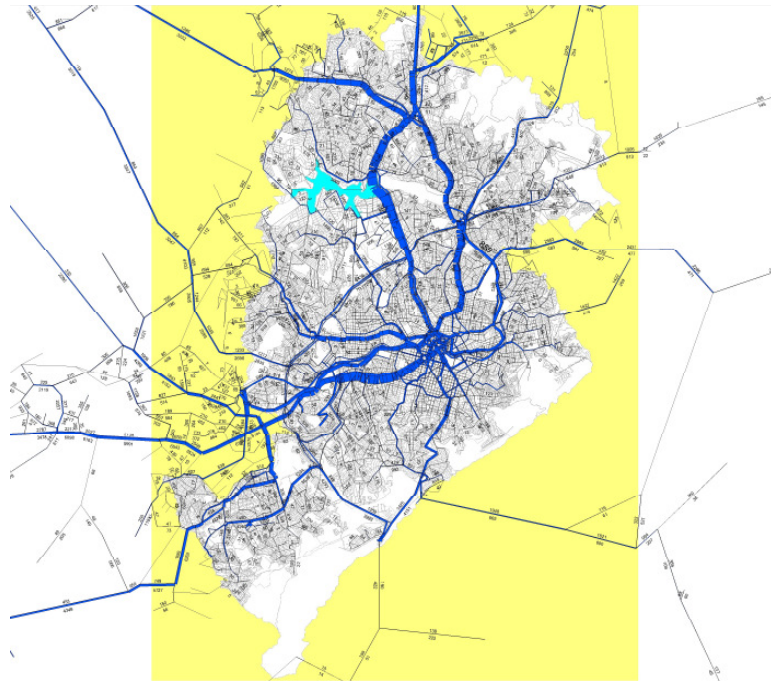


FIGURA 1- Principais corredores de transporte de Belo Horizonte com destaque para a Av. Antônio Carlos
Fonte: BHTRANS, 2012.

Na FIG. 1 podemos identificar a Av. Antônio Carlos, destacada saindo da área central em direção ao norte, até a Lagoa da Pampulha. A partir daí, o eixo viário prossegue dando continuidade através da Av. Pedro I em direção aos municípios de Vespasiano e de Santa Luzia e através da Av. Pedro I e da Av. Vilarinho em direção ao município de Ribeirão das Neves. Três estações de integração de transporte aparecem no eixo do corredor: a estação Pampulha, junto à lagoa com mesmo nome; A estação Vilarinho, na interseção da Av. Pedro I com Av. Vilarinho; e a estação Venda Nova, no fim da linha destacada do corredor de transporte. A estação Vilarinho é a única que apresenta integração ônibus / trem. O eixo da Linha 1 do trem metropolitano de passageiros aparece pontilhado vindo desde a porção norte do município, tendo em seu extremo a estação Vilarino, margeando a área central e alcançando a porção oeste, até o limite com o município de Contagem.

A FIG. 2 é uma representação gráfica do carregamento de passageiros do transporte público (municipal e metropolitano) nos corredores de Belo Horizonte. Como parâmetro, o corredor mais carregado no eixo norte é a Av. Antônio Carlos, com um carregamento atual de cerca de 35.000 passageiros na hora pico da manhã, no sentido bairro-centro, no trecho mais carregado, que se situa entre o Anel Rodoviário e a Lagoa da Pampulha. O corredor da Av. Amazonas aparece com destaque no vetor oeste, com um carregamento de 31.500 passageiros na hora pico da manhã, no sentido bairro-centro, no trecho mais carregado.

Belo Horizonte pertence a uma região metropolitana formada por 34 municípios, conforme mostrado na FIG. 3. Segundo o IBGE (2013), a população estimada da Região Metropolitana de Belo Horizonte em julho de 2013 era de 5.056.206 habitantes e a população de Belo Horizonte era de 2.375.444 habitantes em 2010. Boa parte da população da região metropolitana, notadamente aquela residente no Vetor de Desenvolvimento Norte, é afetada pela estruturação de transporte no corredor da Av. Antônio Carlos.



3 /

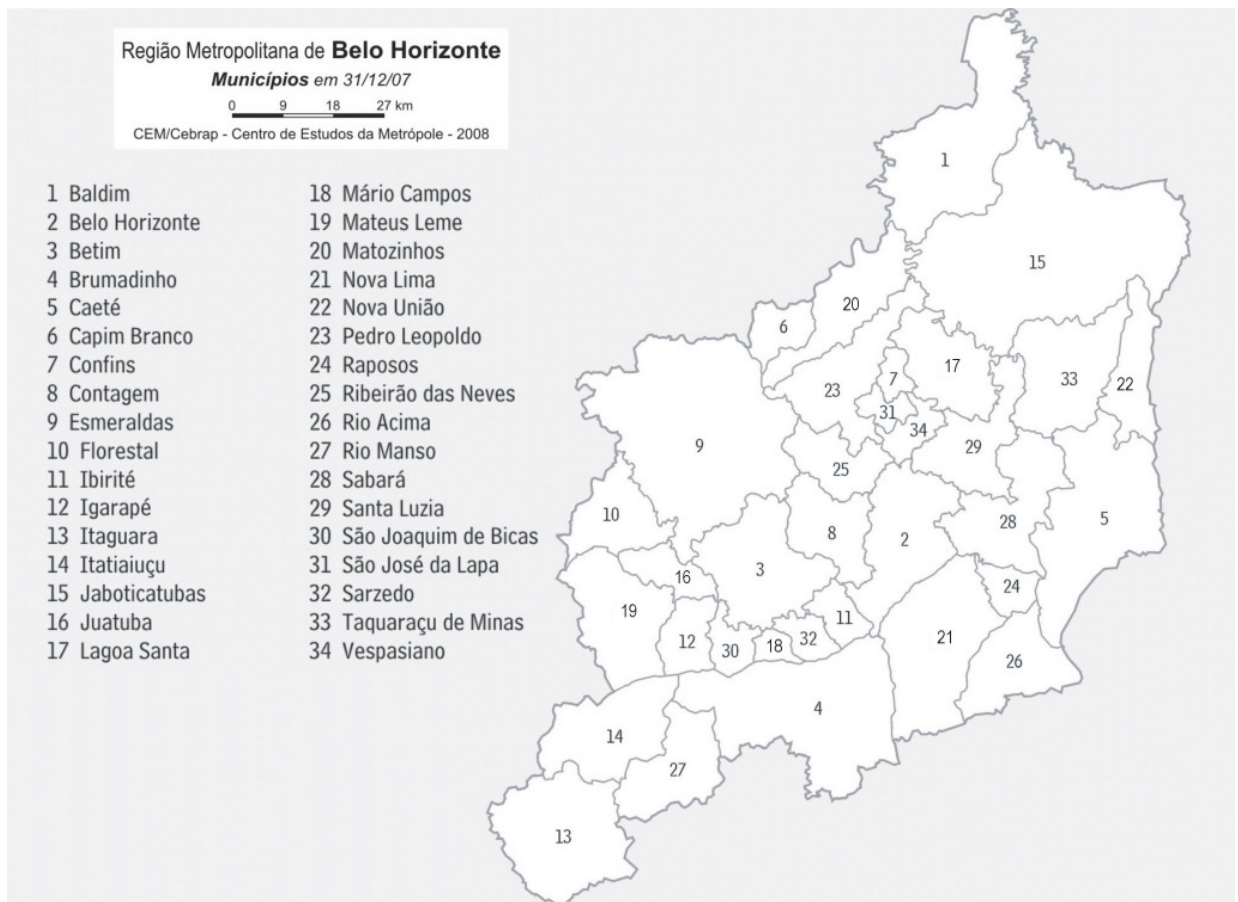


FIGURA 3 - Região Metropolitana de Belo Horizonte
 Fonte: CEM – (Centro de Estudos da MetrÓpole, 2013)

Cruz (2013) destaca que a primeira reestruturação da cidade de Belo Horizonte ocorreu durante os anos 1940-1950, com a construção da Cidade Industrial Juventino Dias, no vetor de expansão urbana Oeste, e da Pampulha, no vetor de expansão urbana Norte. O autor destaca os principais projetos urbanísticos estruturadores no Vetor Norte do município e da RMBH:

- a) Ativação e ampliação do Aeroporto Internacional Tancredo Neves: conhecido como Aeroporto de Confins, foi construído na década de 1980 no município de Confins, no Vetor Norte da RMBH. Em 2008, recebeu a transferência definitiva de voos antes operados no aeroporto da Pampulha. O objetivo maior da Infraero e dos governos federal e estadual é a consolidação de um aeroporto industrial no local. A Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico do governo estadual de Minas Gerais informa que o Aeroporto Industrial tem como objetivo ser um *hub* logístico multimodal no Brasil e na América Latina para empresas voltadas para a exportação, as quais dependem de cadeias de suprimento globais com base no modo de transporte aéreo para assegurar rapidez, agilidade e acessibilidade a fornecedores e consumidores.
- b) Linha Verde: via expressa implantada em 2007 pelo governo estadual para melhorar a conexão do centro principal de Belo Horizonte ao Aeroporto de Confins. O projeto envolveu a ampliação da capacidade viária das vias de acesso, tornando mais rápido o acesso ao aeroporto e às regiões administrativas Venda Nova, Norte e Nordeste de Belo Horizonte.
- c) Cidade Administrativa do Governo de Minas Gerais: inaugurada em 2010, em uma área de 800 mil metros quadrados, está localizada a aproximadamente 20 km do centro de Belo Horizonte. O número de servidores trabalhando diariamente no local já atingiu 16 mil pessoas, e estima-se uma frequência de um público de 20 mil pessoas/dia.

Souza (2008) afirma que o crescimento da RMBH tem sido, desde os anos 1970, acompanhado pela periferização, com crescimento mais acelerado da população dos municípios periféricos comparativamente ao ritmo de crescimento populacional do município central. A população de Belo Horizonte, que na década de 1950 representava cerca de 92% da população da região metropolitana, no ano 2000 respondia por apenas 26% do mesmo total.

Segundo Souza (2008), na Região Metropolitana de Belo Horizonte, os chamados vetores Oeste e Norte Central vêm historicamente se destacando como os principais vetores de expansão urbana de Belo Horizonte e da RMBH. O vetor Norte Central é definido pelos municípios de Ribeirão das Neves, São José da Lapa, Vespasiano e Santa Luzia. Esse vetor contou com o maior saldo migratório intrametropolitano no período de 1986 a 2000. Esses resultados, pondera a autora, permitem afirmar que o Vetor Norte Central se transformou no principal vetor de expansão urbana da RMBH.

1.1 O sistema de transporte em Belo Horizonte

Até a década de 1950, o transporte urbano não sofria a competição por parte do transporte individual, segundo aponta a Associação Nacional dos Transportes Públicos (ANTP, 1984). As redes de infraestrutura de transporte, especialmente as de infraestrutura fixa, moldavam o crescimento das cidades, tanto nas áreas centrais quanto nos eixos de crescimento e desenvolvimento urbano. Com o aumento do uso do automóvel, contudo, o espaço operacional utilizado pelo transporte público foi se contraindo progressivamente e deixou de definir o desenvolvimento urbano.

As cidades cresceram em direção a áreas externas cada vez mais dispersas, cujo acesso estaria facilitado pela disponibilidade do automóvel. Paradoxalmente, nas áreas mais distantes dos centros das regiões metropolitanas, a renda é mais baixa e a dependência do transporte público é mais elevada. Nessas regiões, as condições de oferta de um transporte público de qualidade são muitas vezes comprometidas pela extensão necessária dos deslocamentos e pela desconcentração da demanda, gerando sistemas de menor eficiência.

Com o aumento da motorização privada, o que se observa é um comportamento “defensivo” da oferta de transporte público, variando entre o redimensionamento da oferta dos serviços pela diminuição da demanda e a necessidade de ampliar a oferta dos serviços para atrair passageiros oriundos do transporte individual. O que seria desejável é que os sistemas de transporte público pudessem organizar-se e integrar-se de modo a tornarem-se mais eficientes no meio urbano.

Na atual situação de estagnação ou redução dos processos de crescimento urbano, o empreendimento de políticas de planificação assume, no campo dos transportes, um

duplo significado. De uma parte permite enfrentar os desequilíbrios do passado, racionalizando redes que cresceram de modo incoerente devido a um crescimento urbano muito acelerado, e fornecendo níveis de serviço mais elevados às áreas marginais dos tecidos urbanos. De outra parte permite a implantação de programas de intervenção a longo prazo voltados seja para a recuperação da mobilidade do transporte público, seja para a definição de um quadro estrutural dentro do qual a cidade possa ser mais racionalmente redistribuída e, eventualmente, acolher as futuras dinâmicas de crescimento. (ANTP, 1984, p. 103)

A Comissão de Circulação e Urbanismo da Associação Internacional de Transporte Público (UITP), ainda na década de 1980, identificou em uma pesquisa junto a 77 empresas de transporte de todo o mundo, predominantemente de países industrializados da Europa Ocidental, que 83% delas já havia elaborado um plano de transportes, definindo uma política que coordenava e controlava atividades das empresas e das entidades públicas com responsabilidade pelos transportes. Somente nas cidades pesquisadas da França observou-se a existência de uma política específica de incentivo à tração elétrica para o transporte público urbano. Notou-se ainda que, quanto mais reduzido era o horizonte temporal dos planos de transporte, maior sua relação com planos de contingência e maior a correção de deficiências operacionais. Em contrapartida, planos com horizontes de planejamento mais ampliados tenderiam a abordar problemas mais estruturais, buscando atuar não apenas sobre os efeitos, mas sobretudo sobre as causas dos problemas de transporte.

O planejamento de transportes voltado para o atendimento a problemas operacionais, construção de infraestrutura básica de transporte e soluções para demanda saturada caracteriza um planejamento primário, com o qual não se alcançam mudanças estruturais no setor. Os objetivos devem ir além de atender à demanda já verificada, buscando a reorganização dos sistemas e das cidades, em especial das áreas sujeitas a perda de população e deterioração. O aumento da mobilidade da população, por meio do transporte público, encontra ambiente favorável em um cenário de mais qualidade, que torna esse transporte mais atrativo.

O que poderia ser chamado de estratégia de recuperação para o transporte público pressupõe uma integração entre o planejamento de transportes e o planejamento urbanístico. Este deveria assumir uma política de diversificação e concentração de atividades em um nível compatível com a concentração da mobilidade, superior à dispersão, mas inferior a níveis de congestionamento; aquele deveria assumir a oferta dos serviços não apenas em termos de passageiros transportados ou número de viagens ofertadas, mas com destaque para os

parâmetros de qualidade, rapidez, conforto, regularidade e integração dos serviços. O desafio do planejamento integrado é cada dia mais difícil e, ao mesmo tempo, mais necessário.

O sistema sobre trilhos é, por natureza, identificado como estruturador do tecido urbano. A grande oferta que caracteriza esse tipo de sistema é fator determinante em sua aptidão em determinar a estrutura urbana. Além disso, as infraestruturas sobre trilhos são identificadas pela população como infraestruturas fixas que justificam o investimento em imóveis localizados em sua área de influência, com menores riscos de alteração da estrutura do que corredores de ônibus, por exemplo.

Dentro daquilo que nossas cidades são, e do se gostaria que elas fossem, há um equilíbrio pluralístico complexo na escolha dos modos capazes de satisfazer as necessidades de deslocamento. Este equilíbrio é a somatória de escolhas individuais, ligadas a necessidades individuais, cada uma das quais caracterizada por um próprio balanço de fatores ponderáveis e imponderáveis. Tentar compreender estes mecanismos de escolha para grandes agregados significa fugir, acima de tudo, dos critérios de racionalidade econômica pura, por parte de usuário e operadores, e confrontar-se com toda a gama de realidades da mobilidade urbana a partir das relações entre o desenvolvimento das cidades, o uso dos meios de transporte, e a produção daquele bem de consumo extraordinário que é o automóvel. (ANTP, 1984, p. 35)

Existem dois desafios básicos às políticas de transporte e trânsito. O primeiro é o financiamento do transporte público, que, como serviço essencial, não deve ficar submetido a enfoques monetaristas rígidos de sustentabilidade financeira a qualquer custo. Considera-se investimento o subsídio para garantir algumas operações que, embora aritmeticamente deficitárias, são de grande relevância para as cidades. Desde que submetido a critérios objetivos e com controle social eficaz, esse tipo de subsídio não pode ser dado como desperdício. A esse respeito, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2011, p. 27) aponta:

Sendo o transporte público um serviço essencial, a visão do seu financiamento deve ser especial e não ficar submetida a enfoques monetaristas rígidos, como o da sustentabilidade financeira a qualquer custo. Dada sua relevância para a sociedade, o aporte de recursos para garantir operações aritmeticamente deficitárias deve ser visto como investimento, e não como desperdício, desde que seja feito com critérios claros de justificativa e com controle social eficaz.

Segundo o IPEA (2011), as pessoas de média e baixa renda são os principais usuários do transporte público coletivo urbano no Brasil. Nesse contexto, o valor da tarifa é um

importante instrumento nas políticas para gestão da mobilidade e inclusão social. Como exemplo, a Pesquisa Origem-Destino Domiciliar (OD) realizada em 2007 em São Paulo mostrou que cerca de 635 mil viagens diárias foram realizadas a pé, porque parte das pessoas não tinha como arcar com o custo do transporte.

A cidade de São Paulo, com a implantação do “bilhete único” em 2004, criou condições para a integração de ônibus e micro-ônibus, metrô e trem. Ao contrário de outros tipos de integração tarifária existentes em outras capitais brasileiras, o sistema é de fácil compreensão para o usuário, permitindo realização de até quatro deslocamentos, em um intervalo máximo de três horas, com pagamento de uma única tarifa. Além da integração entre diferentes modos de transporte, o sistema implica maior facilidade na aquisição dos créditos eletrônicos pelos usuários, bem como mais possibilidades e flexibilidade no planejamento dos deslocamentos por parte dos usuários, com diminuição efetiva no custo da viagem. O sistema extrapola os limites municipais, estendendo seu alcance às linhas do metrô e trem metropolitanos. A integração tarifária do “bilhete único” conta com subsídio público que o município de São Paulo faz ao sistema de transporte, na ordem de R\$ 772,5 milhões anuais, segundo dados da SPTRANS (São Paulo Transporte) divulgados pela NTU (Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos). Sistemas integrados dessa natureza, contudo, ainda estão restritos à cidade de São Paulo.

Vasconcellos (2013) aponta o “bilhete único” implantado em São Paulo em 2004 como uma das seis ações de maior impacto em favor da equidade no setor de transportes no país, junto à implantação de corredores de ônibus em sua fase inicial (1976), à instituição do vale-transporte (1985/1987), à definição do transporte público como serviço essencial na Constituição de 1988, às medidas para melhoria do acesso às pessoas com deficiência (2004) e à mudança da política federal em relação ao transporte escolar rural (2004). A troca gratuita entre ônibus em determinado período de tempo, possível através do “bilhete único”, ampliou a acessibilidade dos usuários à cidade e às atividades. O autor destaca que o índice de integração, com pessoas utilizando dois ou mais ônibus para completar uma viagem, aumentou de 15 para 51%, alterando as lógicas de deslocamento e a rede de conexões dos usuários. “Foi o maior projeto de equidade no transporte público feito no mundo em desenvolvimento na década de 2000” (VASCONCELLOS, 2013).

O segundo desafio é o de inversão de prioridades no uso do espaço e na escolha do modo de transporte, considerando que políticas públicas, historicamente, têm definido maiores investimentos em infraestrutura para o deslocamento de automóveis, tornando cada dia mais precários os deslocamentos das pessoas pelo transporte coletivo e nos modos não motorizados (IPEA, 2011). A título de exemplo, o anuário estatístico do Grupo Executivo de Integração da Política de Transporte da Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (GEIPOT) do ano 2000 (GEIPOT, 2001) divulgou que, dos investimentos realizados em transporte por entidade pública federal no período de 1996 a 2000, apenas 10% foram feitos em transporte urbano ferroviário, contra 49% em rodovias.

Como alternativa de transporte de massa, muitas cidades têm buscado a implantação do BRT (sigla em inglês para *Bus Rapid Transit*), um sistema rápido de transporte por ônibus em corredores exclusivos.³ Uma pesquisa do Centro de Excelência do BRT em Santiago, no Chile, indicou que existem cerca de 120 cidades no mundo com sistemas de BRT e ônibus de alto nível de serviço, 82,5% das quais entraram na lista nos últimos 12 anos (HIDALGO; GUTIÉRREZ, 2013). No total, são 280 corredores de ônibus, com 4.300 km, 6.700 estações e 30 mil ônibus que transportam atualmente cerca de 28 milhões de passageiros por dia.

O Ministério das Cidades (2008) defende que a tecnologia dos sistemas de transportes com operação exclusiva em corredores de ônibus proporciona alta qualidade, rapidez, conforto e eficiência, com redução de custos operacionais na infraestrutura de mobilidade e acessibilidade urbana. Esse tipo de sistema poderia ser de duas a vinte vezes mais barato que a os sistemas com capacidade semelhante, principalmente se comparado seus custos de implantação aos dos sistemas de veículo leve sobre trilhos (VLT) e metrô. Variações consideráveis podem ser observadas quando consideradas peculiaridades de cada sistema e as características locais.

De acordo com Fernandes (2013), em março de 2007 havia 47 cidades com sistemas de BRT em todo o mundo, 38% das quais nos países em desenvolvimento. Um ano depois, 128 cidades estavam ou construindo, ou planejando, ou expandindo sistemas de BRT, 52% das quais nos países em desenvolvimento. No final de 2011, 49 novas cidades estavam construindo novos sistemas, 16 cidades estavam expandindo seus corredores e 31 cidades

encontravam-se no planejamento inicial desse tipo de sistema de BRT. Esse crescimento pode ser atribuído, em parte, a tentativas de reprodução dos sucessos de Curitiba (Brasil), Bogotá (Colômbia), Cidade do México (México), Istambul (Turquia), Ahmedabad (Índia) e Guangzhou (China). Nessas cidades, os sistemas de BRT apresentaram baixo custo relativo de implantação, rápida implementação e sistemas de alto desempenho, com externalidades positivas significativas.

Hidalgo (2005) apresenta um conjunto de opções de transporte público indicados para altas demandas, tradicionalmente agrupadas em:

- (i) Ônibus em faixa exclusiva: ônibus ou trólebus com operação em faixa exclusiva;
- (ii) *Light Rail*: bondes ou trens que operam com motor elétrico, segregação longitudinal (segregação vertical em alguns trechos); e
- (iii) Metrô: trens elétricos que operaram em vias completamente segregadas (elevadas ou subterrâneas).

O autor conclui que a introdução de sistemas de BRT gera uma categoria não totalmente refletida na classificação tradicional, uma nova opção de transporte público, por combinar elementos como estações elevadas ao nível de acesso de ônibus, acesso pré-pago, múltiplas portas de acesso e controle central. O QUADRO 1 resume algumas das características dos quatro alternativas, das quais se destacam o custo e a capacidade, dois aspectos fundamentais para a análise de viabilidade.

No caso de Belo Horizonte, cidade contemplada nesta dissertação, a construção do BRT do corredor Antônio Carlos prevê um sistema rápido de transporte por ônibus em corredores exclusivos. Quando concluído, ele terá 16 km de vias exclusivas para ônibus, considerados os eixos principais do corredor Antônio Carlos–Pedro I (14,7 km), articulados na área central (avenidas Paraná e Santos Dumont), que também contarão com a implantação de infraestrutura no mesmo padrão (1,3 km).

³ Outros modos de transporte também têm sido utilizados com sucesso em várias cidades, como sistemas de veículos leves sobre trilhos (VLT) e metrôs subterrâneos.

QUADRO 1 - Comparação de alternativas de transporte de massa

| Parâmetro | Ônibus em faixa exclusiva | <i>Light Rail</i> | Metrô | BRT |
|--|-------------------------------|-------------------------------|--|-------------------------------|
| Espaço necessário | 2-4 faixas Vias existentes | 2-3 faixas Vias existentes | Baixo impacto sobre as vias existentes | 2-4 faixas Vias existentes |
| Flexibilidade | Alta | Limitada | Baixa | Alta |
| Impacto no tráfego | Variável | Variável | Reduz congestionamentos | Variável |
| Integração com alimentadores | Fácil | Difícil | Difícil | Simples |
| Nível de serviço (frequência e ocupação) | Regular | Bom | Muito bom (corredor denso) | Bom |
| Segurança | Deficiente | Boa | Muito boa | Boa |
| Emissões de poluentes | Altas | Baixas | Baixas | Altas Médias |
| Confiabilidade | Baixa | Baixa (agrupamento) | Alta | Média |

Fonte: HIDALGO, 2005, p. 96.

Bragança, Tredezini e Canuto (2012) sublinham que a Av. Presidente Antônio Carlos é, desde os anos 1990, motivo de debates sobre a ampliação de sua largura para valorização imobiliária de áreas que até então tinham uma imagem de abandono, melhoria das condições de circulação e reorganização dos bairros lindeiros. Segundo os autores, com a realização da Copa do Mundo de Futebol em 2014, a BHTRANS priorizou o alargamento da avenida como um dos eixos estruturantes da mobilidade no município, propondo a implantação de um corredor de BRT. Com isso, outro projeto, de meados da década de 1990, para o alargamento da avenida, que previa a criação de espaços públicos incorporados ao projeto viário, teve a concepção abandonada pela BHTRANS.

Os referidos autores foram contratados para fazer o projeto de tratamento paisagístico das áreas remanescentes às margens da Av. Antônio Carlos e verificaram que, em treze áreas distribuídas ao longo de 4 km, haviam sobrado apenas seis árvores, além dos exemplares recém-plantados nas novas calçadas. Eles apontam a mudança paisagística do local ao longo

dos anos, destacando, além da diminuição da arborização, a eliminação de bondes urbanos existentes região na década de 1950 (cf. FIG. 4-5).



FIGURA 4 - Bonde na Av. Antônio Carlos, 1957
Fonte: BRAGANÇA; TREDEZINI; CANUTO, 2012, p. 14.



FIGURA 5 - Imagens de satélite da Av. Antônio Carlos, 2011
Fonte: BRAGANÇA; TREDEZINI; CANUTO, 2012, p. 15.

Nesse contexto, o presente estudo aborda o impacto das escolhas modais de transporte de alta capacidade no desenvolvimento urbano de Belo Horizonte, apontando aspectos que podem ser considerados no planejamento das redes de transporte. Discutem-se os desafios e

oportunidades na busca de soluções de mobilidade, considerando aspectos relevantes nas estimativas de demanda e de oferta e na escolha do modo de transporte a ser implantado em corredores de transporte de alta capacidade. A pesquisa visa auxiliar no desenvolvimento de metodologias de viabilidade de implantação de novos sistemas de transporte de alta capacidade, identificando aspectos a serem considerados nesse tipo de análise que extrapolem a infraestrutura do sistema de transporte em si. Não obstante as estimativas de custo de implantação e de tempos de viagem isolados e da cultura de transporte de passageiros sobre pneus como única solução estruturante disponível, consolidada por contratos longos de concessão dos sistemas, parte-se do pressuposto de que é necessário avançar na avaliação das (des)economias urbanas geradas, considerando-se as especificidades de cada município, de cada sistema e de cada corredor de transporte.

Considerando que os serviços de transporte público coletivo de passageiros por ônibus respondem por 65% dos deslocamentos realizados nas capitais do Brasil, sendo operados geralmente por empresas privadas e tendo agentes públicos como órgãos gestores dos sistemas, os desafios e oportunidades para melhoria das condições de mobilidade urbana estão colocados para agentes públicos e privados. Principalmente nos grandes centros, a mobilidade extrapola os limites municipais, constituindo-se em sistemas metropolitanos, cada vez mais caros e com menos qualidade. Alguns dos principais atributos do serviço de transporte para o usuário são confiabilidade, tempo de deslocamento, acessibilidade, conforto, conveniência, segurança, custo (tarifas). Todas essas variáveis são afetadas por congestionamentos, falta de planejamento urbano, poluição do ar, acidentes de trânsito, aumento do uso do transporte motorizado individual e disputas entre agentes públicos e privados.

As pesquisas de opinião realizadas pela própria BHTRANS têm mostrado alto índice de insatisfação dos usuários desse sistema (Gauss, 2011). De 2008 para 2011, o índice de reprovação aumentou de 51% para 62%. Diversas são as causas da incapacidade de o sistema atual atender à demanda com um nível de serviço adequado. Pelo menos uma parte dessas causas está relacionada com decisões de planejamento de transporte realizadas pela Prefeitura de Belo Horizonte e pelo próprio Governo do Estado, no âmbito da região metropolitana do município.

No estudo apresentado, busca-se responder à questão: “Quais fatores, e de que natureza seriam eles, devem ser considerados no processo de planejamento e tomada de decisão dos

modos de transporte a serem implantados para atender a determinada demanda de transporte de alta capacidade?”

1.2 Objetivos do estudo

1.2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo geral analisar as estimativas para a oferta e a demanda consideradas no projeto do sistema de BRT de Belo Horizonte. Visa-se, a partir deste estudo de caso, contribuir para a discussão e busca de soluções relativas à oferta de transporte de massa nas grandes cidades e suas relações com o padrão de desenvolvimento, avaliando especialmente os sistemas de BRT. O que se pretende discutir é o caráter estrutural dos sistemas de BRT em implantação e verificar se esse tipo de medida atende apenas a uma demanda operacional por melhor funcionamento do sistema de ônibus, apresentando, por conseguinte, investimentos significativos cujo benefício pode vir a ser esgotado em um curto espaço de tempo.

O trabalho busca identificar aspectos que poderiam ser considerados na definição e na implementação de sistemas de transporte de massa. Para atendimento a esse objetivo geral, estabelece-se um conjunto de aspectos relacionados à implantação de diferentes sistemas de transporte de massa que auxilie na definição do modo de transporte mais adequado para atendimento à demanda e melhoria efetiva na qualidade do serviço.

1.2.2 Objetivos específicos

O objetivo geral deste trabalho se traduz nos seguintes objetivos específicos a serem alcançados para a definição de aspectos a se considerar na definição e na implementação de sistemas de transporte de massa:

- Descrever a metodologia utilizada na definição da viabilidade de implantação de novas linhas de transporte de massa sobre trilhos na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Analisam-se, para tal, as diretrizes da Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU) e o Plano Diretor de Transporte sobre Trilhos da Região Metropolitana de Belo Horizonte, de 1999;

- Descrever a metodologia utilizada, na proposta do BRT da Av. Antônio Carlos, em Belo Horizonte, para definição da oferta de transporte necessária para atender à demanda no corredor de transporte de alta capacidade. Analisa-se, na íntegra, o relatório do projeto de transporte do BRT Antônio Carlos, de 2012, que contempla o diagnóstico da situação atual, a concepção da rede de transporte coletivo e a descrição da infraestrutura proposta, da demanda e da oferta dos serviços;
- Analisar a capacidade do sistema ofertado no caso do BRT da Av. Antônio Carlos de Belo Horizonte, avaliando as possibilidades de ampliação do sistema para atração de passageiros do transporte individual e atendimento a um eventual aumento da demanda. Essa análise visa identificar se o sistema em implantação atenderá a uma melhoria operacional ou se o sistema tem um potencial mais estruturante, capaz de acompanhar a dinâmica da demanda, considerando o adensamento urbano na bacia alimentadora e uma desejável migração de passageiros do transporte individual;
- Discutir os possíveis impactos urbanísticos gerados na área de influência de novos sistemas de transporte de massa, como BRT e metrô. Para tal, busca-se identificar, em estudos realizados em diversas grandes cidades, os possíveis fatores de desenvolvimento urbano diretamente afetados pelos modos de transporte de massa ofertados, como uso do solo, dinâmica imobiliária, adensamento, renovação e valorização urbanas, identificando vantagens e desvantagens, desafios e oportunidades; e
- Propor fatores a serem considerados na avaliação de demanda para implantação de sistemas de transporte de alta capacidade. Busca-se, nesse ponto, contribuir para que esses novos sistemas proporcionem melhoria efetiva do serviço através de soluções de caráter mais estruturantes e menos operacionais.

1.3 Justificativa

A oferta de serviço público de transporte e a escolha de soluções tecnológicas e operacionais adequadas para cada demanda/cenário são fatores de grande importância na conformação do desenvolvimento urbano das grandes cidades, com impacto direto na qualidade de vida da

população. No caso do Brasil especificamente, a Lei Federal nº 12.587/2012, que estabelece a Política Nacional de Mobilidade Urbana, define que deve haver transparência e simplicidade na compreensão da estrutura tarifária e apresenta como uma de suas diretrizes a integração entre modos e serviços de transporte urbano. Trata-se de um desafio diante da complexidade dos sistemas de transporte nas grandes cidades brasileiras, envolvendo dificuldades operacionais e, principalmente, institucionais. A integração permitiria maior flexibilidade para utilização das infraestruturas disponíveis.

O cenário geral é caracterizado por uma mobilidade dependente do sistema rodoviário, no qual o transporte por ônibus é cada vez mais afetado pelo aumento do transporte individual, gerando mais congestionamentos, maior ineficiência, maiores custos e mais migração dos sistemas coletivos para os individuais. Com menor demanda, o transporte coletivo tem redução da receita e maior custo por passageiro; com queda da qualidade do transporte coletivo, há maior pressão pela migração de passageiros para o transporte individual. O ciclo vicioso implica ainda lentidão, acidentes, poluição e desigualdades urbanas (IBGE, 2010). A análise do tempo de deslocamento entre a residência e o trabalho no Brasil, apresentada no censo de 2010, revelou que 52,2% do total de trabalhadores que trabalhavam fora do domicílio levavam de 6 a 30 minutos para chegar ao trabalho e 11,4% levavam mais de uma hora.

Os sistemas de transporte consomem cada vez mais tempo, energia, espaço e recursos financeiros. As políticas de mobilidade, isoladamente, não são suficientes para aumentar a qualidade dos sistemas de transporte, cada vez mais afetados por externalidades. O tempo que se despende em viagens urbanas tem crescido nas grandes cidades em virtude do crescimento acelerado e do aumento das taxas de motorização. Soma-se a isso a dificuldade dos gestores em prover infraestruturas adequadas e em definir políticas de transporte que privilegiem modos públicos em detrimento dos modos privados de transporte. A título de exemplo, dados do DENATRAN para Belo Horizonte mostram que, no período de 2001 a 2010, houve um crescimento de 94% da frota de automóveis e motocicletas, enquanto a população, no mesmo período, cresceu 7,6%.

A escolha da tecnologia de transporte público ofertado representa uma variável especialmente importante, haja vista a variedade de soluções tecnológicas e operacionais existentes para atender a uma mesma demanda. O presente estudo aborda o impacto das escolhas das tecnologias de transporte no desenvolvimento urbano das grandes cidades, apontando aspectos que podem ser considerados no planejamento das redes de transporte. Discute os desafios e oportunidades na busca de soluções de mobilidade nas grandes cidades, considerando aspectos relevantes na escolha do modo de transporte a ser implantado em corredores de transporte de alta capacidade. Conforme já apontado, a despeito da cultura já consolidada de transporte de passageiros sobre pneus como única solução estruturante disponível, consolidada por contratos longos de concessão dos sistemas, das estimativas de custo de implantação e de tempos de viagem isolados, parte-se do pressuposto de que é necessário avançar na avaliação das economias e deseconomias urbanas geradas, considerando-se as especificidades de cada município, cada sistema e cada corredor de transporte.

Esta dissertação explora os métodos de planejamento de serviço de transporte de alta capacidade e suas relações com o padrão de desenvolvimento, avaliando especialmente os sistemas de BRT. A pesquisa foi baseada em um estudo de caso da cidade de Belo Horizonte/MG, que possui uma população de 2.375.444 habitantes (IBGE, 2010)⁴ e integra uma região metropolitana de cerca de 5 milhões de habitantes. Boa parte da população dessa região, notadamente no vetor de desenvolvimento norte, é afetada pela estruturação de transporte no corredor da Av. Antônio Carlos. Quanto à operação do sistema e à demanda direta de passageiros, a população mais diretamente afetada concentra-se nas regiões administrativas Venda Nova, Norte e Pampulha, que concentram uma população residente de 703.344 habitantes (respectivamente, 226.110, 265.179 e 212.055 habitantes), segundo dados do IBGE do ano 2000, disponíveis em Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (2013).

Uma vez que o trabalho identifica aspectos que poderiam ser considerados na definição e na implementação de sistemas de transporte de massa, sua aplicação estende-se às demais cidades brasileiras com características de mobilidade semelhante.

⁴ IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 21 jun. 2011.

1.4 Estruturação do trabalho

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos, iniciando-se por esta introdução, em que são apresentados o tema, a justificativa e os objetivos da dissertação. No Capítulo 2, é apresentada a revisão da literatura. A pesquisa bibliográfica realizada considera as contribuições de diferentes autores sobre o tema, direcionando, junto aos objetivos do trabalho, o estudo aprofundado do tema. O Capítulo 3 aborda as questões relativas à metodologia utilizada, sublinhando-se os métodos e procedimentos utilizados.

O capítulo 4 apresenta a análise e interpretação dos resultados, descrevendo algumas metodologias utilizadas no planejamento de redes de transporte de alta capacidade em Belo Horizonte, com ênfase em dois projetos: (i) o estudo de viabilidade de implantação de novas linhas de transporte de massa sobre trilhos na Região Metropolitana de Belo Horizonte; e (ii) a proposta do BRT da Av. Antônio Carlos. São explorados os aspectos que podem ser considerados na avaliação de demanda para implantação de sistemas de transporte de alta capacidade, visando alcançar soluções de caráter mais estruturantes e menos operacionais. O destaque é dado para a sugestão de diferentes critérios na escolha da tecnologia mais adequada para cada corredor de transporte de alta capacidade, além da avaliação dos custos de implantação e operação dos sistemas e dos resultados das pesquisas de satisfação dos usuários realizadas pela BHTRANS, através de Pesquisas de Avaliação (GAUSS, 2011) quanto à qualidade dos serviços de transporte coletivo em Belo Horizonte.

No Capítulo 5, são apresentados, para cada objetivo específico do trabalho, os resultados encontrados a partir da revisão bibliográfica, da análise documental, das pesquisas e bases de dados utilizadas e da metodologia proposta no Capítulo 3. Esse capítulo apresenta ainda as conclusões e recomendações finais, assim como recomendações para continuação de estudos dentro da temática abordada.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Métodos de previsão da oferta e da demanda de sistemas de transporte

Pitombo e Kawamoto (2005) afirmam que a estrutura urbana influencia a sequência de viagens dos indivíduos ao longo do dia, mas existem dificuldades em incorporar as variáveis de uso do solo no planejamento e nos modelos de transportes. Em geral, os planejamentos de redes não relacionam as características socioeconômicas das diferentes zonas às escolhas de viagem, tampouco as escolhas de deslocamento a determinadas características individuais e domiciliares. A metodologia clássica de planejamento de transporte geralmente se utiliza do método analítico para obter uma representação do espaço, com o sistema de transporte representado por nós e ligações e a área de estudo dividida em zonas de tráfego. Dentre os métodos clássicos está o modelo de quatro etapas, que envolve um processo de geração, distribuição, divisão modal e alocação de viagens (BRUTON, 1979). Esse modelo segue os moldes estabelecidos pelo *Federal and Highway Act*, publicado nos Estados Unidos em 1956, que estabeleceu as relações entre as características das viagens urbanas e determinadas variáveis socioeconômicas (MELLO, 2007). Como o próprio nome indica, trata-se de um procedimento composto de quatro fases, a saber:

- (i) Geração de viagens: fase em que se determina o poder de produção e de atração de viagens de cada área urbana;
- (ii) Distribuição de viagens: fase em que, a partir da determinação da quantidade de viagens atraída e produzida em cada zona de tráfego, é estabelecida a distribuição dessas viagens entre cada par de zonas;
- (iii) Divisão modal: fase em que se busca identificar o mecanismo de escolha dos modo de deslocamento para estabelecer a participação de cada modo no total das viagens; e
- (iv) Alocação de tráfego: fase em que se identificam o trajeto ou o traçado das rotas das viagens, por modo, na malha viária.

Campos (2007) descreve os procedimentos clássicos para o planejamento de transportes para uma região, com a demanda futura sendo identificada utilizando-se modelos de demanda direta ou modelo sequencial de demanda (modelo de quatro etapas), que compreende:

- a) Modelos de geração de viagens: determinam a quantidade de viagens com origem e destino geradas em cada zona de tráfego;
- b) Modelos de distribuição de viagens: estabelecem a distribuição do total das viagens geradas em cada zona de tráfego, gerando uma matriz de origem e destino das viagens;
- c) Modelos de divisão modal: definem como o total de viagens entre as zonas de tráfego deve ser distribuída nos vários modos de transporte. A divisão busca definir a proporção de viagens realizadas por transporte público e aquelas realizadas por transporte individual, dividindo ainda as viagens em alternativas de cada modo de transporte, conforme ilustra a FIG. 6.; e
- d) Modelos de alocação de fluxo: propõem a localização de cada fluxo de viagens, distribuídos na rede de transporte.

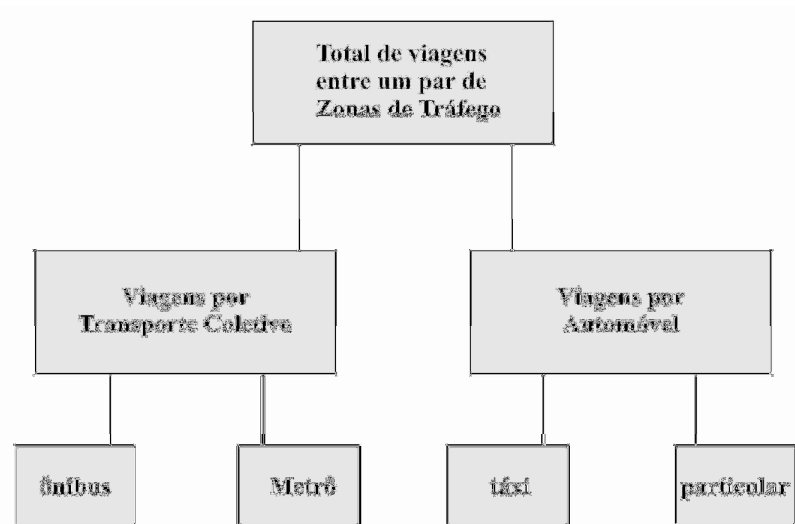


FIGURA 6 - Divisões parceladas das viagens por modos de transporte
Fonte: CAMPOS, 2007.

Cardoso e Pietrantonio (2000) mostram que a aplicação dos métodos analíticos de planejamento de transporte pode variar em função do horizonte de planejamento e das perspectivas estratégica, tática e operacional. Pela perspectiva estratégica, definem-se políticas gerais para um horizonte de longo prazo e o planejamento envolve um alto grau de liberdade, considerando a variação possível da demanda de transporte, tendências demográficas e dinâmica do uso do solo. Pela perspectiva operacional, busca-se a solução de problemas de curto prazo considerando externalidades relacionadas como fatores fixados, para os quais não se busca fazer uma previsão de desenvolvimento nem uma modelagem. Pela

perspectiva tática, orienta-se para a melhoria da eficiência e produtividade, com resultados para um horizonte de médio prazo.

A geração de viagens consiste em estimar as quantidades e os tipos de viagens de pessoas ou veículos, pelos vários motivos, em cada zona de tráfego e pode envolver a estimativa das demandas futuras por viagens e a análise das falhas nos sistemas existentes, visando adequá-los à demanda futura. A distribuição de viagens relaciona o número de deslocamentos e de viagens com origem em cada zona da área de estudo com o número de viagens com destino em cada uma das outras zonas da área. A divisão modal corresponde à divisão proporcional do total de viagens realizadas pelas pessoas entre os diferentes modos de transporte, levando em conta três grupos de fatores: (i) características da viagem (*e.g.* distância e hora); (ii) propósito e características da pessoa (*e.g.*, renda, nível social e propriedade de veículos); e (iii) características do sistema de transporte (*e.g.*, custo, acessibilidade e conforto), o que inclui uma função que representa o percentual de viagens realizadas em transporte coletivo, em transporte individual ou em diversos modos (CARDOSO; PIETRANTONIO, 2000). A alocação de viagens, utilizada para planejamento de redes e atribuição de tráfego, serve para definir as redes de transporte a partir da atribuição de um dado número de viagens a um determinado caminho. Em geral, esse modelo, como aponta Bruton (1979), tem apresentado melhorias significativas nas várias etapas, com incorporação de novas técnicas de representação, mas uma maior fragilidade no estágio de previsão do uso do solo e dos dados socioeconômicos, que são parte fundamental do processo de planejamento de redes de transporte.

Campos (2007) apresenta um fluxograma básico do planejamento de transportes (*cf.* FIG. 7), considerando que, para definição do que deve ser implantado ou melhorado (oferta de transporte), dentro do horizonte de projeto, faz-se necessário quantificar a demanda por transporte e saber como ela vai se distribuir dentro da área de estudo (linhas de desejo). A mensuração da demanda seria feita a partir de modelos de planejamento, nos quais se busca uma modelagem do comportamento da demanda que permita a definição de alternativas que melhor se adaptem à realidade local. A autora defende que o planejamento de transportes deve estar compatibilizado com um plano de desenvolvimento regional, uma vez que a demanda de transporte depende da dinâmica urbana.

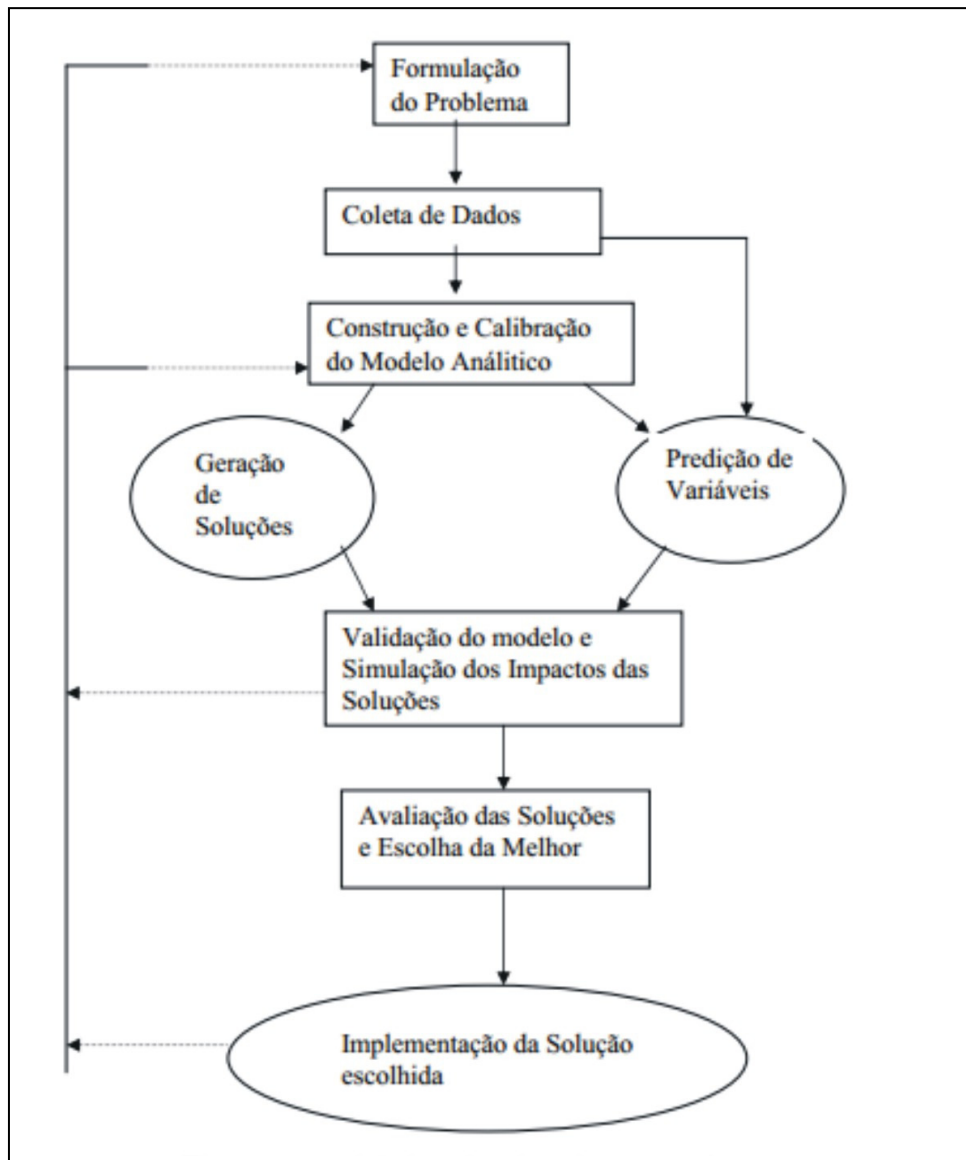


FIGURA 7 - Fluxograma básico de planejamento de transportes
 Fonte: CAMPOS, 2007.

Diversos autores examinam a interação entre transporte urbano e o uso e ocupação do solo, na busca por relações a curto, médio e longo prazo do transporte com as características socioeconômicas da região. A autora destaca que a falta de planejamento integrado da estrutura urbana (legislação de uso e ocupação do solo) e dos sistemas de transportes tende a gerar um desequilíbrio entre a oferta e a demanda, resultando em constantes congestionamentos e dificuldades na circulação de pessoas e/ou mercadorias. A FIG. 8 ilustra a dinâmica das relações entre transporte e uso do solo.

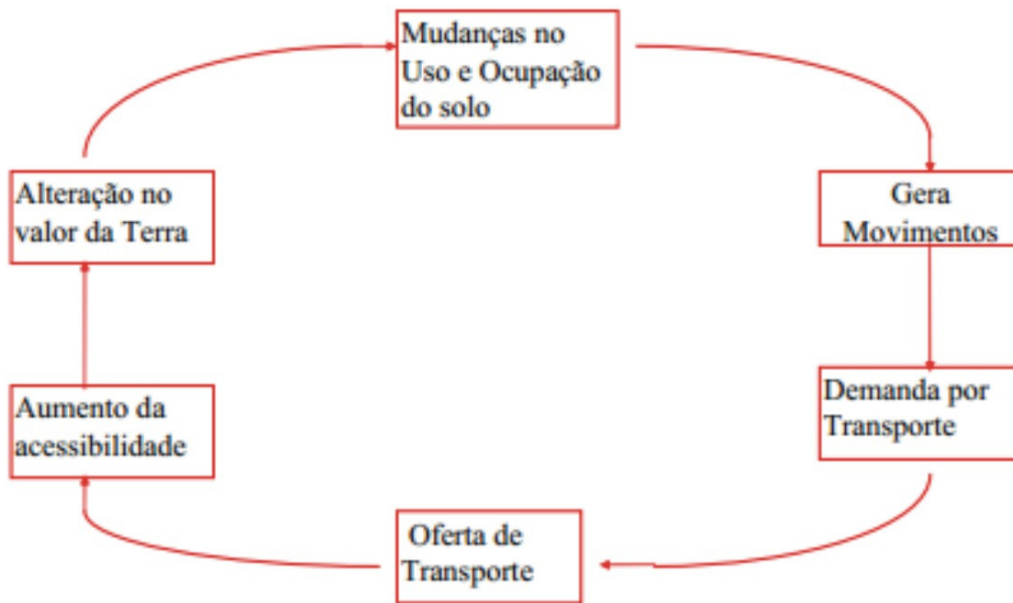


FIGURA 8 - Fluxograma básico de planejamento de transportes
Fonte: CAMPOS, 2007.

Novaes (1986) analisa a identificação e quantificação da demanda, que envolvem a previsão da “resposta” dos usuários às mudanças nos sistemas de transportes. O autor identifica três níveis de análise encontrados nos estudos da demanda de transportes:

- (i) Previsões a curto prazo;
- (ii) Previsões a médio e longo prazo, que não envolvem efeitos nas atividades socioeconômicas;
- (iii) Previsões a longo prazo, com avaliação dos efeitos nas atividades socioeconômicas e no seu assentamento (uso e ocupação do solo).

O autor analisa que as previsões de curto prazo se restringem à situação presente, com base em análise do quadro atual. As previsões de médio e de longo prazos envolvem projeções detalhadas das variáveis socioeconômicas, incluindo também as funções urbanas, como residências, empregos, escolas e serviços.

A evolução de cada atividade deve ser estudada considerando as restrições de capacidade (*e.g.*, densidades máximas de ocupação do solo, políticas de zoneamento, políticas de desenvolvimento e restrições ambientais), sendo que já devem ser estabelecidas as relações diretas de “*feedback*” entre os fluxos de transporte projetados e seus efeitos nas atividades urbanas. As previsões de longo prazo envolveriam modelagem do uso do solo e uma análise

do processo de assentamento das atividades no espaço geográfico. Os métodos utilizados para previsões de curto e de médio prazo são caracterizados pelo autor como simples, passíveis de serem alcançados a partir de práticas correntes de Engenharia de Tráfego, dispensando discussões metodológicas mais profundas. No entanto, as previsões de demanda de longo prazo envolveriam a utilização de modelos e o planejamento de transportes, urbano e regional integrados.

Novaes (1986) classifica os modelos de planejamento de transportes em três categorias principais:

- (i) modelos convencionais empíricos: são os modelos mais tradicionais utilizados em transportes;
- (ii) modelos comportamentais: consideram as motivações dos usuários em relação às características de modo de transporte, de forma simples ou encadeada, com o usuário tomando decisões sucessivas, como fazer ou não a viagem, optando por determinado modo, depois pelo destino e assim por diante; e
- (iii) modelos atitudinais: visam identificar reações dos usuários vinculadas não necessariamente aos atributos do transporte em si, mas a características da percepção do usuário e aspectos culturais.

A informação e a comunicação são fundamentais para alcançar resistências relacionadas à modelos atitudinais. Segundo Novaes (1996), a necessidade de ampliar a informação pode ser percebida em situações como a da implantação de um novo sistema integrado em que o usuário pode demorar a perceber a economia de tempo obtida ao abandonar o ônibus direto para utilizar o sistema integrado. A FIG. 9 ilustra o processo de decisão para escolha do modo de transporte por parte do usuário.

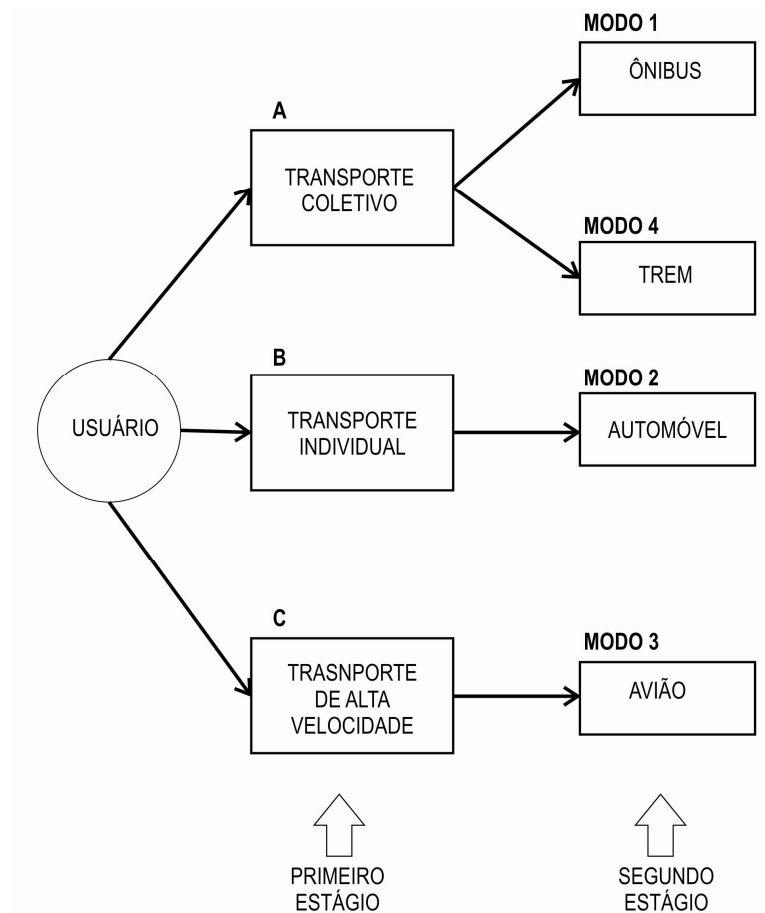


FIGURA 9 - Processo de decisão para escolha do modo de transporte
 Fonte: NOVAES, 1986, p. 105.

2.2 Os serviços de transporte público no Brasil

O IBGE divulga periodicamente os resultados da Pesquisa de Informações Básicas Municipais. A publicação destaca aspectos importantes da gestão e da estrutura dos municípios, tendo o setor público e de serviços como um dos eixos de análise, no qual os serviços de transporte são avaliados. Na última pesquisa, realizada em 2011 junto às prefeituras dos 5 565 municípios brasileiros, identificou-se que os sistemas de ônibus urbanos e metropolitanos estão presentes em aproximadamente 85% dos municípios brasileiros. Os sistemas de alta capacidade sobre trilhos estão restritos a algumas regiões metropolitanas. O cenário geral é caracterizado por uma mobilidade dependente do sistema rodoviário, onde o transporte por ônibus é cada vez mais afetado pelo aumento do transporte individual, gerando mais congestionamentos, maior ineficiência, maiores custos e mais migração dos sistemas coletivos para os individuais. Com menor demanda, o transporte coletivo tem redução da receita e maior custo por passageiro. Com queda da qualidade do transporte coletivo, temos

maior pressão pela migração de passageiros para o transporte individual. O ciclo vicioso implica ainda em aumento de congestionamentos, acidentes, poluição e desigualdades urbanas.

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2011) considera o tema infraestrutura social e urbana como um dos eixos de desenvolvimento brasileiro. A infraestrutura social e urbana é tratada na perspectiva dos desafios e oportunidades para o desenvolvimento nacional. Após avaliar as principais transformações da mobilidade urbana ocorridas no país nos últimos anos, o IPEA estudou as políticas federais que afetaram o padrão de mobilidade nos centros urbanos brasileiros, discutindo cenários futuros e os grandes desafios para o desenvolvimento da mobilidade urbana no país.

Uma pesquisa realizada IPEA (2011) revela o modo de locomoção que as pessoas mais utilizam no país. Os resultados gerais mostram que 44,3%, 23,8% e 12,6% dos brasileiros utilizam, respectivamente, o transporte público, o carro próprio e a moto para realizar a maioria de seus deslocamentos; do restante, 12,3% adotam o modo a pé e 7% recorrem à bicicleta.

A divisão modal dos deslocamentos em municípios com mais de 60 mil habitantes, em 2007, indica 30% dos deslocamentos por automóvel e moto, 41% dos deslocamentos não motorizados (a pé e bicicleta) e 29% por transporte coletivo (ônibus e trem). No mesmo período, os deslocamentos por automóvel e moto representaram cerca de 68% do consumo total de energia, enquanto o transporte público consumiu 32% da energia total (ANTP, 2007).

Dados da Pesquisa Origem-Destino Domiciliar de Belo Horizonte de 2001, publicada pela Fundação João Pinheiro (FJP, 2004), indicam que o tempo médio de viagem do morador da Região Metropolitana de Belo Horizonte é de 46 minutos. Para viagens na região que têm como modo principal o trem metropolitano, o tempo médio de viagem é de 54 minutos em média. Na RMBH, 8,3% das viagens realizadas por ônibus como modo principal duravam em média 124 minutos. Para o morador do município sede, o tempo médio de viagem era de 38 minutos; do total de viagens, 54% duravam em média de 31 minutos de duração; outros 37%, entre de 41 e 60 minutos de duração; e 9% das viagens, entre 72 e 91 minutos. A considerar que a duração média das viagens por automóvel em Belo Horizonte era de 20 minutos, o que

se percebia era que havia grande variação do tempo de viagem, o qual era, e ainda é, bastante influenciado pelo modo de transporte principal utilizado. Nesse sentido, a qualidade do serviço de transporte público ofertado é fundamental para entender o comportamento dos usuários, conforme será examinado na próxima seção.

2.3 Qualidade dos serviços de transporte público

Os sistemas de transporte consomem cada vez mais tempo, energia, espaço e recursos financeiros. Segundo a ANTP, em 2007, os sistemas de ônibus municipal ou metropolitano responderam por cerca de 44% dos deslocamentos motorizados nos municípios brasileiros com mais de 60 mil habitantes. As políticas de mobilidade, isoladamente, não são suficientes para aumentar a qualidade dos sistemas de transporte, cada vez mais afetados por externalidades.

Crespo (2008) informa que um estudo realizado pelo Citigroup⁵ em 2008 concluiu que o trânsito gera uma perda de 5% na produtividade do Brasil. O estudo reúne dados da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (Cepal), da UITP, de instituições estatais dos países analisados e do próprio Citigroup. A produtividade é dada pela relação entre quanto se produz e quanto se gasta na produção. Se um entregador, por exemplo, é capaz de fazer um serviço em 20 minutos quando não há trânsito, mas leva 40 minutos em momento de tráfego intenso, diz-se que, nesse caso, a produtividade cai à metade devido ao congestionamento.

Cada viagem urbana de um morador da cidade de São Paulo levava 44 minutos em média no ano de 2001, quando a UITP fez um levantamento sobre o tempo de deslocamento nas grandes cidades do mundo (Crespo, 2008). A capital paulista ficou em situação pior que a da Cidade do México, no México (onde a viagem levava cerca de 40 minutos, em média), Santiago, no Chile (pouco mais de 30 minutos), e do Rio de Janeiro, em Brasil (perto de 25 minutos). Segundo a mesma pesquisa, despendiam-se entre 20 e 25 minutos por viagem em Londres (Inglaterra) e em Nova Iorque (Estados Unidos) e entre 15 e 20 minutos em Paris (França) e Berlim (Alemanha).

⁵ O Citigroup, com sede na cidade de Nova Iorque, é a maior empresa do ramo de serviços financeiros do mundo.

O tempo que se gasta em viagens urbanas tem crescido nas grandes cidades em virtude do crescimento acelerado e do aumento das taxas de motorização. Soma-se a isso a dificuldade dos gestores em prover infraestruturas adequadas e em definir políticas de transporte que privilegiem modos públicos em detrimento dos modos privados de transporte.

Outro parâmetro de qualidade que merece especial atenção relaciona-se com o conforto dos usuários dado pelas taxas de ocupação, ou número de pessoas ocupando determinada área disponível. Esse parâmetro pode ser observado na ocupação dos veículos, das plataformas de embarque e das áreas de circulação de pessoas. Moscarelli (2009) exibe uma representação de três níveis de conforto apresentados aos usuários em uma pesquisa junto aos usuários, conforme FIG. 10. Em um guia publicado pelo Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura de Minas Gerais (CREA-MG, 2006), tem-se que o nível de serviço de uma área de trânsito de pedestres exprime de maneira quantitativa a fluidez, a segurança, o conforto e a liberdade de deslocamentos e dos movimentos do pedestre. O nível de serviço é definido a partir da análise da área disponível para cada pessoa em determinado instante de tempo e pelas características dos conflitos e pontos de atrito existentes. Melhores condições de circulação estariam relacionadas à desobstrução e maximização das áreas disponíveis para o deslocamento de pessoas. O nível de serviço, por sua vez, é dado pelo número de pedestres em determinada área por unidade de tempo (volume/m²/minuto). A FIG. 11 permite identificar os níveis de serviço A, B, C, D, E e F.

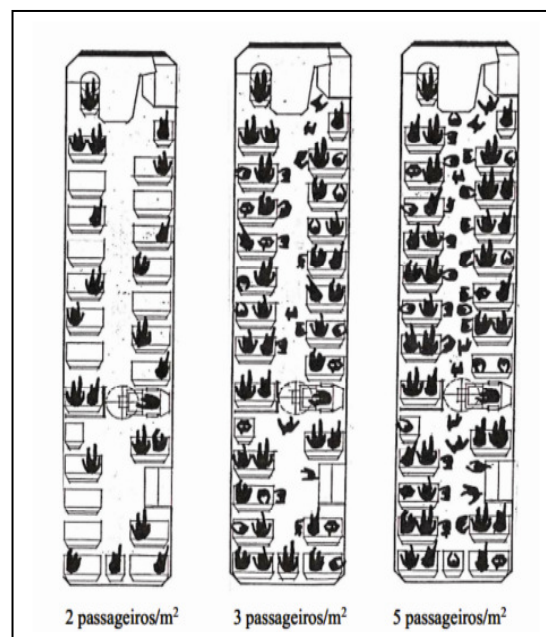


FIGURA 10 - Representação de três níveis de conforto em sistema BRT
Fonte: MOSCARELLI, 2009, p. 73.

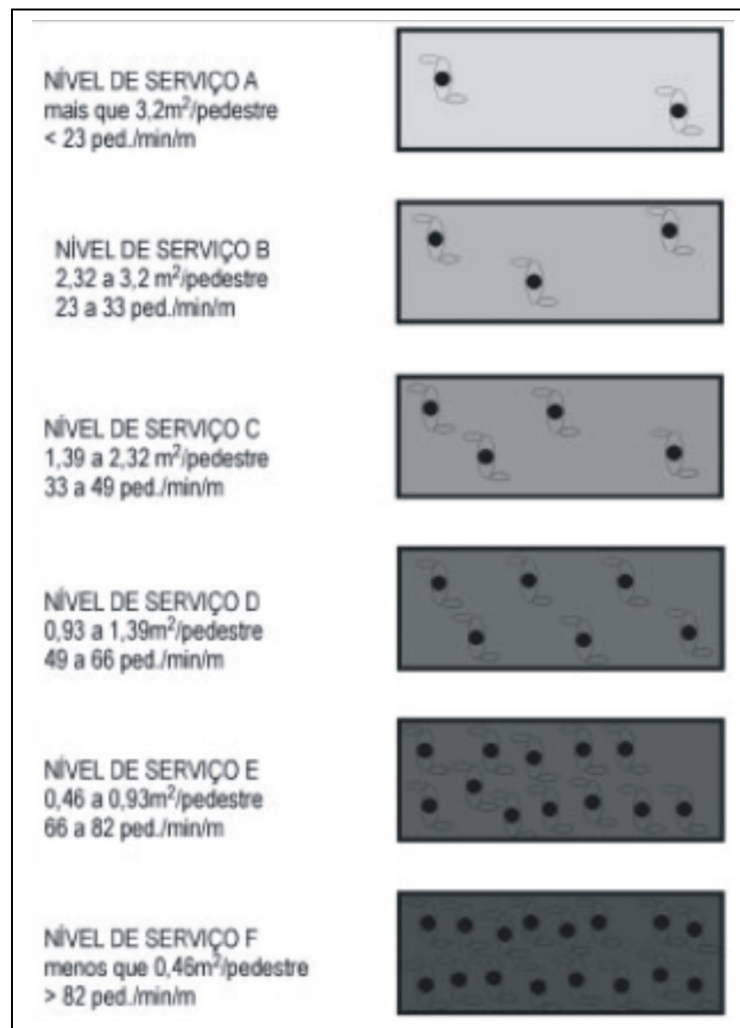


FIGURA 11 - Níveis de serviço para áreas de deslocamento de pedestres
Fonte: CREA, 2006.

INECO (1999) apresenta parte dos estudos de Fruin, que ao desenvolver o *Planning and Design for Pedestrian* (1971), Planejamento e *Design* para Pedestres, apresenta os estudos relativos à circulação de pedestres, inclusive em áreas de espera como plataformas e estações do transporte público. Os parâmetros consideravam, além das características antropométricas, as condições de circulação e os fatores psicológicos das pessoas em aglomerações. O autor definiu seis níveis de padrão e conforto para pessoas paradas ou em filas, estabelecendo a área disponível por pessoa e as condições de conforto e segurança (cf. QUADRO 2).

QUADRO 2 - Nível de serviço para pessoas paradas ou em filas

| Nível de Serviço | Discriminação | Área/Pedestre (m ² /pessoa) | Densidade (pessoas/m ²) |
|------------------|--|--|-------------------------------------|
| A | Zona de circulação livre. Espaço suficiente para pessoas paradas e para eventual circulação através de aglomeração sem perturbar os outros. Aplica-se para saguões de passageiros. | $\geq 1,21$ | $\leq 0,83$ |
| B | Zona de circulação restrita. Espaço suficiente para pessoas paradas, com circulação restrita, mas sem perturbar os outros. Aplica-se para plataformas ferroviárias e saguões de passageiros. | 0,93 a 1,21 | 0,83 a 1,11 |
| C | Zona de contorto pessoal. Espaço suficiente para pessoas paradas. A circulação é restrita e só é possível perturbando os outros. Dentro dos limites de conforto pessoal. Aplica-se para áreas de venda de bilhetes com filas ordenadas. | 0,65 a 0,93 | 1,11 a 1,43 |
| D | Zona de não contato. Espaço suficiente para ficar parado sem contato pessoal com outros, mas com a circulação bastante restrita. Movimento só é possível em grupo. Aplica-se para filas em escadas rolantes. Não é recomendável para longos períodos de espera. | 0,28 a 0,65 | 1,43 a 3,33 |
| E | Zona de contato. É impossível evitar contato entre as pessoas. A circulação através da aglomeração é impossível. A permanência só é possível por curtos períodos sem desconforto físico e psicológico. Aplicação para elevadores. | 0,17 a 0,28 | 3,33 a 5 |
| F | Elipse do corpo. O espaço disponível é aproximadamente ao do corpo humano. O contato bem próximo com os outros é inevitável, com desconforto físico e psicológico. A circulação é impossível. Para multidões, existe o potencial de pânico. Aplicação não recomendada. | $\leq 0,17$ | ≥ 5 |

Fonte: FRUIN, 1971 (*apud* INECO, 1999, p. 184).

A análise do QUADRO 2 permite identificar que o nível de serviço B é indicado para plataformas de embarque de passageiros fechadas. A área de 0,93 a 1,21 m² por pessoa seria suficiente para abrigar as pessoas paradas, com circulação restrita, mas sem perturbar os outros. A densidade equivalente seria de 0,83 a 1,11 pessoas por m². Densidades um pouco superiores (de 1,11 a 1,43 pessoas por m²) implicariam em circulação mais restrita e só possível perturbando os outros. Densidades mais altas (1,43 a 3,33 pessoas por m²) implicariam em espaço suficiente para ficar parado sem contato pessoal com outros, mas com a circulação bastante restrita. Nesse caso, o movimento só é possível em grupo. Uma

densidade ainda mais alta (3,33 a 5 pessoas por m²) implicaria na impossibilidade de evitar-se contato entre as pessoas, com circulação através da aglomeração impossível.

Fruin (1971 *apud* INECO, 1999) também apresenta os níveis de serviço para pedestres caminhando (*cf.* QUADRO 3).

QUADRO 3 - Nível de serviço para pessoas caminhando

| Nível de Serviço | Discriminação | Área/Pedestre (m ² /pessoa) | Fluxo (ped/min/m) |
|------------------|---|--|-------------------|
| A | Há livre circulação de pedestres. Liberdade de ultrapassagem e de velocidade. São possíveis fluxos em todas as direções, inclusive fluxo oposto e cruzado, com o mínimo de restrições ou inconvenientes. Aplica-se em edifício ou praças públicas, sem picos de horário significativos. | ≥ 3,25 | < 23 |
| B | Densidade um pouco maior que a anterior, mas a circulação de pedestres ainda é feita dentro da área de conforto pessoal. Há liberdade de ultrapassagem, mas o fluxo em sentido oposto encontra pequena dificuldade e há restrições ao fluxo cruzado. Aplica-se em terminais de transporte com picos horários não severos. | 2,32 a 3,25 | 23 a 33 |
| C | Há maior densidade e as velocidades são restringidas, devendo ser ajustadas a fim de se evitarem conflitos. Fluxos em sentido oposto ou cruzados com restrições, alta possibilidade de conflitos e inconvenientes. Aplica-se em terminais de transporte com picos horários severos. | 1,39 a 2,32 | 33 a 49 |
| D | Dificuldade de ultrapassar os pedestres mais lentos, velocidade normal reduzida. Fluxo em sentido oposto com severas restrições e vários conflitos. Anda-se aos esbarrões e há restrições ao fluxo cruzado. Aplica-se em edifícios públicos com fluxos mais adensados. | 0,93 a 1,39 | 49 a 66 |
| E | Não há possibilidade de ultrapassagem. É difícil o fluxo oposto e cruzado. O contato entre as pessoas é inevitável. Aplica-se em saídas de estádios. | 0,46 a 0,93 | 66 a 82 |
| F | Caminha-se por empurrões. A velocidade depende dos que vão na frente. Impossível fluxo no sentido oposto ou cruzado. | < 0,46 | > 82 |

Fonte: FRUIN (1971 *apud* INECO, 1999, p. 185).

A análise do QUADRO 3 permite identificar ainda que o nível de serviço B é indicado para áreas de circulação entre plataformas de embarque de passageiros fechadas. A área de 2,32 a 3,25 m² por pessoa seria suficiente para a circulação de pedestres dentro da área de conforto pessoal. Nessas condições, há liberdade de ultrapassagem, mas o fluxo em sentido oposto encontra pequena dificuldade e há restrições ao fluxo cruzado. O fluxo equivalente seria de 23 a 33 pedestres por minuto por metro. Densidades um pouco superiores (de 1,39 a 2,32 m² por pessoa) implicariam em circulação mais restrita e só possível perturbando os outros. Densidades mais altas (0,93 a 1,39 m² por pessoa) implicariam velocidades restringidas, devendo ser ajustadas a fim de se evitarem conflitos. Os fluxos em sentido oposto ou cruzados apresentam restrições, com alta possibilidade de conflitos e inconvenientes. Essas densidades aplicariam-se em terminais de transporte com picos horários severos. Densidades ainda mais altas (0,46 a 0,93 m² por pessoa) implicariam em impossibilidade de ultrapassagem, com dificuldades do fluxo oposto e cruzado. O contato entre as pessoas nessa condição seria inevitável.

Para fins de dimensionamento de estações de transferência, o *Manual de BRT - Bus Rapid Transport* (WRIGHT; HOOK, 2008) define que passageiros geralmente não ficam confortáveis em espera se ficarem restritos a uma área menor que um terço de metro quadrado por passageiro. O nível de serviço mínimo para definir a capacidade de passageiros em espera seria então de 3 passageiros em pé / m². Dentro dos ônibus, o nível de serviço pode ser bastante variável, com forte componente cultural, uma vez que depende da aceitabilidade das pessoas em ter um certo contato físico umas com as outras. Em alguns lugares, o arranjo bem apertado pode ser aceitável, como em Bogotá, onde o serviço troncal é especificado com 7 passageiros/m² (WRIGHT; HOOK, 2008).

A legislação brasileira estabelece que os usuários dos serviços públicos têm o direito de receber um “serviço adequado”. O art. 6º da Lei 8.987/1995, em Brasil (1995), define que serviço adequado “é o que satisfaz as condições de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia na sua prestação e modicidade das tarifas”.

A legislação brasileira estabelece que os usuários dos serviços públicos têm o direito de receber um “serviço adequado”. O art. 6º da Lei 8.987/1995, em Brasil (1995), define que

serviço adequado “é o que satisfaz as condições de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia na sua prestação e modicidade das tarifas”.

Ferraz (1990) apresenta alguns atributos de qualidade para os sistemas de transporte público:

- **Acessibilidade:** a maioria dos passageiros percebe a distância de caminhada até o ponto de embarque como um atributo importante da qualidade do serviço, com menores deslocamentos associados a um transporte público melhor. A percepção não é relacionada diretamente à extensão do deslocamento, mas ao número de quadras a se caminhar;
- **Direitura da rota:** o usuário considera que quanto mais direta a rota entre a origem e o destino da viagem, melhor o serviço de transporte. Desvios no percurso são observados pelo usuário como fatores de diminuição da qualidade do serviço;
- **Confiabilidade:** a capacidade do sistema de realizar e manter seu funcionamento em circunstâncias de rotina, bem como em circunstâncias inesperadas, é avaliada como parâmetro de qualidade do sistema. Os descumprimentos dos horários podem ser ocasionados por diversos fatores, como acidentes de trânsito, falhas mecânicas nos veículos, congestionamentos e atrasos nas operações de embarque e desembarque;
- **Frequência:** o número de viagens realizadas em determinado intervalo de tempo é outro atributo de qualidade considerado, sendo que, quanto maior o número de viagens, maior a qualidade do sistema. Serviços de transporte que oferecem maior frequência na prestação dos serviços possibilitam menor tempo de espera;
- **Lotação:** a ocupação dos veículos é dada pelo número de passageiros transportados, sendo usualmente maior nos horários de pico de operação. A ocupação dos veículos por passageiros em pé é dada pelo número de passageiros transportados por metro quadrado de área disponível, sendo que, quanto maior a lotação de passageiros transportados em pé, pior é a qualidade do serviço percebida. Os usuários habituais dos períodos de pico são menos sensíveis a lotação dos ônibus do que os usuários típicos de outros períodos;
- **Características dos veículos:** influem no grau de satisfação dos usuários o estado de conservação, a limpeza, o ruído, o número de portas e o aspecto visual dos veículos;
- **Sistema de apoio:** trata-se basicamente dos sistemas de comunicação e sinalização, como indicação adequada nos pontos de parada, divulgação dos quadros de horário,

mapas de trajeto e arredores, além da existência de abrigos nos pontos de embarque e desembarque; e

- Conectividade: caracteriza o nível de facilidade dos usuários em realizar deslocamentos e depende dos traçados das linhas e da possibilidade de realizar trocas entre elas.

Ressalta-se que a conectividade é particularmente importante nos sistemas tronco-alimentados. Segundo a ANTP (1999), a troncalização dos sistemas é ferramenta importante para: (i) otimizar os recursos utilizados no transporte; (ii) aumentar a acessibilidade da população; (iii) racionalizar o uso do espaço viário; e (iv) melhorar a qualidade de vida e a preservação ambiental.

A troncalização dos sistemas pressupõe a criação de sistemas alimentadores integrados, implicando transbordo e troca entre sistemas para complementação das viagens. Barra (2011) examinou os impactos causados pela realização de transbordos aos usuários do sistema integrado de transporte público por ônibus de Belo Horizonte. O trabalho obteve fortes evidências de que o sistema integrado era muito bem aceito por parte da população e foi mais bem avaliado que o sistema convencional de linhas diretas. O mesmo estudo, no entanto, concluiu que a necessidade de realizar uma segunda baldeação para chegar ao destino final é percebida como penalização, evidenciando a necessidade de maior penetração nas principais regiões de destino para evitar a o segundo transbordo.

Podem-se fazer algumas considerações sobre o quesito distância de caminhada até o ponto de embarque no sistema de transporte por ônibus de Belo Horizonte, que se encontra sob concessão pública e é gerenciado pela Empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte S/A (BHTRANS), empresa subordinada à Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Os contratos de concessão (BELO HORIZONTE, 2008) definem como parâmetro da cobertura espacial da rede de transporte a distância de caminhada até o ponto de embarque e desembarque ou ponto de controle, que pode variar de 300 metros nos trechos com inclinação de 10° até 600 metros para caminhadas em trecho com declividade inferior a 10°.

Ferraz e Torres (2001) defendem treze fatores principais que influem na qualidade do transporte público urbano:

- (i) Acessibilidade: facilidade de chegar ao local de embarque/desembarque;
- (ii) Condições das calçadas, iluminação pública, segurança etc.;
- (iii) Frequência de atendimento: intervalo de tempo de espera dos usuários no ponto de embarque;
- (iv) Tempo de viagem: tempo despendido no interior do veículo, o que depende da velocidade média do transporte e da distância entre os locais de embarque/desembarque;
- (v) Lotação: quantidade de passageiros no interior dos coletivos;
- (vi) Confiabilidade: pontualidade (cumprimento dos horários) e efetividade (porcentagem de viagens programadas realizadas);
- (vii) Segurança: frequência de acidentes envolvendo os veículos de transporte coletivo;
- (viii) Características dos veículos: tecnologia e estado de conservação dos veículos;
- (ix) Características dos locais de parada: sinalização adequada e abrigos com existência de cobertura e banco para sentar;
- (x) Sistema de informações: folhetos com itinerários e horários das linhas, visualização dos números e nome das linhas e sistema de reclamação e sugestão;
- (xi) Transbordabilidade: existência de integração física e tarifária para viagens com necessidade de transbordo;
- (xii) Comportamento dos operadores: empatia dos motoristas e cobradores para com os usuários do sistema; condutores habilidosos e cautelosos; e
- (xiii) Estado das vias: vias pavimentadas e sinalizadas adequadamente.

Pesquisas de opinião junto aos usuários são importantes instrumentos de avaliação do serviço prestado. A última pesquisa realizada pela BHTRANS foi executada em Gauss (2011). Foram realizadas entrevistas em domicílios das nove regiões administrativas da cidade, com amostras estatisticamente válidas. As entrevistas foram realizadas com usuários frequentes dos serviços de transporte público, pessoas que utilizam o transporte público esporadicamente e outras que nunca o utilizam.

Os resultados da pesquisa indicam seis modos de transporte predominantes: os deslocamentos a pé, o transporte por ônibus, o transporte por automóvel, o transporte suplementar, trem/metrô e motocicleta. O transporte a pé (caminhadas por mais de 500 m ou acima de 15

minutos), com 38,7%, e o transporte por ônibus, com 38,5%, foram os modos mais representativos. O automóvel foi citado como meio de transporte por 30,2% das pessoas. Um total de 11,1% dos entrevistados respondeu nunca utilizar o transporte coletivo por ônibus.

A avaliação do transporte coletivo por ônibus é significativamente negativa, com representatividade homogeneamente distribuída nas nove regiões administrativas do município. O GRAF. 1 mostra que, em 2011, 45,7% dos entrevistados avaliaram o transporte como péssimo ou ruim. Somando a esse número os entrevistados que consideraram o transporte como regular negativo, o total de entrevistados que avaliaram negativamente o transporte coletivo por ônibus ultrapassou 60%.

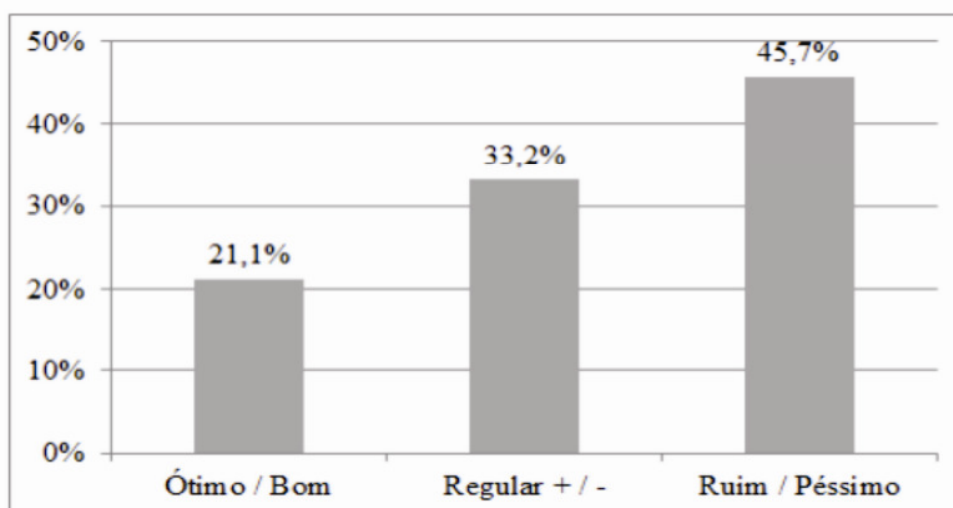


GRÁFICO 1 - Avaliação geral do transporte coletivo

Fonte: BHTRANS – Pesquisas realizadas com moradores de Belo Horizonte (GAUSS, 2011, p. 121).

O transporte coletivo por ônibus é avaliado mais negativamente nos finais de semana, quando é avaliado por 73,1% dos entrevistados como “péssimo”, “ruim” ou “regular negativo”. De modo geral, sem tomar os fins de semana em particular, um total de 62,9% de entrevistados considera o serviço coletivo como “péssimo”, “ruim” ou “regular negativo”.

Avaliando a série histórica desde 2001, verifica-se que, a partir de 2008, passou a existir um aumento considerável no percentual de usuários que avaliaram o transporte coletivo como ruim ou péssimo. Os percentuais se mantiveram estáveis no patamar de cerca de 70,0%, com o maior índice de avaliação negativa (81,0%) sendo registrado em 2010 (cf. GRAF. 2).

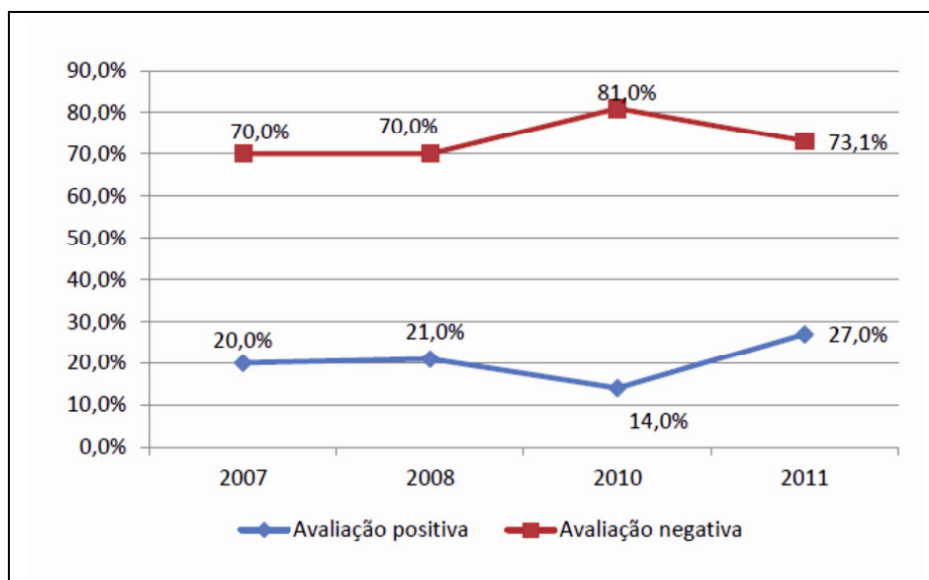


GRÁFICO 2 - Avaliação do transporte coletivo nos finais de semana X Ano da pesquisa
 Fonte: BHTRANS – Pesquisas realizadas com moradores de Belo Horizonte (GAUSS, 2011, p. 40).

Como aspecto negativo do transporte coletivo por ônibus foram apontadas a lotação (quantidade de passageiros nos coletivos), com 76,1%, e a frequência (quadro de horários), considerada insuficiente por 51,8% da amostra.

Os resultados da avaliação do transporte coletivo por ônibus também foram apresentados por regional, como demonstra a TAB. 1. Podemos identificar que a melhor avaliação para o transporte público foi detectada na regional Pampulha.

TABELA 1 - Avaliação geral do transporte coletivo por regional, Belo Horizonte, 2011

| Região Administrativa | Avaliação | | | | | |
|-----------------------|--------------|--------------|------------------|------------------|--------------|-------------|
| | Péssimo | Ruim | Regular Negativo | Regular Positivo | Bom | Ótimo |
| Centro-Sul | 24,6% | 22,6% | 13,1% | 22,2% | 17,2% | 0,3% |
| Leste | 18,0% | 24,8% | 19,0% | 21,7% | 15,6% | 0,9% |
| Noroeste | 20,4% | 23,7% | 21,4% | 14,7% | 18,0% | 1,8% |
| Pampulha | 17,8% | 19,0% | 14,5% | 21,1% | 25,2% | 2,4% |
| Nordeste | 22,0% | 26,6% | 15,0% | 13,2% | 21,6% | 1,6% |
| Norte | 27,8% | 20,4% | 11,8% | 16,9% | 22,0% | 1,1% |
| Venda Nova | 21,3% | 21,1% | 19,9% | 14,4% | 20,5% | 2,8% |
| Barreiro | 29,0% | 21,5% | 14,9% | 10,5% | 22,9% | 1,2% |
| Oeste | 25,1% | 23,0% | 21,8% | 12,9% | 15,7% | 1,5% |
| Geral | 22,9% | 22,8% | 17,2% | 16,0% | 19,6% | 1,5% |

Fonte: GAUSS, 2011.

O GRAF. 3 ilustra os resultados da pesquisa no que se refere à avaliação do usuário do transporte nos finais de semana. Nota-se uma queda significativa das avaliações “bom / ótimo” de 2007 para 2008 (de 36% para 12%). No mesmo período, as avaliações “ruim / péssimo” subiram de 19 para 42%. O único fator de mudança no sistema identificado no período foi a mudança dos consórcios operadores do sistema municipal, que celebraram contrato com a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte no início de 2008.

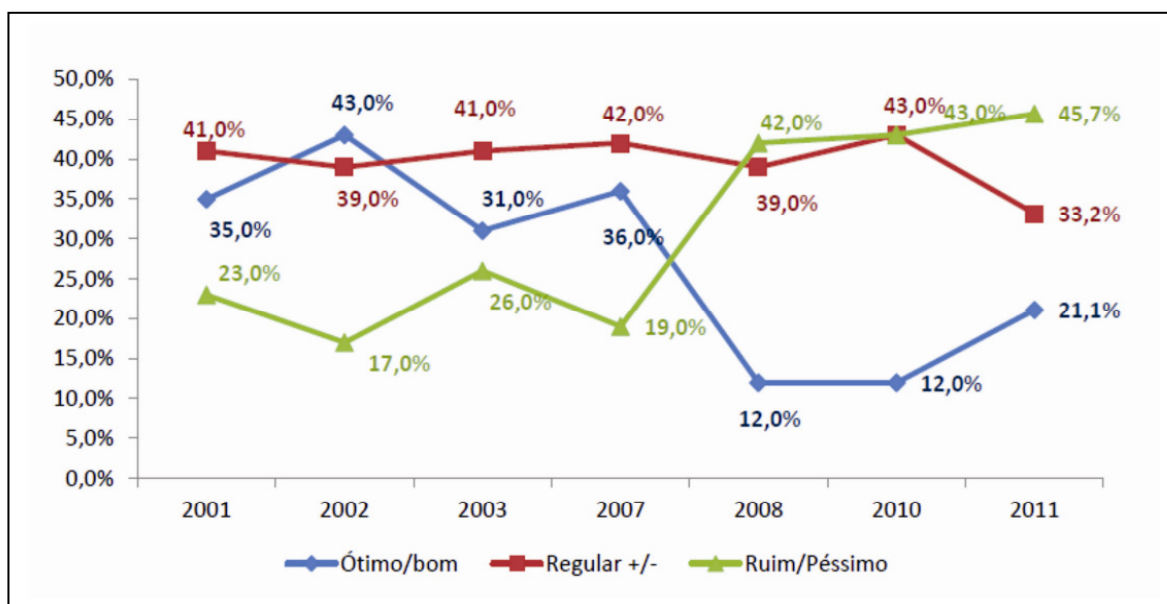


GRÁFICO 3 - Avaliação do transporte coletivo nos finais de semana

Fonte: BHTRANS – Pesquisas realizadas com moradores de Belo Horizonte (GAUSS, 2011, p. 39).

Com perguntas de preferência declarada, os entrevistados opinaram sobre os principais pontos positivos e negativos do transporte coletivo por ônibus. Receberam consideráveis avaliações negativas os seguintes aspectos: (i) lotação / quantidade de passageiros dentro do ônibus, com 61,3% de avaliação negativa; (ii) tempo de viagem, com 44,9% de avaliação negativa; (iii) tempo de espera no ponto, com 56,5% de avaliação negativa; e (iv) educação/preparo de motoristas e colaboradores, com 16,6 % de avaliação negativa (cf. TAB. 2).

TABELA 2 - Avaliação do transporte coletivo por ônibus em Belo Horizonte

| Parâmetro | Avaliação | | | | | | | | |
|---|-----------|-------|------------------|------------------|-------|-------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | Péssimo | Ruim | Regular negativo | Regular positivo | Bom | Ótimo | Não sabe / não respondeu | Total Avaliações negativas | Total avaliações positivas |
| A lotação / quantidade de passageiros dentro dos ônibus | 37,2% | 24,1% | 15,5% | 14,4% | 7,5% | 1,1% | 0,2% | 61,3% | 8,5% |
| O tempo de viagem | 20,9% | 24,0% | 16,8% | 18,7% | 18,4% | 0,9% | 0,3% | 44,9% | 19,3% |
| O tempo de espera no ponto | 30,4% | 26,0% | 16,4% | 13,6% | 12,6% | 0,7% | 0,3% | 56,5% | 13,3% |
| A educação / preparo de motoristas e operadores | 8,8% | 7,9% | 12,2% | 27,2% | 39,1% | 3,8% | 1,0% | 16,7% | 42,9% |

Fonte: Instituto Gauss, 2011, p.76.

A FIG. 12 mostra os indicadores citados por Ferraz e Torres (2001) como sendo os principais critérios de avaliação da qualidade no transporte público urbano, na visão do usuário..

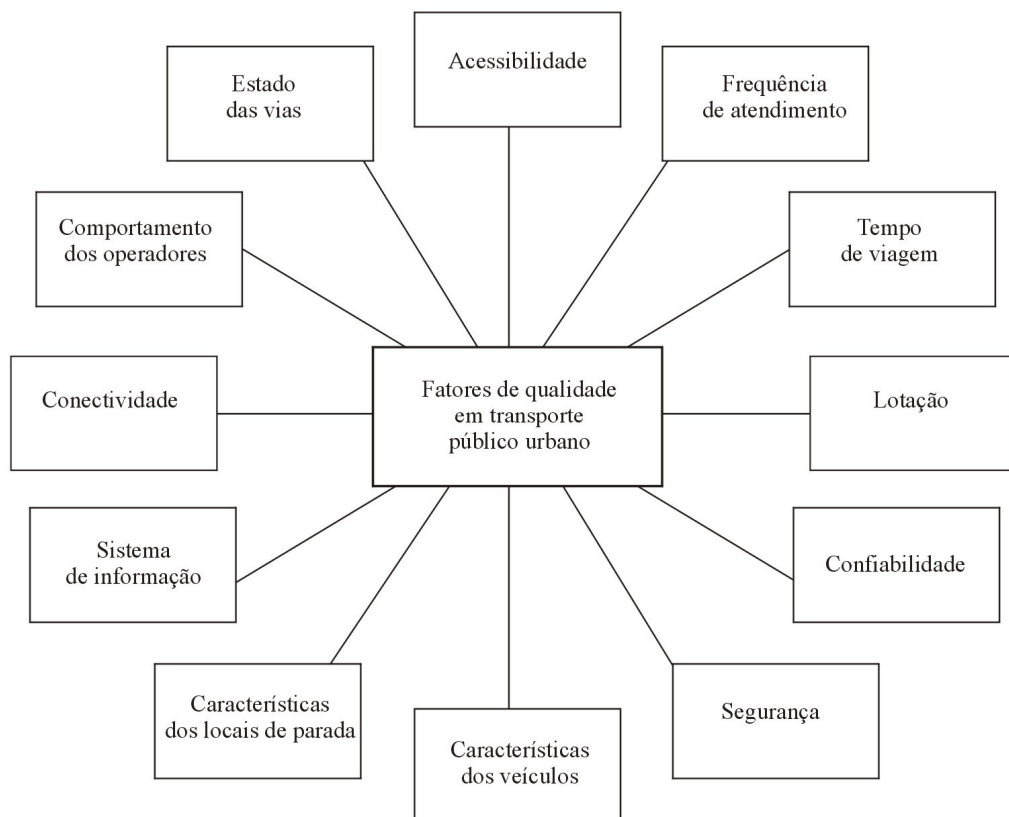


FIGURA 12 - Indicadores de qualidade no transporte público urbano
Fonte: Ferraz e Torres, 2001.

O parâmetro preço não surge como um dos quesitos de qualidade do sistema, mesmo considerando que os custos com transporte têm impactos significativos sobre o orçamento das famílias de baixa renda. Gomide (2003) analisa que o transporte pode influenciar nas decisões de moradia dos mais pobres, uma vez que os mais ricos podem adaptar seus meios de transporte em função da localização de suas residências e do trabalho. De acordo com o autor, a ocupação das periferias urbanas aumenta consideravelmente a necessidade de transporte e a oferta dos serviços públicos não atende adequadamente à demanda. Esse processo de urbanização segrega espacialmente os mais pobres, cada vez mais limitados em suas condições de mobilidade. Rolnik (1999) defende que a exclusão social divide a cidade entre a porção formal, dotada de infraestrutura, ocupada pela população rica, e a cidade ilegal, caracterizada pela baixa oferta de serviços públicos e precariedade da infraestrutura. Gomide (2003) ressalta ainda a associação estreita entre mobilidade e renda, sendo que o número de viagens por dia por habitante cresce de acordo com a renda.

Ferraz e Torres (2004) examinam a função e os atributos do transporte público, conforme apresentado no QUADRO 4.

QUADRO 4 - Funções e atributos do transporte público

| FUNÇÃO | DESCRIÇÃO |
|--|---|
| Ter menor custo | Ser o modo motorizado de transporte acessível à população de baixa renda. |
| Contribuir para a democratização da mobilidade | Ser a forma de locomoção para aqueles que não utilizam automóvel, não podem dirigir ou não querem. |
| Ser alternativa de substituição do automóvel | Reduzir impactos negativos do transporte individual: congestionamento, poluição, consumo desordenado de energia, acidentes de trânsito. |
| Ser alternativa ao automóvel | Diminuir a necessidade de investimento na ampliação do sistema viário, estacionamentos, sistemas de controle de tráfego permitindo maiores aportes de recursos em setores de maior importância social: saúde, habitação e educação. |
| Proporcionar | Uso mais racional e humano do solo nas cidades. |
| Ser | Um elemento ordenador do território das cidades. |

Fonte: FERRAZ; TORRES, 2001.

As estratégias de implantação devem considerar ainda o fator de economicidade. Comparativos de custo energético têm sido considerados como fator preponderante nas

escolhas dos modos de transporte de carga em todo o mundo, inclusive na indústria brasileira. No entanto, quando se trata de transporte de passageiros, o custo energético parece ser um fator secundário na escolha do modo de transporte de massa nas grandes cidades, principalmente nos países em desenvolvimento. Muitas cidades experimentam um crescimento considerável, muitas vezes desordenado, demandando novas soluções de transporte de massa.

Villavicencio, Bodmer e Martins (2006) observaram que, no processo de escolha de modo de transporte, os usuários de serviços de transporte urbano são influenciados por quatro fatores – necessidades, tempo, custos e conveniência origem e destino –, em um sistema holístico exemplificado na FIG. 13. As necessidades do usuário são definidas pela aspiração do usuário de atingir um local (destino) a partir de outro (origem). A dimensão temporal relaciona-se ao espaço a ser percorrido a determinada velocidade de deslocamento e é um dos determinantes para a escolha do modo de transporte, sendo influenciada pela rotina, pelas necessidades diárias e por necessidades extraordinárias de deslocamento. Algumas das variáveis principais no processo de escolha de modo de transporte são o tempo de espera pelo transporte coletivo, o tempo de viagem, a frequência e o tempo de espera.

A dimensão dos custos considera que, ao contrário dos deslocamentos não motorizados, em que se tem um custo quase zero, no deslocamento motorizado se tem um custo associado a tempo e dinheiro gasto. Essa dimensão associa-se diretamente à tarifa e à qualidade do transporte em si, influenciando o preço que o usuário pode ou está disposto a pagar por determinado tipo de serviço.

A conveniência origem e destino é examinada como a escolha do serviço de transporte mais conveniente entre a origem e o ponto de destino da viagem. Esse aspecto é influenciado pela concorrência ou sobreposição de diferentes sistemas, que pode acontecer entre sistemas de um mesmo modo de transporte ou entre diferentes modos, como ônibus, metrô e táxi-lotação.

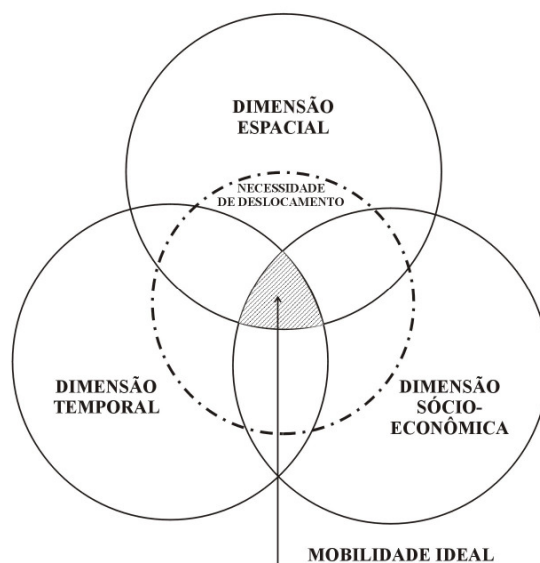


FIGURA 13 - Mobilidade e as dimensões básicas da escolha
 Fonte: VILLAVICENCIO; BODMER; MARTINS, 2006, p. 5.

Vasconcellos (2013) destaca que a escolha do modo de transporte acontece principalmente em função dos custos diretos e da avaliação do tempo de viagem.

Uma das características mais importantes das políticas públicas se refere aos sinais tangíveis e simbólicos que elas emitem para a sociedade. No caso da escolha dos modos de transporte a utilizar, a indicação dos custos da utilização é essencial para apoiar a definição das pessoas. É importante ressaltar que, embora os modos privados de transporte motorizado incorram em custos diretos (combustível e estacionamento) e indiretos (seguros, manutenção, impostos, depreciação), são os primeiros que impactam mais a escolha modal por parte das pessoas (muitas pessoas ignoram na prática os custos indiretos). Assim as pessoas de uma sociedade escolherão o modo a usar, principalmente em função dos custos diretos que elas percebem facilmente – combustível e estacionamento – mais a avaliação do tempo de viagem. (VASCONELLOS, 2013, p. 9)

2.4 Os serviços de BRT

Como alternativa de transporte de massa, muitas cidades têm visado a implantação do BRT (sigla em inglês para Bus Rapid Transit), um sistema rápido de transporte por ônibus em corredores exclusivos. No entanto, outros modos de transporte têm sido utilizados com sucesso em várias cidades, como sistemas de veículos leves sobre trilhos (VLT) e metrô subterrâneos.

Hidalgo (2005) examina a viabilidade de implantação de sistemas de transporte. Comparando principalmente sistemas de BRT e metrô, o autor observa que, para um intervalo de demanda

entre 20.000 e 40.000 passageiros/hora/sentido, pode-se escolher os dois modos. As diferenças de custos iniciais são altas, variando de 5 a 20 mil dólares americanos por quilômetro implantado de BRT contra 30 a 160 mil dólares americanos por quilômetro implantado de metrô. O autor pondera que a comparação de custos iniciais de implementação é incompleta, sendo necessário avaliar o custo de operação e manutenção. Contudo, essa comparação só é possível para um determinado nível de procura e de comprimento do corredor.

Realizando a simulação de custos para um corredor hipotético de 20 km de comprimento para um fluxo de 35.000 passageiros/hora, Hidalgo (2005) compara várias alternativas, que vão desde a “não fazer nada” até a implantação de faixas exclusivas de ônibus, *light rail*⁶, metrô e BRT. A FIG. 15, que resume os resultados de uma comparação, mostra que a opção de custo mais elevada é “não fazer nada”. Pode-se notar também que, examinando um cenário de 20 anos, as diferenças de custo são bem menos expressivas. Comparando-se as alternativas com o cenário “não fazer nada”, ou seja, sem qualquer alteração da infraestrutura, sem tratamento ou gestão operacional, as alternativas podem permitir economias de 31% (metrô), 39 % (pista exclusiva de ônibus), 41 % (*light rail*) e 56% (BRT), conforme apresentado na FIG. 16. O exemplo supõe que há substituição do total de ônibus que operam no corredor e há substituição total de infraestrutura e equipamentos no ano 10, nas opções de faixa exclusiva de ônibus e BRT. Comparando-se exclusivamente as alternativas metrô e BRT, tem-se um resultado em que o sistema metrô seria 36% mais caro para um cenário de 20 anos que um sistema de BRT (ou que o sistema BRT seria 57% mais barato que um sistema de metrô).

⁶ Bondes ou trens que operam com motor elétrico, segregação longitudinal (segregação vertical em alguns trechos).

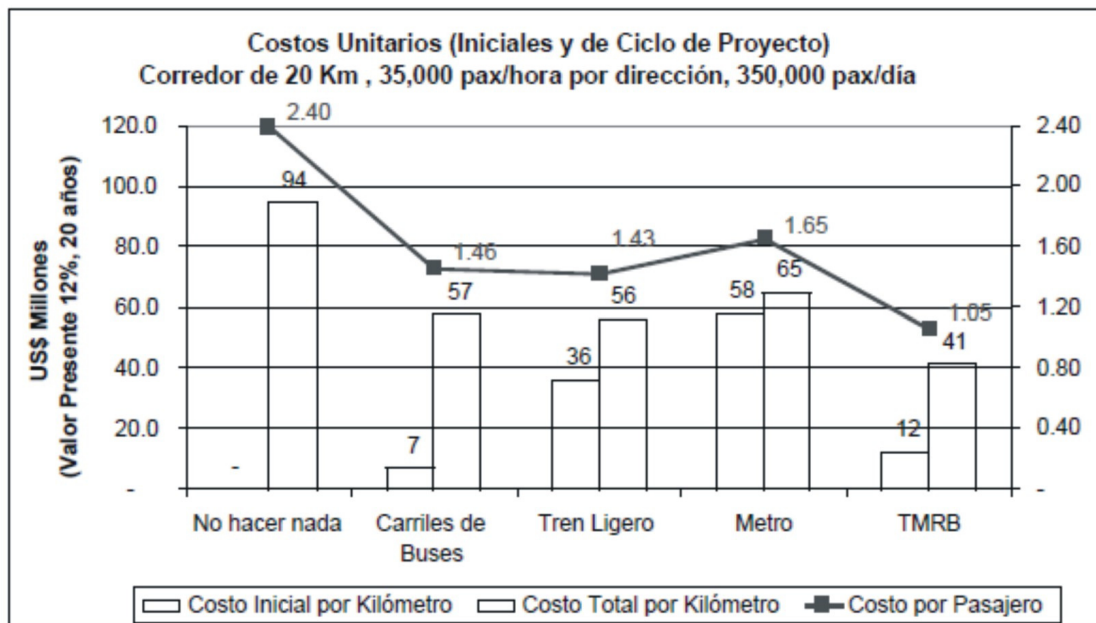


FIGURA 15 - Comparação de custos unitários entre alternativas – Ciclo de projeto de 20 anos
Fonte: HIDALGO, 2005, p. 98.

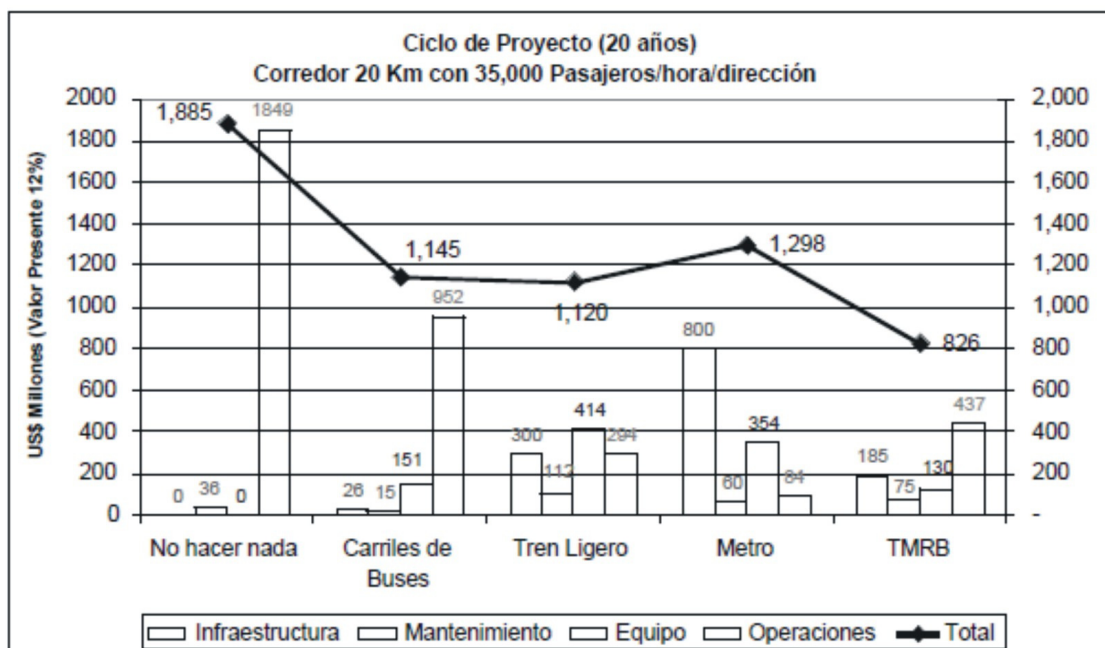


FIGURA 16 - Comparação de custos unitários entre alternativas – Ciclo de projeto de 20 anos
Fonte: HIDALGO, 2005, p. 98.

Castro (2008) apresenta um levantamento da capacidade de 55 sistemas de prioridade ao transporte público implantados em várias cidades do mundo, incluindo *light rail*, BRT e metrô, conforme indicado na FIG. 18. A capacidade máxima de um sistema de BRT é

indicada para o TransMilenio, o BRT de Bogotá, com cerca de 45.000 passageiros na hora mais carregada. A capacidade dos sistemas de metrô também variam, chegando a transportar 60 mil passageiros na hora mais carregada na cidade do Cairo, cerca de 75 mil em São Paulo e cerca de 80 mil na hora mais carregada em Hong-Kong.

A implantação do Sistema BRT TransMilenio, em Bogotá, mostrou que a combinação sistemática de múltiplas plataformas nas estações, vias de ultrapassagem, embarque em nível, embarque pré-pago, ônibus mais longos com várias portas, serviços expressos e serviços locais, bem como as medidas de engenharia de tráfego nos cruzamentos, permitiu um aumento muito grande de passageiros transportados. Algumas medições indicam o rendimento real de 43 mil passageiros por hora por sentido, com ônibus articulados de passageiros e com uma velocidade comercial de 22 a 24 km / h.

Até agora, o sistema de BRT de maior capacidade consegue atender aproximadamente 42.000 passageiros por hora por sentido (TransMilenio de Bogotá). Um sistema de BRT padrão, sem faixas de ultrapassagem para serviços expressos, proverá um máximo de, aproximadamente, 13.000 passageiros por hora por sentido. A maioria dos sistemas BRT de alta qualidade atinge velocidades comerciais médias de aproximadamente 23 a 39 km/h. (WRIGHT; HOOK, 2008, p. 4)

Na última pesquisa de opinião junto aos usuários realizada pela BHTRANS (GAUSS, 2011). solicitou-se aos entrevistados que avaliassem algumas possíveis modificações efetuadas no trânsito de Belo Horizonte. Em relação ao BRT, verificou-se que havia uma grande expectativa da população quanto a essa modalidade de transporte coletivo: 77,6% afirmaram que o trânsito melhora com o BRT, que também foi apontado por 48,1% da amostra como a primeira obra mais importante para melhoria do transporte e trânsito para a Copa do mundo de futebol de 2014. A segunda obra mais importante, apontada por 35,3%, foi a construção de novas linhas de metrô.

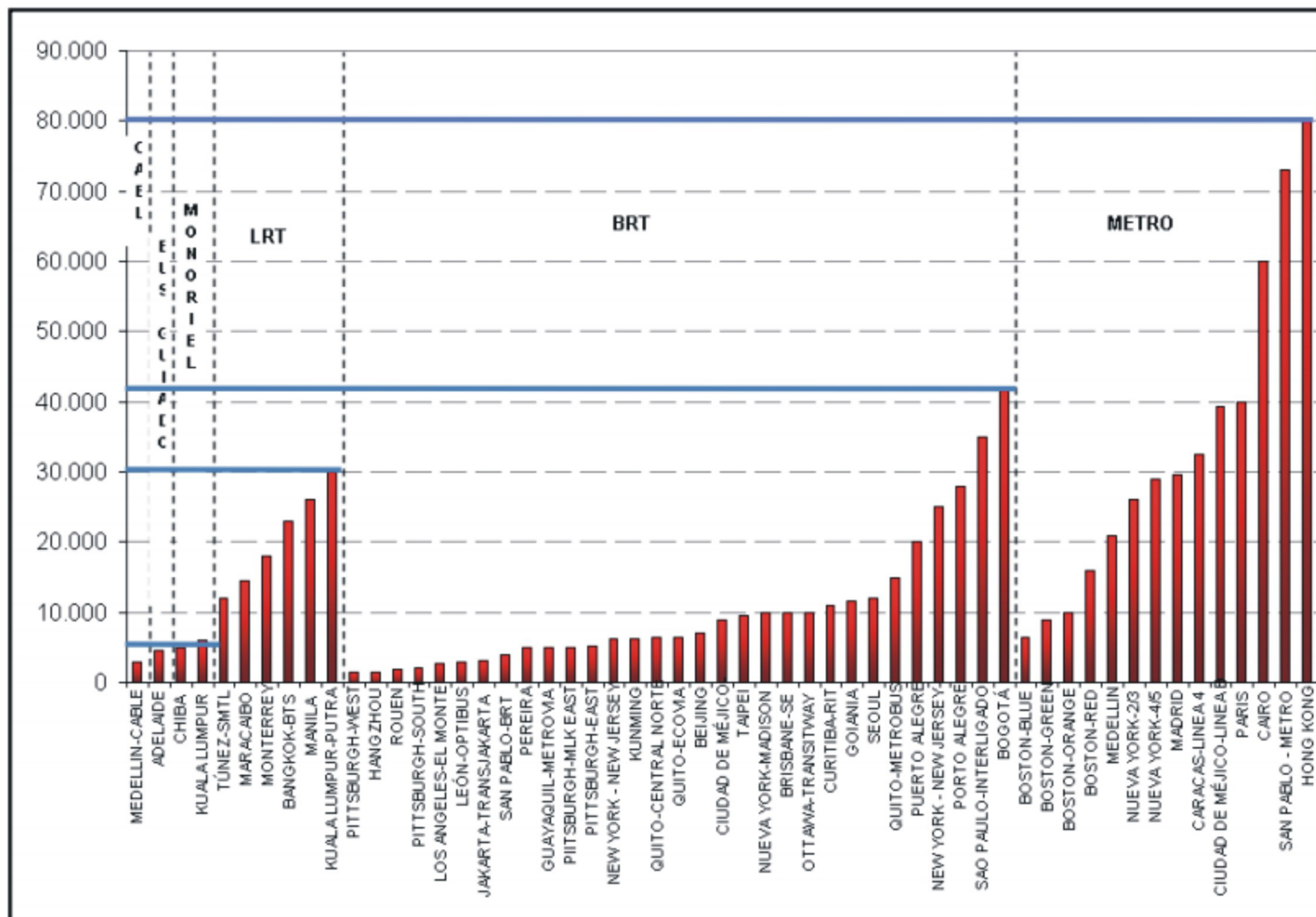


FIGURA 17 - Capacidade de sistemas de transporte (passageiros / hora pico)
 Fonte: CASTRO, 2013.

2.5 Aspectos a serem considerados na definição dos modos de transporte ofertados

A Política Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012) é orientada, dentre outras, pelas seguintes diretrizes:

- (i) integração com a política de desenvolvimento urbano e respectivas políticas setoriais de habitação, saneamento básico, planejamento e gestão do uso do solo no âmbito dos entes federativos;
- (ii) prioridade dos modos de transportes não motorizados sobre os motorizados;
- (iii) prioridade dos serviços de transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado;
- (iv) integração entre os modos e serviços de transporte urbano;
- (v) mitigação dos custos ambientais, sociais e econômicos dos deslocamentos de pessoas e cargas na cidade;
- (vi) incentivo ao desenvolvimento científico-tecnológico e ao uso de energias renováveis e menos poluentes; e
- (vii) priorização de projetos de transporte público coletivo estruturadores do território e indutores do desenvolvimento urbano integrado.

Existem algumas diretrizes que podem auxiliar ao planejamento integrado de transporte no atendimento a essas diretrizes, especialmente no que se refere às políticas de priorização do transporte público. Alguns dos principais atributos relacionados ao transporte público pelo usuário são conforto e conveniência. Constatam-se algumas medidas que podem ser consideradas de forma a tornar o transporte público mais atrativo ao usuário do transporte individual.

2.5.1 Park and ride

Lima Junior (2007) estudou a relação entre deslocamentos realizados com origem em estações do sistema de transporte coletivo de alta capacidade, de um lado, e a política e a qualidade de estacionamento disponível para os automóveis, de outro, junto às estações e no local de trabalho. Esse tipo de viagem, que envolve pelo menos dois deslocamentos – (i) um deslocamento de automóvel até uma área de estacionamento, em geral localizada junto a

estações de sistemas de transporte de alta capacidade; e (ii) outro deslocamento, realizado no próprio sistema de alta capacidade – é conhecido como *park and ride*.

Lima Junior (2007) examinou, em um estudo de caso, as características de estacionamento em estações, o padrão das viagens e o perfil do usuário que faz esta troca modal. Na escolha do tipo de deslocamento, verificou-se que a influência da diferença de tempo entre as viagens tem é mais significativa que a diferença de preço entre os estacionamentos junto à estação. A qualidade do estacionamento foi percebida como maior, tanto quanto mais próxima for sua localização da estação, provavelmente por proporcionar ao usuário, além de economia de tempo, mais comodidade e segurança.

Moscarelli (2009) analisou os estacionamentos dissuasórios como locais destinados à transferência do automóvel, que é um modo de baixa capacidade, para um modo de transporte de alta capacidade, em estações de integração. Segundo a autora, os estacionamentos dissuasórios são instrumentos de gerenciamento da demanda de transporte que têm como vantagem a manutenção da flexibilidade, contribuindo para atrair para o transporte público usuários do automóvel. A flexibilidade é dada pela característica do automóvel, cujas viagens apresentam maior liberdade de rotas e horários do que os trajetos do transporte público. Esse tipo de estacionamento é conhecido pelo termo em inglês *park and ride*. Outros modelos preveem a existência de vagas para embarque e desembarque de passageiros de automóvel junto às estações de transporte de alta capacidade, no modelo conhecido pelo termo em inglês *kiss and ride*. Estacionamentos dissuasórios são muito comuns nas cidades estadunidenses, devido ao padrão de desenvolvimento urbano, com ocupação mais espalhada em áreas residenciais suburbanas pouco adensadas. Moscarelli (2009) descreve que estacionamentos dissuasórios tiveram início informal na década de 1930 nos Estados Unidos, quando motoristas de automóvel estacionavam seus veículos junto a estações de trem para complementar suas viagens.

Spillar (1997) identificou sistemas de *park and ride* existentes desde o início da década de 1970 e constatou que essas áreas de estacionamento, planejadas e com capacidade de adequar-se à demanda futura, servem a muito mais do que uma simples transferência entre modos de transporte, promovendo o aumento a atividade nas áreas adjacentes aos estacionamentos e integrando essas áreas com a comunidade no entorno. Usuários de outros modos de transporte individuais e de baixa capacidade podem ser beneficiados por esse tipo de equipamento, tais

como ciclistas, pedestres, pessoas que se utilizam de carona e usuários de serviços seletivos para aeroportos. O autor abordou uma série de métodos para estimativa da demanda por esse tipo de integração e examinou uma diversidade de técnicas de estimativa de demanda *park and ride*, ponderando que cada técnica de previsão de demanda tem pontos fortes e fracos e que o planejador deve buscar um amplo conhecimento da área de estudo. Spillar (2007) aponta alguns dos principais benefícios associados à utilização de esquemas *park and ride*:

- a) Fornece capacidade adicional ao tráfego de uma região, sem necessidade de ampliação viária, uma vez que áreas que receberiam o tráfego de automóveis ficariam livres da circulação de parte desse tipo de veículo;
- b) Pode liberar áreas anteriormente utilizadas para o estacionamento de veículos para outro tipo de utilização, principalmente se houver políticas associadas de restrição ao estacionamento;
- c) Reduz congestionamento e poluição atmosférica, incentivando o uso do transporte público; e
- d) Tende a angariar simpatia dos motoristas por não ser uma medida impositiva, que pode inclusive contrabalançar outras medidas mais restritivas, como pedágios urbanos, restrição de circulação de automóveis e transferências compulsórias no transporte público, que é o modelo do sistema tronco-alimentador proposto para a bacia do corredor da Av. Antônio Carlos.

Bos e Molin (2006) sugerem que a aplicação de medidas combinadas para desencorajar o uso do carro em áreas urbanas congestionadas (*e.g.*, aumentando o preço dos estacionamentos nos centros urbanos) e de medidas de valorização dos transportes públicos de ligação e das áreas de estacionamento são eficazes para incentivar o uso do *park and ride*, tornando essa alternativa o mais atraente possível. Sherwin (1998) avalia que estacionamentos *park and ride* baseados em ônibus são uma ferramenta cada vez mais utilizada para o gerenciamento de tráfego (com o objetivo de interceptar o tráfego de carro na periferia das cidades, oferecem-se estacionamento e um serviço de ônibus direto para o centro). O autor discute as consequências da implantação desse tipo de estacionamento, concluindo que, além de representar uma alternativa ‘verde’, desestimulando o uso do automóvel e os congestionamentos do tráfego, trata-se de parte de uma estratégia integrada de transportes, que inclui medidas de restrição ao uso do automóvel, podendo acomodar o crescimento do tráfego na periferia e permitir que mais pessoas acessem as cidades de carro, trazendo mais negócios para aquela cidade. Além

disso, a adoção de esquemas *park and ride* tende a fomentar políticas de incentivo ao modo a pé e ao transporte público.

A UITP (2000) refletiu sobre as políticas de estacionamento no espaço urbano e concluiu que o cidadão, de modo geral, que possa escolher entre um carro ou transporte público sempre preferirá o carro se houver estacionamento livre próximo a seu destino. A oferta de estacionamento nos grandes centros seria uma das maiores causas de congestionamento e excesso de carros nas cidades. Recomenda-se a definição de esquemas de “integração de modos públicos e privados” (IPP), quando se tem por meta aumentar a utilização do transporte público. Essa política de integração deve ser consistente com as medidas de restrição ao estacionamento nos centros das cidades. Por exemplo, cada nova vaga de estacionamento em um esquema de IPP deveria significar uma vaga a menos nas vias do centro da cidade.

Segundo o relatório da UITP, as instalações da IPP, para carros e motocicletas, devem estar localizadas além das áreas congestionadas, em áreas de menor densidade. Um transporte público rápido, frequente e confortável deve ser ofertado com as facilidades da IPP. A comunicação dos acessos da IPP deve ser simples e clara. Deve ser ofertada informação sobre os horários de partida do transporte público (em tempo real, se possível). As instalações da IPP devem ser monitoradas e os passageiros devem ter condições de esperar com conforto e segurança durante os períodos de transferência entre os modais. É necessário oferecer comodidades cotidianas, como cafeterias, restaurantes, bancas de jornal e revistas, locais de venda de créditos telefônicos e de transporte público.

Em BHTRANS (2010), encontram-se algumas diretrizes para assegurar que as estações de IPP sejam usadas por usuários do transporte público, e não como meras áreas de estacionamento. Por exemplo, recomendam-se um ticket único de transporte e estacionamento e a operação das estações pelas companhias de transporte público ou por autoridades locais. Em cidades com controle de pagamento eletrônico da tarifa, é possível que o controle desse tipo de estacionamento aconteça com algum tipo de validação e cobrança no cartão de transporte. A tarifa cobrada no estacionamento implicaria direito de validação nos ônibus sem nova tarifação e vice-versa.

2.5.2 Planejamento urbano integrado

Motta (2009) examina o impacto de poluição visual que os sistemas de transportes produzem com veículos parados ou em movimento e pela própria infraestrutura física instalada, que interfere na qualidade visual da paisagem. Além disso, também interfeririam na paisagem outros elementos relacionados, tais como sinalização, defensas, abrigos e estações. A autora conclui que a intrusão visual é um impacto negativo da implantação de infraestruturas de transporte de difícil mensuração. A obstrução visual da paisagem poderia ser parcial ou total e alguns elementos poderiam implicar em uma paisagem esteticamente desagradável, ressaltando o caráter subjetivo dessa condição.

De Toni (1994) estuda as técnicas que podem ser aplicadas na análise dos impactos das Políticas Públicas sobre as modificações no uso do solo a médio e longo prazo, considerando que a preferência dos usuários pode depender da distância de seus domicílios aos locais de trabalho, ou da existência de grandes equipamentos urbanos sob a influência dos itinerários do transporte público. O autor busca avançar na compreensão de variáveis explicativas do comportamento dos usuários, para definir o impacto dos planos urbanísticos na evolução futura da demanda por transporte. Busca-se relacionar diferentes padrões de uso do solo na cidade, com possíveis impactos sobre o comportamento e dimensionamento da demanda de transporte, dada inclusive pela preferência dos usuários. Dessa forma, seria possível dimensionar os aspectos críticos dos projetos urbanos, tais como elementos de circulação e deslocamento urbano.

Nas grandes cidades por todo o mundo, tem-se observado um movimento no sentido de desenvolver planos de mobilidade com diretrizes para estruturar, modernizar e agilizar o transporte urbano das cidades. Dentre as diretrizes mais comuns, destacam-se a definição do modo de locomoção a pé como prioritário, a garantia de um transporte coletivo de qualidade, integrado e rápido, a democratização do uso do sistema viário por meio de políticas de circulação, estacionamento e distribuição de mercadorias em consonância com o planejamento urbano, bem como a melhoria da qualidade dos espaços públicos.

Leite (2011) examina que existem muitas desvantagens em isolar a avaliação econômica, concentrando a escolha da tecnologia de transporte a ser implantada na comparação de alternativas de implantação de infraestruturas, uma vez que pode ocorrer de não existir uma

diferença clara entre as variáveis consideradas como custos e aquelas consideradas como benefícios. O autor pondera que essa técnica desencoraja a inclusão de variáveis que não possam ser quantificadas em termos monetários, sendo difícil a consideração de todos os benefícios.

Em uma análise das relações entre o transporte público e a conformação das cidades, Ferraz e Torres (2001) concluem que os modos de transporte público ferroviários exercem um impacto positivo maior sobre o uso do solo que os outros modos, em razão da melhor qualidade dos serviços e do caráter permanente das infraestruturas ferroviárias (diferentemente dos trajetos de ônibus, que podem ser facilmente alterados). Em uma investigação das relações do porte e da forma das cidades com o custo relativo do transporte público, esses autores concluem ainda que a centralização urbana pode aumentar o custo do transporte, gerando a necessidade de viagens a grandes distâncias, das áreas mais periféricas até as áreas mais concentradas (e vice-versa). No caso das grandes cidades, a superposição de linhas em alguns corredores justifica o emprego de serviços troncais com tecnologia diferenciada, como metrô ou ônibus articulados. Para atrair o usuário de automóvel para esse serviço, recomenda-se o provisionamento de área de estacionamento barato próximas às estações.

O aumento da mobilidade da população encontra ambiente favorável em um cenário de mais qualidade do transporte público que implique maior atratividade em relação ao transporte individual. A escolha dos modos de transporte capazes de satisfazer as demandas de deslocamento é colocada como somatória de escolhas individuais, cuja compreensão pressupõe o avanço além dos critérios de racionalidade econômica pura, conforme aponta a Associação Nacional dos Transportes Públicos (ANTP, 1984). Sendo assim, o transporte público não pode adotar um enfoque exclusivamente econômico-financeiro, pois, muito mais que um negócio, caracteriza um serviço essencial, com necessária regulamentação e controle público (VASCONCELLOS, 2000). O controle público tem atuado sobretudo sobre a oferta dos serviços, cujo aumento poderia acontecer por meio de três políticas associáveis: fisicamente, com terminais, corredores e veículos diferenciados; operacionalmente, por meio da oferta temporal e espacial; e economicamente, por meio de modelo tarifário que possibilite maior integração.

3 METODOLOGIA

3.1 Delineamento de pesquisa

Este capítulo descreve a metodologia do estudo. Trata-se de uma pesquisa aplicada que visa auxiliar o desenvolvimento de estratégias de planejamento de sistemas de transporte de massa em corredores de transporte e que se caracteriza, quanto aos objetivos, como descritiva. Para alcançar os objetivos, utiliza-se um estudo de caso dos sistemas de transporte propostos para o corredor Antônio Carlos, em Belo Horizonte, Minas Gerais. Um dos sistemas de transporte propostos é o BRT (*Bus Rapid Transit*), que está em fase de implantação.

No que se refere à abordagem do problema, a pesquisa caracteriza-se como qualitativa, utilizando bibliografia específica e documentos para descrever como foi feita nos últimos anos e é feita hoje a análise de viabilidade de implantação de sistemas de transporte de alta capacidade, sobre pneus e sobre trilhos em Belo Horizonte. Busca-se descrever e analisar os parâmetros adotados para o planejamento e dimensionamento da demanda e da oferta de sistemas de transporte em corredores das grandes cidades.

Quanto aos procedimentos, a pesquisa pode ser caracterizada, em primeiro lugar, como documental, ou de fontes secundárias, pois recorre a documentos técnicos, dados e informações que já estão disponíveis para consulta no órgão gestor do sistema de transporte do município. Em segundo lugar, também pode ser caracterizada como estudo de caso, pois os esforços concentram-se em avaliar o projeto de transporte do corredor da Av. Antônio Carlos, em Belo Horizonte.

Mais especificamente, o estudo é alicerçado em uma base de dados secundários e em informações sobre planos de transporte municipais e metropolitanos disponibilizadas pela Empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte S/A (BHTRANS), órgão responsável pela gestão do sistema de transporte coletivo por ônibus e também do futuro BRT do município de Belo Horizonte. São também avaliados os documentos relativos aos estudos de viabilidade e à implantação de sistemas de transporte ferroviários urbanos em Belo Horizonte – mais especificamente, aqueles constantes no Plano Diretor de Transporte sobre Trilhos da Região Metropolitana de Belo Horizonte (INECO, 1999). Sendo assim, o estudo consiste em uma pesquisa aplicada, que, com base no caso específico da capital mineira, objetiva

contribuir para o desenvolvimento de mecanismos de diagnóstico de demanda e proposição de oferta de transporte, considerando aspectos da ocupação e da dinâmica urbana.

Buscaram-se métodos que fossem confiáveis o bastante para identificar, descrever e debater as questões que envolvem os aspectos relacionados ao planejamento de transportes no corredor de transporte da Av. Antônio Carlos – métodos esses que subsidiassem uma reflexão mais ampla sobre o planejamento dos corredores de transporte das cidades brasileiras.

No que se refere aos resultados, a abordagem é do tipo descritiva e exploratória, tendo o estudo de caso e a pesquisa documental como meios empregados para a obtenção das informações e dados analisados. O estudo baseia-se ainda em análises descritivas à luz da literatura técnica pertinente, bem como dos estudos de viabilidade e avaliações de sistemas já implantados em outras cidades e outras documentações atinentes.

A pesquisa visa auxiliar o desenvolvimento de metodologias de viabilidade de implantação de novos sistemas de transporte de alta capacidade, desenvolvendo aspectos a serem considerados nesse tipo de análise que extrapolem a infraestrutura do sistema de transporte em si. Foram realizadas entrevistas não estruturadas junto a técnicos selecionados que contribuíram para a compreensão do detalhamento dos planos e projetos, a saber: engenheira Wânia Maria das Graças Magalhães, supervisora de implantação de projetos da Gerência de Corredores da BHTRANS; engenheiro Rodrigo Sandro dos Anjos, supervisor de estudos da mobilidade da Gerência de Planejamento da Mobilidade da BHTRANS; Rogério Carvalho Silva, arquiteto e superintendente de planejamento e pesquisa da BHTRANS; Luis Francisco Tomazzi Prosdocimi, engenheiro e analista técnico da CBTU; e Pedro Victor Noronha Renault, arquiteto e analista técnico da CBTU.

A natureza do trabalho é uma pesquisa aplicada envolvendo a abordagem qualitativa do problema, no que se refere à descrição dos documentos e das entrevistas realizadas, apresentando características dos sistemas propostos. Parte dos conhecimentos e análises realizadas se baseia em 18 anos de atuação da autora em cargos técnicos, gerenciais, de assessoria técnica e de direção na BHTRANS e na TRANSBETIM. A autora teve acesso a documentos e aos bancos de dados da BHTRANS, o que lhe permitiu empreender as análises propostas.

A pesquisa qualitativa é indicada quando se buscam percepções e entendimentos sobre a natureza geral de uma questão, possibilitando a interpretação (MAY, 2002). A natureza qualitativa deste trabalho é delineada por um estudo de caso, análise de documentos, pesquisa descritiva, observações em campo e entrevistas. Goulart e Carvalho (2002) classificam a pesquisa descritiva como aquela que objetiva descrever as características de uma população ou fenômeno ou, ainda, estabelecer uma relação entre variáveis. A natureza descritiva do presente trabalho é evidente no esforço de compreender o processo de planejamento de transporte em curso no município, comum a muitas cidades de grande porte brasileiras, estabelecendo correlações entre as escolhas feitas e os estudos não implementados no contexto do transporte público da cidade de Belo Horizonte.

Como sublinha May (2002), uma pesquisa documental reflete um amplo espectro de perspectivas e de fontes de estudo. Alguns documentos que fazem parte das contingências práticas da vida organizacional podem ser vistos como parte de um contexto social mais amplo. Nesta dissertação, a análise documental busca identificar informações factuais nos documentos a partir de questões e hipóteses de interesse. Os documentos originais objeto do presente estudo ainda não receberam tratamento analítico por outros autores.

May (2009) defende que o uso de documentos em pesquisa deve ser apreciado e valorizado. A autora ressalta que a riqueza de informações que podemos extrair e resgatar de documentos justifica o seu uso, possibilitando ampliar o entendimento de objetos cuja compreensão necessita de contextualização histórica e sociocultural. A análise documental favorece a observação do processo de transformação das ideias, indicando amadurecimento de conceitos e evolução dos conhecimentos, comportamentos e práticas.

No caso específico do trabalho em questão, tem-se interesse em observar como a implantação de sistemas BRT em diversas cidades do mundo influencia todo o planejamento de redes de transporte nas grandes cidades. A análise dos documentos selecionados (INECO, 1999; LOGIT, 2012; e TECNOTRAN, 2012) permite concluir que o contexto histórico influencia, em um curto espaço de tempo, toda a lógica da configuração e do planejamento das redes de transporte nas cidades de grande e médio porte. A importância de alguns parâmetros dos sistemas de transporte tende a ser subdimensionada ante os resultados alcançados com o BRT em diversas cidades. A oferta de transporte que outrora parecia ser alcançada apenas com

sistemas sobre trilhos parece ter recebido uma nova solução e o planejamento muitas vezes é direcionado para uma única solução, mais atual, mas não necessariamente mais adequada para todas as situações.

Neste trabalho, a pesquisa documental apoiou-se no exame de relatórios de projeto, nas diversas fases de desenvolvimento, passando pelo desenvolvimento de alternativas até o detalhamento da alternativa escolhida. Além disso, observação da operação do modo de transporte fez-se necessária para a compreensão do funcionamento dos sistemas, bem como de possíveis divergências entre o resultado esperado pelos projetos e o desempenho real dos sistemas implantados. A pesquisa documental também compreendeu a forma de planejamento dos sistemas de transporte tronco-alimentados, permitindo criar condições para novas formas de entender o fenômeno do transporte público urbano e divulgar a forma como tem sido desenvolvidos nas grandes cidades brasileiras.

Conforme apresentado na introdução deste trabalho, busca-se responder à questão: “Quais fatores, e de que natureza, devem ser considerados no processo de planejamento e tomada de decisão dos modos de transporte a serem implantados para atender a determinada demanda de transporte de alta capacidade?” A pergunta desdobra-se na busca da compreensão do que é o serviço público de transporte urbano e quais seriam seus principais atributos e funcionalidades.

3.2 População afetada

Os sujeitos desta pesquisa são os usuários do sistema de transporte público das grandes cidades, tomando-se os usuários do sistema de transporte da bacia do corredor da Av. Antônio Carlos em particular. Estima-se que a população diretamente afetada – na condição de usuária do sistema – pelo projeto de troncalização do corredor da Av. Antônio Carlos é da ordem de 35.000 passageiros por hora pico por sentido e de cerca de 412.000 passageiros por dia útil. Considerando que que projetos de transporte de natureza estruturante têm um impacto considerável também sobre os usuários do sistema de transporte individual da região, bem como moradores e usuários dos serviços da área de influência do corredor, pode-se estimar que a população afetada seja muito maior. As regiões administrativas Venda Nova, Norte e Pampulha concentram uma população residente de 703.344 habitantes (respectivamente, 226.110, 265.179 e 212.055 habitantes), segundo dados do IBGE do ano 2000, disponíveis

em Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (2013). Essa população é direta ou indiretamente afetada pelo projeto de transporte em estudo. Pode-se considerar ainda que um projeto de transporte estruturante tenha um impacto na dinâmica imobiliária e de desenvolvimento da cidade e até da região metropolitana como um todo, definindo novos eixos de adensamento populacional, implantação de serviços, instalações habitacionais de grande porte e outros equipamentos urbanos.

3.3 Procedimentos para coleta de dados e informações

Nesta seção, apresentam-se os procedimentos adotados no âmbito desta pesquisa para descrição e análise dos mecanismos de diagnóstico de demanda e proposição de oferta de transporte, considerando aspectos da ocupação e da dinâmica urbana. Quatro fontes de evidências estruturaram o presente trabalho, a saber: (i) pesquisa bibliográfica; (ii) pesquisa documental na BHTRANS; (iii) observação mediante o contato direto e interativo da autora com a situação objeto do estudo (implantação de sistemas de BRT em Belo Horizonte e em outras cidades); e (iv) entrevistas em profundidade, realizadas pela autora com aplicação individual de roteiros não estruturados mediante pré-agendamento dos entrevistados e o devido consentimento das partes. As cinco entrevistas foram feitas pela autora da dissertação e registradas com gravação em equipamento próprio e depois transcritas em documento no formato texto. As fontes (ii), (iii) e (iv) permitiram a compilação de dados primários, enquanto a fonte (i) consistiu em dados secundários. Portanto, quanto à fonte, os dados coletados são documentais e de campo. As fontes documentais foram documentos selecionados (INECO, 1999; LOGIT, 2012; e TECNOTRAN, 2012); e a pesquisa de campo correspondeu às entrevistas com técnicos selecionados, caracterizando uma estratégia de campo. A pesquisa documental nesse caso caracteriza a busca de informações em documentos que não receberam nenhum tratamento científico. Para escolha dos relatórios de projeto analisados, buscou-se localizar os textos pertinentes e avaliar a sua credibilidade e representatividade. Além disso, a pesquisa bibliográfica realizada considerou as contribuições de diferentes autores sobre o tema. A pesquisa documental utilizou-se de fontes primárias, em documentos que ainda não receberam tratamento analítico.

O trabalho consistiu em uma sequência de cinco etapas. Foram elas: (i) embasamento conceitual; (ii) análise documental de diferentes projetos para o corredor de transporte da Av.

Antônio Carlos, em Belo Horizonte; (iii) descrição das metodologias de planejamento das diferentes redes de transporte; (iv) identificação de parâmetros utilizados para o planejamento das redes; e (v) definição dos parâmetros relevantes para planejamento dos sistemas de transporte nesse tipo de corredor.

Mais especificamente, as bases de dados primários utilizadas na pesquisa são:

- Plano Diretor de Transporte sobre Trilhos, elaborado pela INECO (Ingeniería y Economía del Transporte, S.A), de Madri, em 1999, sob coordenação da CBTU;
- Plano de Mobilidade para a Região Metropolitana de Belo Horizonte (PlanMob-BH), elaborado pela LOGIT em 2012, sob coordenação da BHTRANS;
- Relatório final do projeto do BRT de Belo Horizonte, elaborado pelo consórcio formado pelas empresas TECNOTRAN Engenheiros Consultores, de Belo Horizonte, e Oficina Engenheiros Consultores Associados, de São Paulo, divulgado em 2012 sob coordenação da BHTRANS; e
- Cinco entrevistas realizadas pela autora em outubro de 2013, com duração de 30 a 60 minutos cada, com técnicos selecionados da BHTRANS e da CBTU, caracterizando observação participante.

3.4 Análise dos dados

Para a exploração dos dados primários, Triviños (1987) orienta a análise em três etapas: (i) a pré-análise, com organização de todo o material; (ii) a descrição analítica, com estudo aprofundado direcionado pelas referências teóricas e pelos objetivos do trabalho traduzidos nas categorias de análise; e (iii) a interpretação referencial, buscando desvendar o conteúdo das informações. A fim de ampliar o espectro da pesquisa bibliográfica, foram utilizados dados primários, consistindo na exploração de relatórios técnicos e de entrevistas realizadas junto a técnicos selecionados envolvidos no processo de planejamento e gestão do sistema de transporte de Belo Horizonte. Os dados foram examinados sob a perspectiva da análise de conteúdo, buscando fazer inferências específicas sobre o tema, a partir da elaboração de deduções sobre o processo de planejamento das redes de transporte e suas variáveis. A análise dos dados pode ainda ser caracterizada como análise de conteúdo descritiva e interpretativa, tomando como base categorias de análise vinculadas a cada um dos objetivos do trabalho.

3.4.1 Categorias de análise para o primeiro e o segundo objetivos específicos

Para os objetivos específicos “descrever a metodologia utilizada na definição da viabilidade de implantação de novas linhas de transporte de massa sobre trilhos na RMBH” e “descrever a metodologia utilizada para definição da oferta de transporte necessária para atender à demanda no corredor de transporte da Av. Antônio Carlos”, foram consideradas as seguintes categorias de análise:

- Projeção da demanda de transporte: o dimensionamento do número de passageiros a ser transportado por determinado serviço de transporte estruturante considera estimativas de passageiros nos cenários imediatos de implantação, bem como as perspectivas futura de demanda do sistema;
- Projeção da oferta dos serviços de transporte: o cálculo da oferta dos serviços de transporte estrutural considera, além da estimativa de demanda, o nível de serviço que se pretende ofertar. A oferta do serviço deve considerar também a regularidade do transporte, o tipo de veículo e externalidades que afetam a capacidade do sistema, como atrasos;
- Impacto sobre a mobilidade urbana na área afetada: a implantação de sistemas estruturantes de transporte tem um impacto direto na dinâmica de ocupação das áreas adjacentes. Além do impacto imediato das obras na paisagem urbana, com eventuais desapropriações e mudança na configuração urbana, os sistemas estruturantes têm impacto na forma de utilização do espaço, podendo orientar a ocupação e o uso do solo no entorno dessas infraestruturas de transporte;
- Tempos de viagem: os tempos de viagem projetados para determinação da oferta do sistema são afetados diretamente pelo modo de transporte e pela tecnologia adotada. Além da velocidade média da tecnologia ofertada, devem ser consideradas externalidades, como tempo de transferência e de deslocamento a pé dos usuários até os pontos de embarque, tempos de parada, tempos de embarque e desembarque, tempos de espera nos pontos de embarque, nas estações de transferência e de integração, atrasos gerados por conflitos com o tráfego de atravessamento do corredor em interseções semaforizadas e travessias de pedestres em nível ao longo do corredor; e

- Qualidade do serviço: consiste em diversos fatores e pode ser percebida de modo diferente em diferentes lugares. Para fins deste trabalho, adotam-se os quesitos conforto, segurança e confiabilidade como parâmetros de qualidade. O conforto é considerado no que se refere ao nível de serviço – ocupação e lotação – dos ônibus e das estações de transferência ao longo do corredor. Esse nível de serviço é usualmente medido pelo cálculo do número de passageiros em pé por metro quadrado na hora pico. A segurança é considerada no que se refere às condições de acesso dos pedestres às estações de transferência no corredor, compreendendo possíveis conflitos com o tráfego geral. A confiabilidade é considerada tendo em vista a possibilidade de o serviço especificado ser cumprido em índice elevado de consistência com o serviço ofertado e divulgado.

3.4.2 Categorias de análise para o terceiro objetivo específico

Para o objetivo específico “analisar a capacidade do sistema ofertado no caso do BRT da Av. Antônio Carlos de Belo Horizonte”, foram utilizadas as seguintes categorias de análise:

- Saturação no corredor de transporte: o nível de serviço de operação no corredor é uma variável fundamental da operação do sistema, tendo impacto direto na velocidade operacional, na vulnerabilidade do sistema em relação a externalidades, como congestionamentos, na capacidade de atender a eventuais incrementos da demanda;
- Capacidade das estações de transferência: a capacidade do sistema em atrair mais demanda e o padrão de conforto do usuário estão diretamente relacionados com o nível de serviço das estações de transferência nos corredores, dado pelo número de passageiros em pé por metro quadrado na hora pico da operação;
- Possibilidades de ampliação do sistema para atração de passageiros do transporte individual e atendimento a um eventual aumento da demanda: sistemas de alta capacidade devem ser capazes de atrair passageiros oriundos de outros sistemas, em busca dos benefícios da melhoria da qualidade dos serviços viabilizada pela priorização do serviço. Além disso, a renovação e o adensamento urbanos no entorno das estações de transferência tendem a atrair mais viagens e é importante que o sistema seja capaz de atender a esse acréscimo da demanda. Por fim, sistemas estruturantes de transporte envolvem investimentos que se justificam no médio e

longo prazo, devendo estar aptos às adaptações necessárias para ampliar a oferta futura; e

- Potencial mais estruturante (adensamento urbano na bacia alimentadora e uma desejável migração de passageiros do transporte individual): sistemas de transporte estruturantes devem estar aptos a ampliações de capacidade a fim de atrair o incremento da demanda, sem alterações na infraestrutura já implantada. Além disso, a transformação do meio ambiente urbano no entorno das estações é desejável, principalmente em áreas já degradadas. O adensamento é desejável, uma vez que pode propiciar a diminuição dos percursos, a aproximação dos locais de residência, trabalho e estudo, bem como a aproximação dos locais de origem e o destino das viagens.

3.4.3 Categorias de análise para o quarto objetivo específico

Para o objetivo específico “discutir os possíveis impactos urbanísticos gerados na área de influência de novos sistemas de transporte de massa, como BRT e metrô”, foram consideradas as seguintes categorias de análise:

- Acessibilidade de pedestres ao sistema no corredor: as condições de acesso e transposição de pedestres em relação ao corredor de transporte e às estações de transferência deve ser avaliada no que diz respeito às condições de conforto e segurança; e
- Impacto sobre a renovação urbana no corredor: buscou-se identificar se a implantação de sistemas de transporte estruturantes tem impacto na dinâmica urbana de uso e ocupação do solo no entorno das estações de transferência do corredor.

3.4.4 Categorias de análise para o quarto objetivo específico

Para o objetivo específico “propor fatores a serem considerados na avaliação de demanda para implantação de sistemas de transporte de alta capacidade”, foram consideradas as seguintes categorias de análise:

- Potencial mais estruturante: dado pela capacidade do sistema em atrair viagens de modos de transporte individuais. Busca-se, nesse ponto, identificar se esses novos

sistemas proporcionarão melhoria efetiva do serviço através de soluções de caráter mais estruturantes e menos operacionais;

- Tempo de viagem, conforme já comentado na Subseção 3.4.1; e
- Impacto sobre a renovação urbana no corredor, conforme já comentado na Subseção 3.4.3.

As categorias de análise utilizadas na obtenção de resultados específicos mostraram-se suficientes para examinar, estudar e explorar o objetivo geral do trabalho.

3.5 Delimitação da pesquisa

O estudo de caso se restringiu à área delimitada pelo município de Belo Horizonte, mais especificamente à bacia de integração do corredor Antônio Carlos, que é definido aqui pelo corredor de transporte das avenidas Vilarinho, Pedro I e Antônio Carlos, bem como sua conexão com a área central do município.

4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Selecionaram-se três documentos de referência para avaliação das metodologias de estimativa da oferta e da demanda nos sistemas de transporte da Região Metropolitana de Belo Horizonte. O primeiro é o Plano Diretor de Transporte sobre Trilhos, elaborado pela INECO (Ingeniería y Economía del Transporte, S.A), de Madri, em 1999, sob coordenação da CBTU. O segundo é o Plano de Mobilidade para a Região Metropolitana de Belo Horizonte (PlanMob-BH), elaborado pela LOGIT em 2010, sob coordenação da BHTRANS. O terceiro é o Relatório-Síntese do Projeto de Transporte do BRT Antônio Carlos, elaborado pela TECNOTRAN Consultores Ltda. em parceria com a OFICINA, Consultores Associados, em 2012. Além disso, as entrevistas não estruturadas com técnicos selecionados também compõem a análise dos resultados.

4.1 O Plano Diretor de Transporte sobre Trilhos da RMBH

4.1.1 Montagem das matrizes básicas

O Plano Diretor de Transporte sobre Trilhos teve como objetivo analisar o sistema de transporte ferroviário urbano da região metropolitana. Com o objetivo de que tal sistema viesse a constituir-se no modo estruturador do sistema de transporte público na região, esse plano identificou as suas possibilidades de expansão a curto, médio e longo prazos.

O plano, que teve como ano-base 1999 e horizonte de projeto 2018, elaborou cenários de desenvolvimento para o sistema de transporte público da região metropolitana, considerando a evolução de passageiros nesse sistema a partir de projeções da população, produto interno bruto, renda e oferta de empregos. Buscou quantificar os impactos no sistema viário e no equilíbrio econômico-financeiro do sistema de transporte público na região, com projeção de diminuição do tráfego de ônibus nos corredores em função da implantação do projeto.

O plano examinou propostas de transporte dos municípios de Belo Horizonte e Contagem, na região metropolitana, e planos diretores dos municípios. A definição dos cenários considerou as seguintes premissas:

- Os dados utilizados foram relativos ao ano de 1996, que é tomado como ano de referência;
- O cenário base considerou o ano de 1999; e
- O cenário de projeto foi até 2018, considerando um horizonte de 20 anos.

O macroplanejamento adotou um nível de detalhamento para a base de dados do estudo (matriz de viagens e rede viária de simulação) que buscou compreender a situação da época e formular proposições para a concepção futura do sistema. A montagem da matriz básica compreendeu a divisão da área de estudo (Região Metropolitana de Belo Horizonte) em zonas de tráfego compatíveis com os objetivos do estudo. Foram determinadas 469 zonas de tráfego, das quais 348 correspondiam a zonas internas ao município de Belo Horizonte. A matriz foi montada com dados da Pesquisa Origem-Destino Domiciliar realizada em 1992 e com dados da pesquisa embarcada realizada com usuários de ônibus e trem realizada em 1995 na RMBH. A matriz de viagens possibilitou a identificação dos deslocamentos mais significativos da área de estudo, a concepção de sistemas operacionais integrados (ônibus e trem) e a avaliação econômica das alternativas.

A partir das discussões com a equipe de fiscalização do plano, composta por BHTRANS, DER-MG e CBTU-STU/BH, definiu-se que a rede de simulação deveria incorporar os principais eixos de transporte coletivo e estações de integração por ônibus já propostos pela BHTRANS no projeto BHBUS⁷, a linha existente do metrô e sua expansão até Vilarinho, o prolongamento do trem metropolitano até Contagem e Betim, a implantação do ramal Barreiro e a inserção de um sistema de transporte sobre trilhos na área central de Belo Horizonte. A concepção geral da rede foi assim definida e as 469 zonas de tráfego foram agregadas para permitir a estimativa de viagens associadas a cada um dos segmentos e pontos notáveis dessa concepção geral da rede.

Para o agrupamento das zonas de tráfego, foram adotados os seguintes procedimentos:

⁷ O BHBUS é o Plano de Reestruturação do Sistema de Transporte Coletivo de Belo Horizonte, criado em 1997 pela BHTRANS para reestruturar e reorganizar o transporte público da capital mineira. O sistema tronco-alimentado previa a implantação de estações de integração nas cabeceiras do município. Foram integrados os serviços nas seguintes estações: Diamante (1997) e Barreiro (2002), na região do Barreiro, ao sul do município; Venda Nova (2000) e Vilarinho (2002), na região Venda Nova, ao norte do município; São Gabriel (2002) e José Cândido (2009), na Região Nordeste do município. Três dessas estações são integradas

- Sobre os mapas com a identificação das 469 zonas de tráfego originais foram lançados os segmentos e pontos notáveis incorporados à concepção geral da rede de simulação;
- Foram definidas as áreas de influência de cada um dos segmentos e pontos notáveis da rede de simulação;
- Fez-se uma análise preliminar da acessibilidade proporcionada pela rede preliminar de simulação a cada uma das zonas de tráfego;
- Os centroides das zonas de influência direta foram posicionados no centro geográfico das zonas, uma vez que se verificou que essas zonas estavam ocupadas uniformemente;
- A área de influência indireta, constituída pelas zonas mais afastadas dos eixos de transporte e estações, demandou um trabalho minuciosos e a agregação buscou não distorcer nem o carregamento nos segmentos da rede, nem a determinação dos parâmetros básico de alocação de viagem, tais como tempo de acesso à rede e tempos de viagem, considerando os modos trem e ônibus; e
- As zonas caracterizadas como de influência indireta não apresentaram ocupação homogênea e os centroides foram localizados de modo a contemplar as áreas mais densamente ocupadas.

O novo zoneamento concebido apresentava um total de 112 zonas de tráfego, das quais 71 eram internas ao município. Foram definidos os modos de transporte e a divisão dos motivos de viagem a partir das informações das pesquisas.

4.1.2 Montagem das matrizes futuras

As matrizes futuras foram definidas em função das estimativas de viagem para os chamados “anos-patamares” e cenários considerados no estudo:

- Ano-base 1999;
- Ano-patamar 2019;
- Ano-patamar 2019 – cenário A; e

- Ano-patamar 2019 – cenário B.

Foi utilizado o modelo gravitacional na etapa de distribuição de viagens, e a elaboração das matrizes futuras dependeu da definição de parâmetros de alocação definidos para as redes de simulação representativas de cada um dos cenários de estudo. Para definir os níveis de demanda futura, considerando os patamares e cenários estabelecidos, os processos metodológicos adotados para a definição dos parâmetros de alocação de viagens e das estimativas do total de viagens futuras por zona de tráfego envolveu:

- Definição da base de dados para cada modelo;
- Seleção de variáveis; e
- Elaboração do modelo.

4.1.2.1 Definição da base de dados e seleção de variáveis para o modelo de geração de viagens

O estudo considerou que o volume de viagens geradas em determinada região estaria associado ao tamanho da população, nível do emprego e nível de renda e que a formulação de modelos de previsão de viagens apresentaria bons resultados quando correlacionasse a demanda por transporte público com a população da área de estudo e as tarifas praticadas nas modalidades de transporte consideradas. Essas duas variáveis – população e tarifas – teriam a vantagem adicional da facilidade de definição e possibilidade de estimativas de evolução precisas, em intervalos relativamente curtos.

A matriz de viagens para a RMBH foi montada a partir das pesquisas domiciliares realizadas na Pesquisa OD 1992. A amostra da pesquisa foi expandida e atualizada para 1995, empregando-se os dados da população residente em cada uma das áreas homogêneas da pesquisa. Para definição da base de dados do modelo, foram utilizados dados publicados pela ANTP referentes ao ano de 1996, relativos a algumas das principais cidades brasileiras, relacionado o número de passageiros/dia em transporte coletivo por ônibus, a tarifa praticada nessa modalidade e a população residente nessas cidades.

4.1.2.2 *Elaboração do modelo de geração de viagens*

O estudo utilizou as técnicas de regressão linear múltipla. Inicialmente, foi plotada a curva dos valores observados de viagens/dia x população. Posteriormente, “foram plotadas as linhas de tendência correspondentes aos ajustes de curva linear, curva logarítmica, de potência e exponencial” (LOGIT, 1999, p. 140). Observou-se que, unicamente em função do valor do coeficiente de ajustamento, as curvas de melhor aderência aos dados observados eram a curva de potência e a exponencial; porém, a primeira, além de apresentar os valores de coeficiente de ajustamento mais elevados, produziram um ajuste visualmente mais perfeito. Por conseguinte, o modelo de geração de viagens foi desenvolvido considerando o ajustamento de uma curva de potência e acrescentando a variável independente valor da tarifa.

4.1.2.3 *Projeção das viagens*

Para a estimativa de viagens futuras, aplicou-se o modelo de geração descrito aos dados estimados da população e da tarifa para os anos-patamares e cenários, definindo-se níveis de demanda futura total por agrupamento de zonas de tráfego. Para o valor da tarifa, considerou-se a média ponderada em função dos volumes transportados dos valores praticados na época do estudo nos modos ônibus e ferroviário. A taxa de crescimento das viagens foi obtida diretamente a partir dos volumes de viagens projetadas.

As taxas de crescimento de viagens por zona de tráfego considerou taxas para cada agrupamento de zonas dentro de uma mesma região administrativa de Belo Horizonte e uma única taxa de crescimento para cada um dos demais municípios da região metropolitana.

4.1.2.4 *Modelo de distribuição de viagens*

Essa etapa consistiu em um processo em que os volumes projetados de viagens foram distribuídos segundo os pares de zonas de tráfego, a partir da matriz básica. Foram considerados dois métodos: o método do fator de crescimento e o método gravitacional. O primeiro consistiu na aplicação de uma taxa de crescimento diretamente sobre cada uma das células da matriz de viagens, mantendo a distribuição de viagens identificada na matriz. Esse método admitiu que não haveria alteração nos fluxos futuros de viagens quanto a suas origens e destinos, tendo apenas seus volumes alterados. O método gravitacional exigiu que se

considerasse mais de uma matriz de viagens, cada qual classificada segundo os motivos de viagens, e uma matriz de impedâncias que refletisse a distância entre as zonas de tráfego, os tempos de viagem, o custo do transporte entre cada par de zonas e os níveis futuros de produção e atração de viagens nessas zonas.

Como o estudo buscou avaliar precisamente o impacto de melhorias no transporte de alta capacidade na região metropolitana, a partir da expansão do serviço sobre trilhos, tomou-se como pressuposto que a matriz de distribuição de viagens seria alterada em função das áreas afetadas diretamente pela oferta dessas serviços. Assim, optou-se por utilizar o modelo gravitacional para distribuição das viagens.

O modelo foi concebido a partir da observação de que as viagens decrescem em função das distâncias que separam as zonas de tráfego, da mesma forma que a força gravitacional entre dois objetos decresce em função da medida da distância entre eles. O modelo correlacionou fluxos entre zonas com as impedâncias entre zonas, sendo as impedâncias mais consideradas – individualmente ou em conjunto – a distância, o tempo e o custo de viagem. O estudo concentrou-se particularmente no tempo de viagem. Para a determinação da função impedância de tempo de viagem, foi utilizada a ferramenta “Gravity Model Calibration”, do Transcad. Como a matriz de impedância dependia do tipo de viagem, repartiu-se a matriz de passageiros do transporte público em três submatrizes para posterior agregação em uma única matriz de origem e destino de viagens para alocação à rede: (i) viagens realizadas com origem em casa com motivo trabalho; (ii) viagens baseadas em casa, outros motivos; e (iii) viagens não baseadas em casa.

4.1.3 Montagem e calibração da rede viária de simulação

4.1.3.1 Montagem da rede

O estudo visou identificar as possibilidades de expansão do transporte ferroviário de passageiros na RMBH, a curto, médio e longo prazos. Assim, a matriz de viagens e a rede de simulação deviam apresentar um nível de detalhamento suficiente para possibilitar a identificação dos deslocamentos mais significativos da área de estudo, a concepção de

esquemas de operação integrada (ônibus e trem) e a avaliação econômica das proposições formuladas.

Como já descrito, a rede de simulação incorporou os principais eixos de transporte coletivo e estações de integração por ônibus já propostos pela BHTRANS no projeto BHBUS, a linha existente do metrô e sua expansão até Vilarinho, o prolongamento do trem metropolitano até Contagem e Betim, a implantação do ramal Barreiro e a inserção de um sistema de transporte sobre trilhos na área central de Belo Horizonte. Além disso, foram incorporadas à rede as vias necessárias para promover a continuidade do sistema de transporte, bem como o acesso a cada uma das zonas de tráfego, possibilitando a avaliação de rotas alternativas entre pares de zonas de tráfego. Para a simulação da rede de transporte da RMBH foi utilizado o TRANSCAD – Transportation GIS Software, uma ferramenta de georreferenciamento, aos processos de planejamento e análise de sistemas de transporte. A modelagem se desenvolveu em camadas sobrepostas, formando modelos inter-relacionados, associados a um banco de dados geográfico representativo da região em análise.

4.1.3.2 Calibração da rede

O processo de calibração de um modelo consiste na simulação de uma situação presente ou passada para a qual se dispõe de dados confiáveis, comparando os resultados obtidos pelo modelo com aqueles conhecidos, realizando assim alterações de parâmetros, de forma interativa, até que as diferenças apresentadas possam ser consideradas dentro da margem de precisão aceitável. No estudo, optou-se pela calibração do modelo com base no movimento diário do trem metropolitano. A calibração foi considerada muito boa, com a diferença observada entre a demanda total do modelo e a demanda total real de 6%.

4.1.4 Análise das tecnologias e esquemas operacionais para o sistema

A definição da tecnologia de transporte sobre trilhos considerou não apenas a demanda de cada corredor, mas também as condições do relevo. Após as simulações, foi elaborado o perfil de cada via a ser atendida por sistema sobre trilhos, a fim de obter uma visualização das rampas de cada corredor, o que foi determinante na escolha do modo a ser ofertado nas linhas propostas.

4.1.4.1 *Ônibus e trólebus*

A flexibilidade da utilização desses tipos de veículos foi considerada excelente, permitindo extensa cobertura territorial, bom aproveitamento da infraestrutura existente e possibilidade de adaptação do serviço à demanda, no espaço e no tempo. Já em 1999, o estudo considerava que “[o] sistema permit[iria] a partir da adoção de algumas medidas o aumento da capacidade no corredor, variando desde faixas exclusivas junto ao meio-fio, ao canteiro central ou contrafluxo, até a implantação de faixa com canaletas exclusivas”. O estudo ponderou que os ônibus, em sua maioria, são movidos a diesel, agredindo o meio ambiente, principalmente quando usados em corredores de oferta elevada, o que contribuiria para a degradação urbana. Além disso, apesar de todas as melhorias tecnológicas observadas, o sistema teria como limitador a dependência do fator humano na condução do veículo, o que impediria um melhor desempenho operacional. Os trólebus, por sua vez, foram caracterizados como muito semelhantes aos ônibus, porém com propulsão por motor elétrico, caracterizando-se como um transporte não poluente. A implantação seria mais cara do que a de ônibus, uma vez que o material rodante teria custo mais elevado e dependeria de rede elétrica e subestações.

4.1.4.2 *Veículos leves de média capacidade (VLT e VLP)*

Os VLTs (veículos leves sobre trilhos) foram desenvolvidos inicialmente sob a forma de bondes e implantados em muitas cidades no começo do século. Posteriormente, foram abandonados em muitas cidades, inclusive todas as brasileiras, e cederam lugar aos ônibus. Os VLTs também receberam denominações como pré-metrô e LRV. É um sistema de média capacidade, complementar aos sistemas de metrô, porém com infraestrutura menos onerosa, com boa inserção na malha urbana, preferencialmente na superfície, uma vez que admite raios pequenos e cruzamento em nível.

O VLT é um veículo elétrico, podendo ser alimentado por catenária ou terceiro trilho em vias confinadas e podendo atender a uma faixa de demanda entre 13 a 30 mil passageiros por hora por sentido. Esse tipo de veículo vence rampas e aclive maiores do que o metrô, podendo chegar a 6%.

O VLT apresenta característica não poluente e capacidade de atender a um nível de demanda em que pode ser utilizado inclusive como sistema troncal. Permite uma implantação

gradativa, pela capacidade de evolução do bonde ao trem de alta capacidade, por meio de mudanças no nível de segregação da via, sinalização e material rodante adotado. A operação permite um nível de automação total, embora geralmente seja manual. O estudo considerou que a frequência pode chegar a 90 segundos entre trens, desde que operando em via confinada. Os VLTs e VLPs podem ainda operar em via compartilhadas, desde que os cruzamentos sejam sinalizados. Em vias segregadas, implantadas na superfície, os veículos podem permitir cruzamentos em nível. Em vias confinadas, os cruzamentos são eliminados otimizando o desempenho operacional. A segregação pode acontecer em túnel, elevado ou mesmo na superfície. A segregação na superfície gera seccionamento do tecido urbano, demandando a construção de viadutos, passarelas e passagens subterrâneas. Trechos subterrâneos implicam maiores custos de implantação devendo ser restrita a cruzamentos de áreas muito densas, em áreas onde o espaço disponível na superfície é insuficiente ou onde for necessária a integração com o metrô.

O VLP (veículo leve sobre pneus) é desenvolvido sobre chassis de ônibus e se diferencia do trólebus por operar em canaletas segregadas guiado por roletes laterais, sem necessidade de o motorista conduzir o veículo. É um sistema que utiliza veículos biarticulados, movidos a tração elétrica, podendo atender a uma demanda de 13 a 30 mil passageiros por hora por sentido. Pode também operar com alimentação por combustível fora das vias dedicadas. Em relação ao VLT possui a vantagem de permitir maior aderência do que as rodas de aço, permitindo subir rampas mais fortes e produzindo menos ruído.

4.1.4.3 *Veículos pesados de alta capacidade (metrô, trem elevado e trem de superfície)*

O metrô é um sistema de transporte rápido sobre trilhos ou sobre pneus que permite atender a altas demandas e opera em composições modulares de até oito carros. Indicado para áreas de grande densidade, é construído em vias totalmente segregadas, podendo ser elevado, em superfície ou subterrâneo (metrô). A alimentação elétrica pode ser por catenária ou terceiro trilho e a operação pode variar de manual a totalmente automática, o que possibilita menores intervalos entre os trens.

O metrô sobre trilhos permite maiores velocidades que o pneumático, embora implique maiores perdas com aceleração e desaceleração, o que torna os sistemas sobre pneus mais

adequados para locais com distâncias entre estações mais curtas e em linhas de declividade mais alta.

Os trens têm papel estruturante no transporte de altas demandas, devido à sua alta capacidade de transportar passageiros e formar grandes composições de até dez carros ou vagões, exigindo longas plataformas para embarque e desembarque. Os raios de curvatura são muito grandes e as possibilidades de vencer aclives, bastante restritas, impondo ainda seccionamento urbano às áreas onde é implantado. Pode operar com condução manual ou totalmente automatizado. A via pode ser totalmente confinada ou segregada, com passagens em desnível.

4.1.4.4 Comparação entre os sistemas

A definição de que sistema deve operar em cada corredor foi feita no estudo em função da demanda, das condições físicas e urbanísticas em que o sistema se insere, das condições operacionais e da faixa de eficiência de cada modo de transporte. Em Belo Horizonte, a topografia foi observada como um fator relevante, haja vista os trechos com aclive acidentado e as tecnologias disponíveis com condições de vencer essa condição. O estudo utilizou-se de informações da ANTP, publicadas na *Revista dos Transportes Públicos* de março de 1981, para analisar os fatores condicionantes na escolha do modo de transporte, conforme indica o QUADRO 5.

QUADRO 5 - Fatores relacionados com o projeto de transporte sobre trilhos

| CONDIÇÕES | METRÔ | FERROVIA | VLT |
|----------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Faixa de domínio | Necessariamente segregada | Eventualmente segregada | Preferencialmente segregada |
| Cruzamentos em nível | Impossível | Indesejável | Impossível |
| Trechos subterrâneos | Frequentes | Raros | Ocasionais |
| Condicionantes de solo | Importante | Média importância | Baixa importância |
| Condicionantes de relevo | Média importância | Importante | Baixa importância |
| Condicionantes de gabarito | Importante | Média importância | Baixa importância |

Fonte: REVISTA DOS TRANSPORTE PÚBLICOS – ANTP, mar. 1981 (*apud* INECO, 1999, p. 174).

O estudo considerou ainda a faixa de eficiência de cada modo de transporte como fator decisivo na escolha do modo mais adequado para atender à demanda. A definição baseou-se

também em dados publicados pela ANTP na *Revista dos Transportes Públicos* do 1º semestre de 1996, conforme ilustra o GRAF. 4.

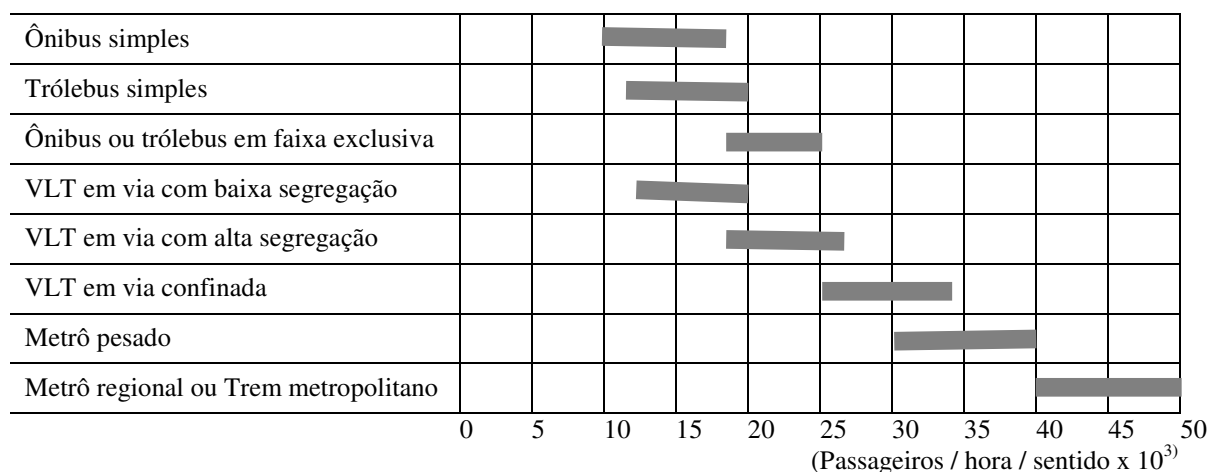


GRÁFICO 4 - Faixa de eficiência de cada modo de transporte e tipo de via

Fonte: REVISTA DOS TRANSPORTE PÚBLICOS – ANTP, 1. sem. 1996 (*apud* INECO, 1999, p. 174).

Cabe apontar que as capacidades indicadas para o modo ônibus em faixa exclusiva não consideraram, à época do estudo (1999), a capacidade que o modo ônibus em faixa exclusiva pode ter em sistemas BRT (até 45.000 passageiros por hora por sentido). Esse valor corresponde à capacidade atual do sistema BRT de maior capacidade já implantado, em operação em Bogotá.

4.1.5 Carregamento da rede nos cenários futuros

4.1.5.1 *Redes*

A camada das linhas, definida por um conjunto de *links* interligando nós, constituiu a camada principal da simulação. Outro tipo de camada do modelo foi composta por nós. A rede de simulação foi dada pela camada de linhas definidas no modelo georreferenciado. Cada rede criada era independente e incluía informações das linhas e de tabelas de dados associadas. As principais informações associadas às linhas foram: (i) identificação; (ii) extensão; (iii) tipo, que definia a modalidade do serviço; (iv) velocidade média; (v) tempo de percurso; (vi) penalidade, expressa em minutos, para os trechos de acesso à rede de transporte e para as ligações de transbordo; e (vii) impedância, definida pela soma do tempo e da penalidade, determinando as melhores rotas entre zonas.

Foram criadas quatro redes, ou cenários:

- Cenário-base, que definia a rede-base, incluindo a Linha 1 do trem metropolitano entre as estações Eldorado e Vilarinho, conforme ilustra a FIG. 18;

PLANO DIRETOR DE TRANSPORTE SOBRE TRILHOS CENÁRIO BASE

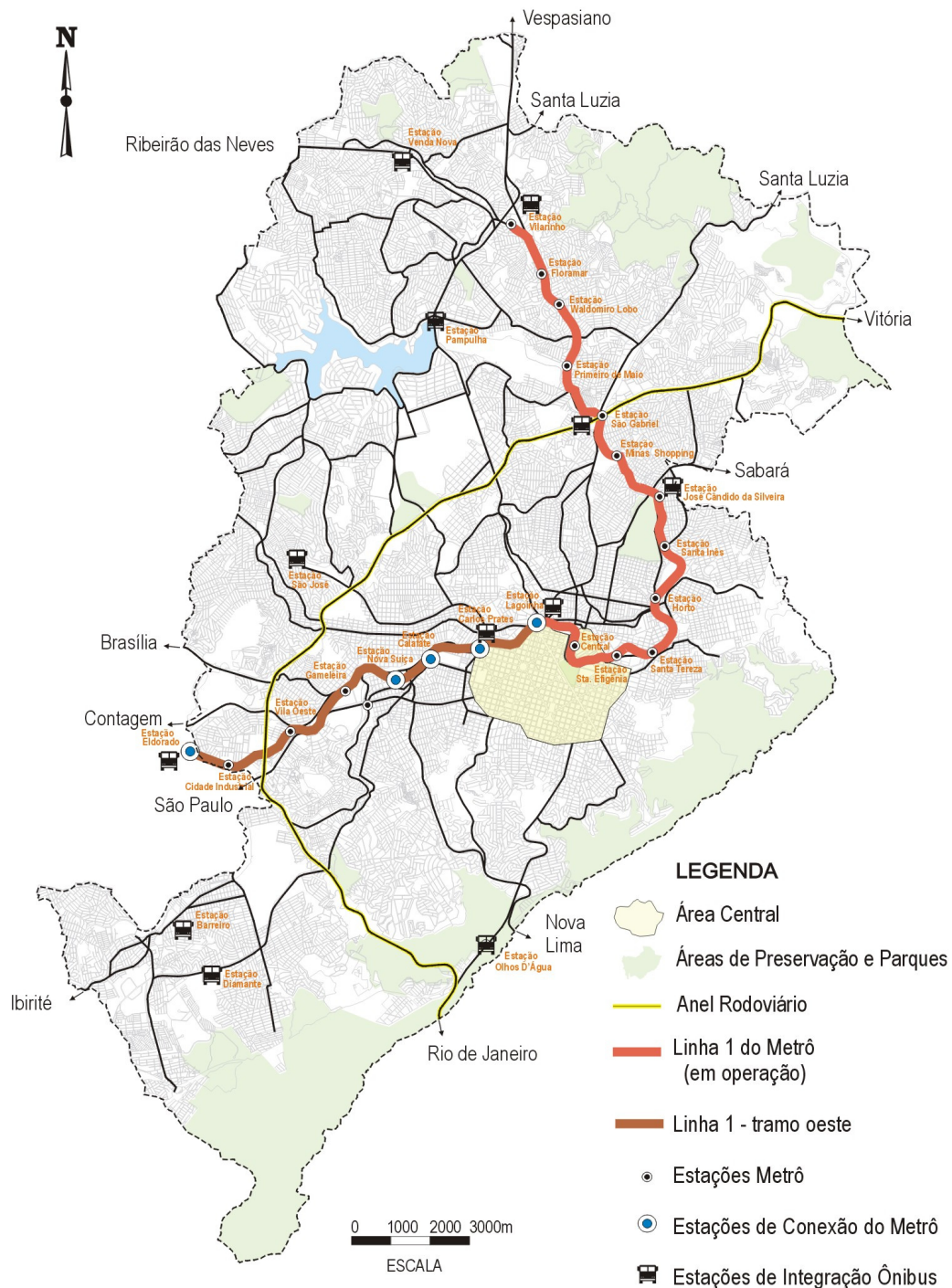


FIGURA 18 - Representação gráfica do Cenário escolhido para implantação do Plano Diretor de Transporte de Passageiros Sobre Trilhos da RMBH – Cenário Base
Fonte: INECO, 1999.

- Cenário 1, que consistia na malha rodoviária e em quatro linhas de transporte sobre trilhos: Linha 1, da cidade de Betim à região de Venda Nova, com traçado pelo Hipercentro de Belo Horizonte; Linha 2, da região Barreiro ao bairro Santa Tereza, com traçado pela rota atual da Linha 1 na área central, periférica ao Hipercentro; Linha 3, do bairro Alípio de Melo até a Av. Uruguai, via Av. Dom Pedro II; e Linha 4, da região da Pampulha à Av. Raja Gabaglia, via Av. Antônio Carlos. O Cenário 1 encontra-se ilustrado na FIG. 19;

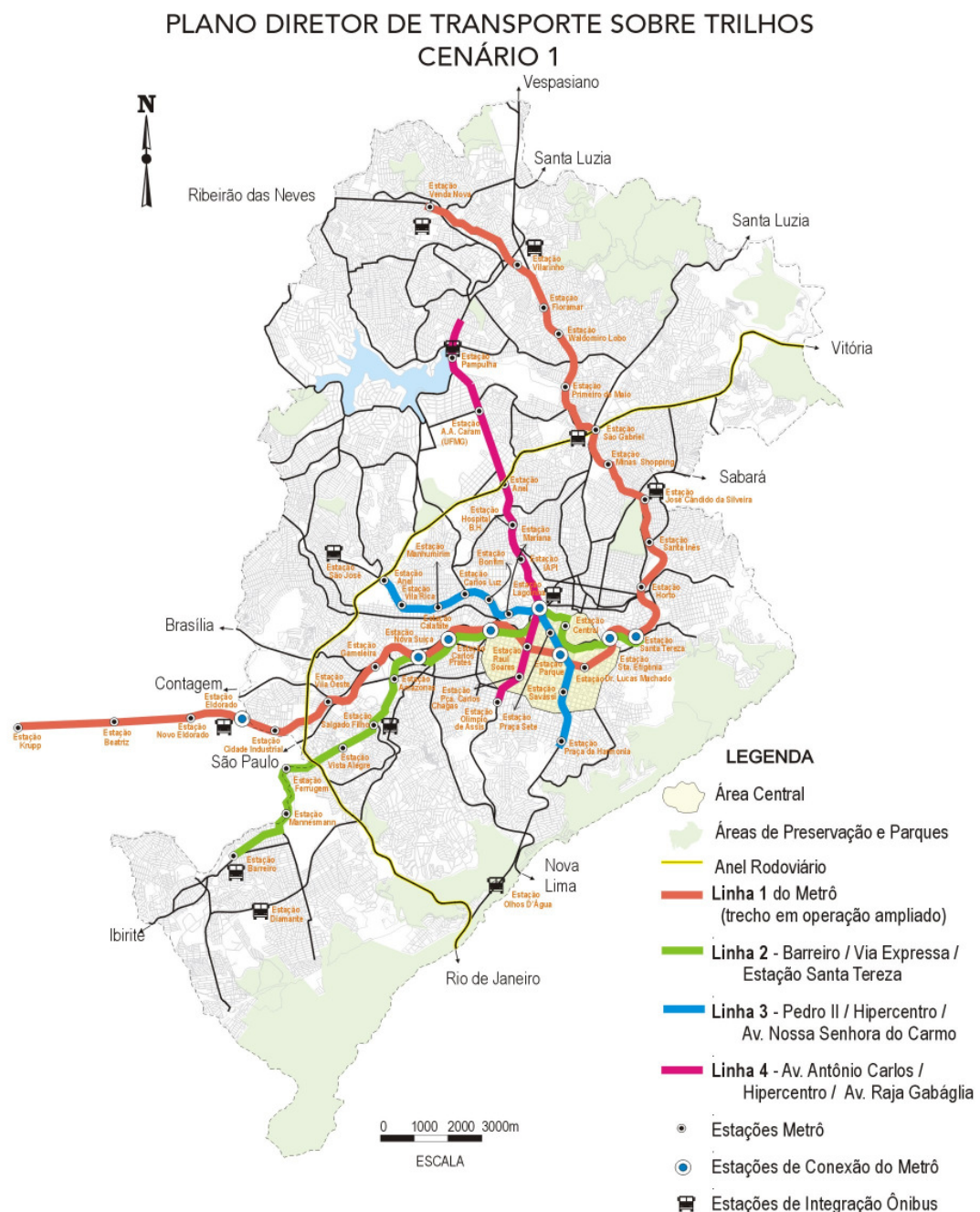


FIGURA 19 - Representação gráfica do Cenário escolhido para implantação do Plano Diretor de Transporte de Passageiros Sobre Trilhos da RMBH – Cenário 1
Fonte: INECO, 1999.

- Cenário 2, conforme FIG. 20, que consistia na malha rodoviária e em três linhas de transporte sobre trilhos: Linha 1, da cidade de Betim à região de Venda Nova, com traçado pelo Hipercentro de Belo Horizonte; Linha 2, da região do Barreiro ao bairro Santa Tereza, com traçado pela então rota da Linha 1 na área central, periférica ao Hipercentro; e Linha 3 / 4, da região da Pampulha à Av. Uruguai, no bairro Sion, resultante da fusão das Linhas 3 e 4 do Cenário 1, via Av. Antônio Carlos;

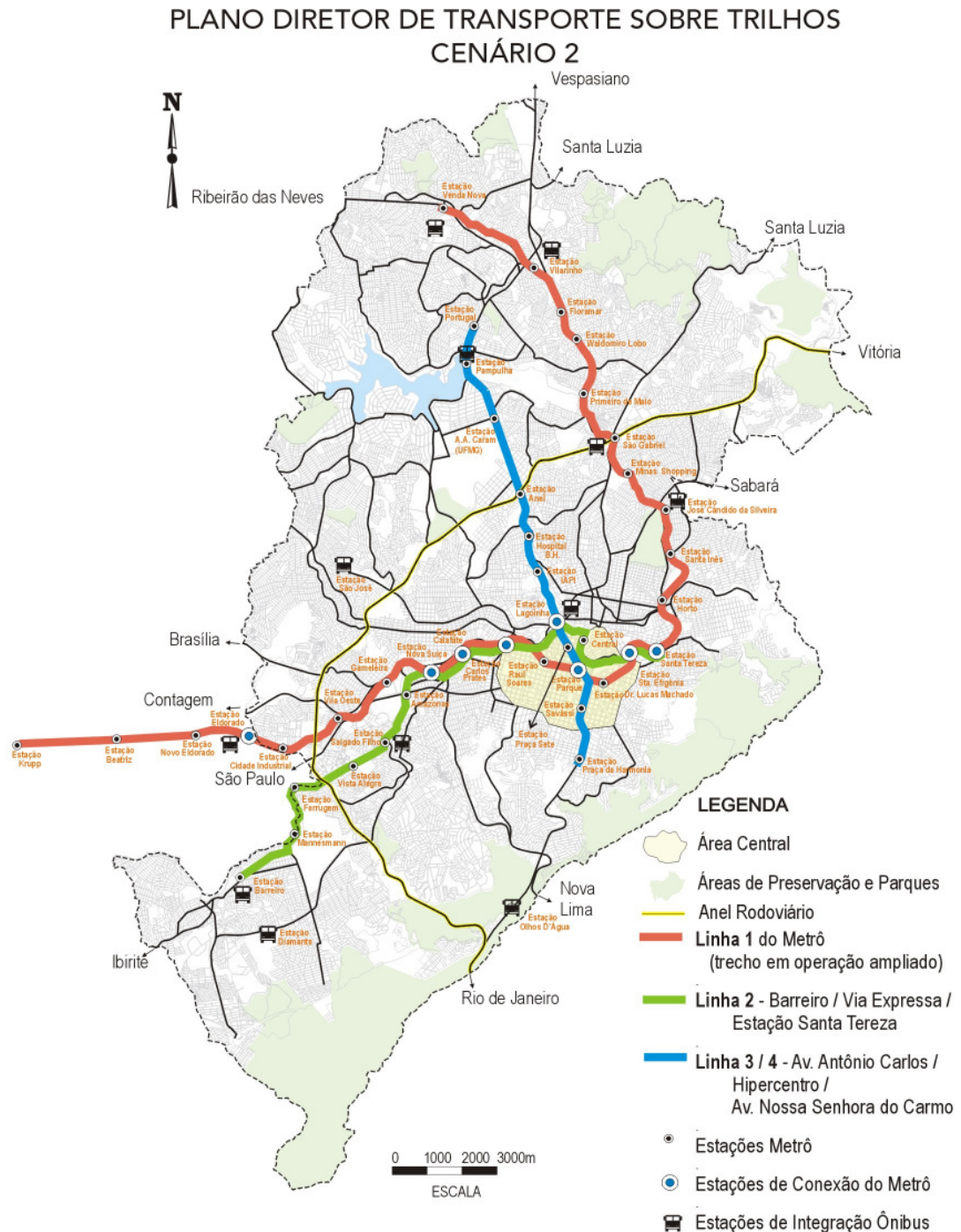


FIGURA 20 - Representação gráfica do Cenário escolhido para implantação do Plano Diretor de Transporte de Passageiros Sobre Trilhos da RMBH – Cenário 2
Fonte: INECO, 1999.

- Cenário 3, ilustrado na FIG. 21, que consistia no Cenário 2 acrescido da Linha 5, ligando as regiões Pampulha e Barreiro pela periferia de Belo Horizonte.

PLANO DIRETOR DE TRANSPORTE SOBRE TRILHOS CENÁRIO 3

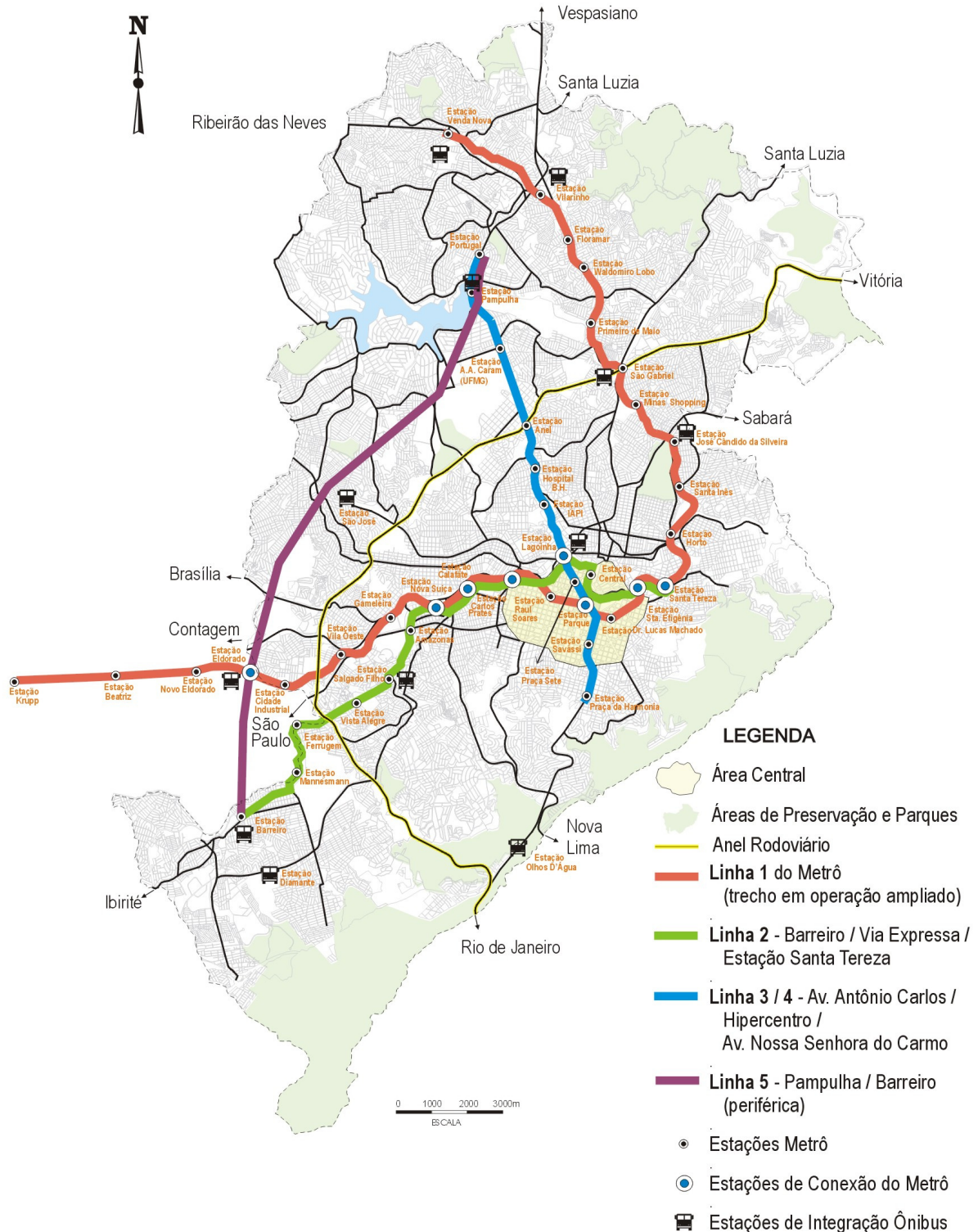


FIGURA 21 - Representação gráfica do Cenário escolhido para implantação do Plano Diretor de Transporte de Passageiros Sobre Trilhos da RMBH – Cenário 3
Fonte: INECO, 1999.

4.1.5.2 *Matrizes de viagens*

As matrizes de viagens do transporte coletivo foram projetadas para os anos 1999, 2009 e 2019, sendo que para esse último ano foram consideradas duas hipóteses de crescimento, dando origem às matrizes 2019 A e 2019 B. Para cada ano, foram obtidas quatro matrizes distintas para cada cenário da rede. Foi também gerada uma matriz de pico para cada matriz diária, para permitir o dimensionamento das modalidades de transporte.

4.1.5.3 *Carregamentos realizados*

Foram adotados parâmetros para que cerca de 95% das viagens fossem alocadas à rota de menor impedância entre cada par. Em uma primeira etapa, foram efetuados os carregamentos dos Cenários-Base 1, 2 e 3. Essas simulações iniciais possibilitaram uma melhor compreensão da movimentação de passageiros na região metropolitana e deram origem a três novos cenários de carregamento:

- Cenário 4, ilustrado na FIG. 22, que consistia na malha rodoviária e em quatro linhas de transporte sobre trilhos: Linha 1, da cidade de Betim ao bairro Justinópolis (cidade de Ribeirão das Neves), com traçado pelo Hipercentro de Belo Horizonte; Linha 2, da região do Barreiro ao bairro Santa Tereza, com traçado pela então rota da Linha 1, periférica à área central; Linha 3, do bairro Alípio de Melo à Av. Uruguai, via Av. Dom Pedro II; e Linha 4, da região da Pampulha à Av. Raja Gabaglia, via Av. Antônio Carlos;

PLANO DIRETOR DE TRANSPORTE SOBRE TRILHOS CENÁRIO 4

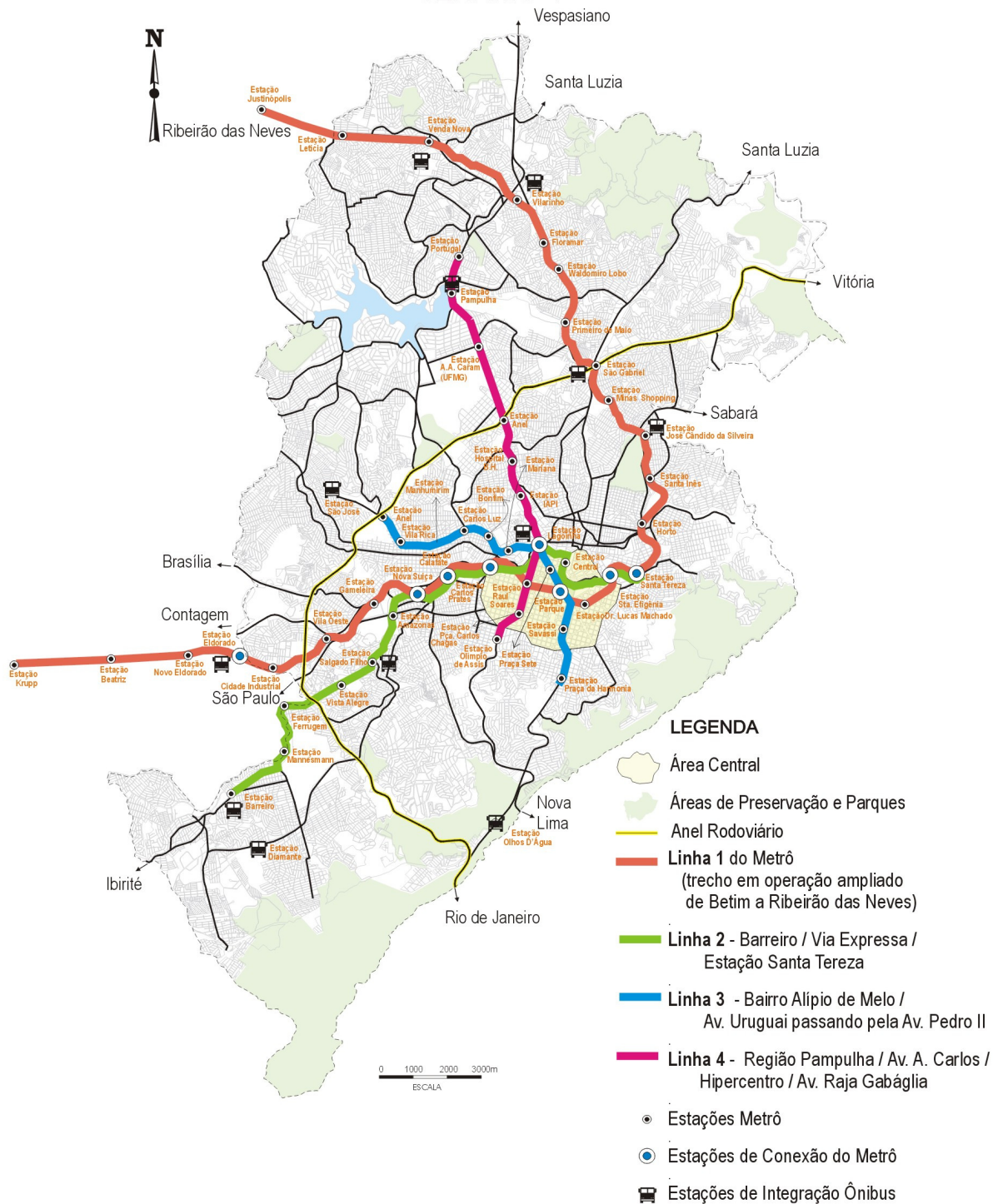


FIGURA 22 - Representação gráfica do Cenário escolhido para implantação do Plano Diretor de Transporte de Passageiros Sobre Trilhos da RMBH – Cenário 4
Fonte: INECO, 1999.

- Cenário 5, que consistia na malha rodoviária e em três linhas de transporte sobre trilhos: Linha 1, da cidade de Betim à região Venda Nova, com traçado pela então rota da Linha 1 na área central, periférica ao Hipercentro; Linha 2, da região do

Barreiro ao bairro Santa Tereza, com traçado unindo-se à Linha 1 na Estação Calafate, periférica à área central; Linha 3, da região da Pampulha ao bairro Savassi, conectando-se à Linha 1 na estação Vilarinho e seguindo na diretriz da Av. Antônio Carlos e daí até a Savassi, conforme ilustrado na FIG. 23; e

PLANO DIRETOR DE TRANSPORTE SOBRE TRILHOS CENÁRIO 5

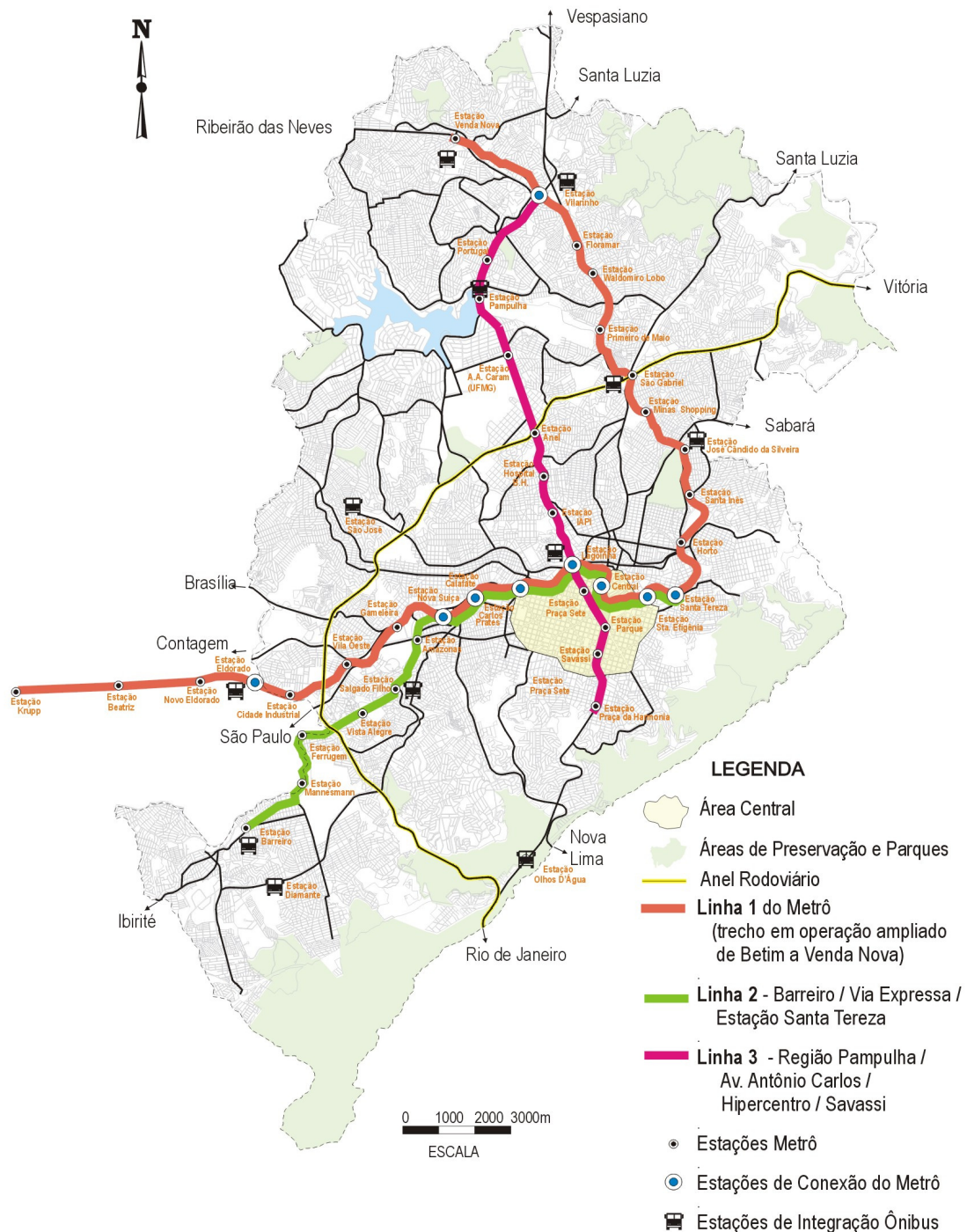


FIGURA 23 - Representação gráfica do Cenário escolhido para implantação do Plano Diretor de Transporte de Passageiros Sobre Trilhos da RMBH – Cenário 5
Fonte: INECO, 1999.

- Cenário 6, ilustrado na FIG. 24, que consistia no Cenário 5, com a Linha 3 operando apenas no trecho região da Lagoinha / Savassi, com o acréscimo de uma Linha 4, periférica desde a estação Vilarinho à cidade de Ibirité, passando pelos bairros Alípio de Melo e Eldorado.

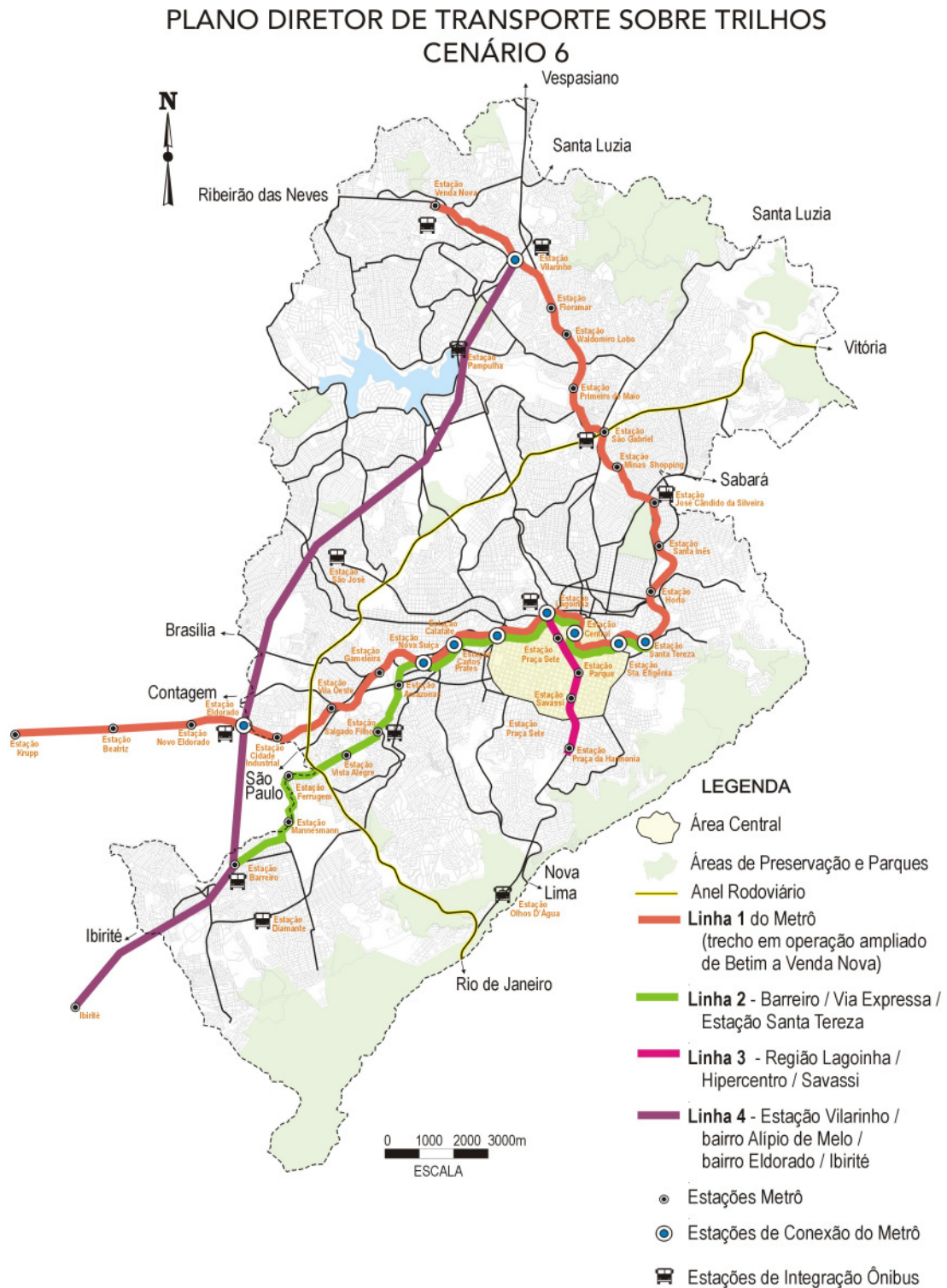


FIGURA 24 - Representação gráfica do Cenário escolhido para implantação do Plano Diretor de Transporte de Passageiros Sobre Trilhos da RMBH – Cenário 6
Fonte: INECO, 1999.

A partir dos resultados obtidos, chegou-se ao Cenário 7, como resultado de refinamentos sucessivos. Esse cenário foi avaliado como a proposição mais economicamente viável a ser implantada em Belo Horizonte:

- Cenário 7, que consistia na malha rodoviária e em três linhas de transporte sobre trilhos: Linha 1, da região da Krupp⁸ em Betim à região de Venda Nova, com traçado pela então rota da Linha 1 na área central, periférica ao Hipercentro; Linha 2, da região do Barreiro ao bairro Santa Tereza, com traçado unindo-se à Linha 1 na Estação de Metrô Calafate, periférica à área central; Linha 3, da região da Pampulha ao bairro Savassi, seguindo na diretriz da Av. Antônio Carlos e daí até a Savassi, sem conexão com a Linha 1 na estação Vilarinho;

O Cenário 7 está ilustrado na FIG. 25. Em função dos resultados obtidos nas simulações, esse foi o cenário recomendado para implantação, com as seguintes características detalhadas:

- Linha 1, do bairro Eldorado, na cidade de Contagem, à região Venda Nova, em Belo Horizonte, com traçado pela então rota da Linha 1 na área central, periférica ao Hipercentro, e com três operações diferenciadas em seus extremos (entre a região da Krupp em Betim e o bairro Eldorado em Contagem; entre este e o bairro Lagoinha; e entre esta e o bairro Justinópolis, na cidade de Ribeirão das Neves).
- Linha 2, da região do Barreiro ao bairro Santa Tereza, com traçado operando em linha própria entre o Barreiro e a Rodoviária e em via compartilhada em trecho da Linha 1; e
- Linha 3, da região da Pampulha ao bairro Savassi, seguindo na diretriz da Av. Antônio Carlos e daí até a Savassi. Essa linha teria traçado subterrâneo.

⁸ A Krupp é uma indústria de mecânica pesada instalada na década de 1970 às margens do km 491,3 da Rodovia Fernão Dias (BR-381/MG), em Betim.

PLANO DIRETOR DE TRANSPORTE SOBRE TRILHOS CENÁRIO 7 - FINAL

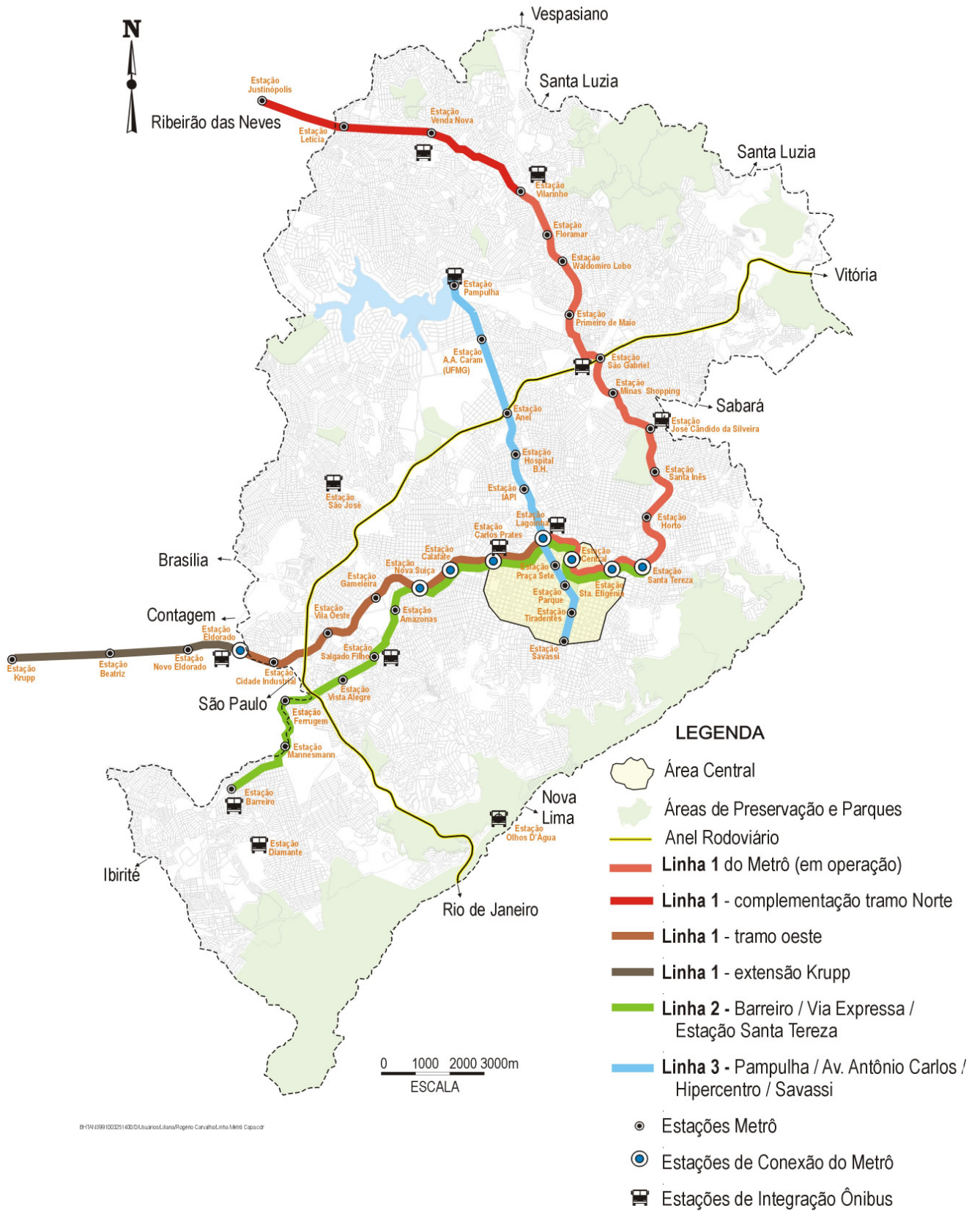


FIGURA 25 - Representação gráfica do Cenário escolhido para implantação do Plano Diretor de Transporte de Passageiros Sobre Trilhos da RMBH – Cenário 7
Fonte: INECO, 1999.

4.1.5.4 Principais resultados dos carregamentos

Os resultados foram apresentados com simulações diária e para os horários de pico para os cenários 2009, 2019 A e 2009 B. Também foram apresentados os resultados da movimentação de passageiros por estação, diária e na hora pico, para esses mesmos cenários. Atém-se aqui aos resultados da simulação para o horário de pico no Cenário 2019 A, apresentado na TAB. 3.

Quanto às estimativas de demanda simuladas para o Cenário escolhido para o ano de 2019, destacaram-se as seguintes observações quanto à Linha 1:

- A demanda inicial seria de 30.000 passageiros na hora pico, mantendo um bom equilíbrio de 45.000 passageiros na hora pico, até atingir a Estação Central;
- Haveria um esvaziamento, com desembarque concentrado de passageiros nas estações Central (7.000 passageiros / hora pico), Lagoinha (18.000 passageiros / hora pico) e Carlos Prates (4.000 passageiros na hora pico); e
- No sentido oposto, Krupp / Justinópolis (na cidade de Ribeirão das Neves), o Tramo Oeste atingiria demandas de 42.500 passageiros entre Estações de Metrô Calafate e Carlos Prates;

A Estação de Metrô Lagoinha apresentaria forte movimentação de 47.000 passageiros desembarcando na hora pico, ou seja, quase 800 pessoas por minuto, o que demandaria tratamento especial na estação. Além disso, a cada trem do Tramo Norte da Linha 1, sairiam 758 passageiros na hora pico. A cada trem do Tramo Oeste, sairiam 1.380 passageiros na hora pico. A cada trem da Linha 3 que passasse nessa estação, mudaria da Linha 1 para o sentido sul da Linha 3 um total de 565 passageiros por hora pico. A TAB. 6 apresenta os resultados da simulação para o horário de pico no Cenário 2019 A.

TABELA 3 - Plano Diretor de Transporte de Passageiros Sobre Trilhos da RMBH - Movimentação de Passageiros por Estação – horário de pico – cenário 7

| Linha | Estação | Local | Transbordo | Ônibus-Metrô | Total |
|-------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | | Metrô- Metrô | | |
| 1 | Krupp | 10.396 | 0 | 11.015 | 21.411 |
| 1 | Beatriz | 1.784 | 0 | 232 | 2.015 |
| 1 | Eldorado | 4.821 | 0 | 10.316 | 15.137 |
| 1 | Cidade Industrial | 604 | 0 | 12.046 | 12.649 |
| 1 | Vila Oeste | 2.404 | 0 | 0 | 2.404 |
| 1 | Gameleira | 415 | 0 | 1.731 | 2.146 |
| 1 | Calafate | 991 | 19.848 | 463 | 21303 |
| 1 | Carlos Prates | 5.610 | 0 | 1.770 | 7.380 |
| 1 | Lagoinha | 8.944 | 33.189 | 22.674 | 64.807 |
| 1 | Central | 4.518 | 0 | 3.459 | 7.978 |
| 1 | Santa Efigênia | 897 | 0 | 790 | 1.687 |
| 1 | Santa Tereza | 2.484 | 0 | 940 | 3.424 |
| 1 | Horto | 1.875 | 0 | 958 | 2.833 |
| 1 | Santa Inês | 648 | 0 | 139 | 788 |
| 1 | José Cândido | 2.171 | 0 | 7.719 | 9.889 |
| 1 | Minas Shopping | 1.808 | 0 | 1.524 | 3.332 |
| 1 | São Gabriel | 1.917 | 0 | 11.647 | 13.565 |
| 1 | Primeiro de Maio | 536 | 0 | 273 | 810 |
| 1 | Waldomiro lobo | 959 | 0 | 5.581 | 6.540 |
| 1 | Floramara | 2.353 | 0 | 0 | 2.353 |
| 1 | Via Norte (Vilarinho) | 1.825 | 0 | 2.580 | 4.405 |
| 1 | Venda Nova | 2.008 | 0 | 6.042 | 8.051 |
| 1 | Letícia | 2.903 | 0 | 46 | 2.949 |
| 1 | Justinópolis | 26.890 | 0 | 9.656 | 36.546 |
| 1 | Total Linha 1 | 89.761 | 53.037 | 111.601 | 254.402 |
| 2 | Barreiro | 1.330 | 0 | 11.460 | 12.790 |
| 2 | Ferrugem | 372 | 0 | 7 | 378 |
| 2 | Salgado Filho | 1.721 | 0 | 4.538 | 6.260 |
| 2 | Amazonas | 3.527 | 0 | 51 | 3.578 |
| 2 | Calafate | 444 | 19.848 | 731 | 21.023 |
| 2 | Total Linha 2 | 7.394 | 19848 | 16.787 | 44.029 |
| 3 | Pampulha | 5.795 | 109 | 26.069 | 31.975 |
| 3 | Abraão Caram | 4.707 | 0 | 0 | 4.707 |
| 3 | Anel | 1.508 | 0 | 0 | 1.508 |
| 3 | Hospital Belo Horizonte | 2.804 | 0 | 621 | 3.425 |
| 3 | Concórdia | 856 | 0 | 0 | 856 |
| 3 | Lagoinha | 4.955 | 33.189 | 23.049 | 61.193 |
| 3 | Sete de Setembro | 12.091 | 0 | 0 | 12.091 |
| 3 | Parque Municipal | 13.986 | 0 | 0 | 13.986 |
| 3 | Tiradentes | 8.453 | 0 | 10.867 | 19.319 |
| 3 | Savassi | 5.953 | 0 | 0 | 5.953 |
| 3 | Total Linha 3 | 61.108 | 33.298 | 60.606 | 155.013 |
| 1-3 | Total geral | 158.263 | 106.183 | 188.994 | 453.444 |

Fonte: INECO, 1999, p. 180.

Quanto às estimativas de demanda simuladas para o cenário escolhido para o ano de 2019, destacaram-se as seguintes observações quanto à Linha 2:

- As demandas iniciais na Estação Barreiro seriam da ordem de 10.600 passageiros na hora pico;
- O trecho mais carregado seria na Estação de Metrô Calafate, com 16.000 passageiros na hora pico;
- No sentido oposto, as demandas máximas seriam de 5.000 passageiros na hora pico.

Quanto às estimativas de demanda simuladas para o cenário escolhido para o ano de 2019, destacaram-se as seguintes observações quanto à Linha 3:

- Os embarques na Estação Pampulha seriam da ordem de 27.300 passageiros na hora pico;
- A linha sairia da Estação Lagoinha com 45.800 passageiros; e
- Haveria forte volume de desembarques nas Estações de Metrô Tiradentes (16.000 passageiros/hora pico), Parque Municipal (13.000 passageiros/hora pico), Praça Sete (11.000 passageiros/hora pico) e Lagoinha (11.000 passageiros/hora pico).

O estudo foi bastante complexo e detalhou ainda a localização e dimensionamento preliminar das estações, o dimensionamento da frota, a estimativa de custos, a proposta preliminar de integração, a avaliação preliminar dos impactos ambientais, a análise dos impactos sobre o uso do solo, as intervenções necessárias no sistema viário e no plano de circulação, os impactos sobre o sistema de transporte urbano na RMBH e a análise de viabilidade econômica da alternativa escolhida. No caso dessa última análise, incluíram-se escalonamento dos investimentos, determinação dos benefícios e dos custos, avaliações de fontes e mecanismos de financiamentos, inclusive com alternativas de participação privada, conceitos e etapas de financiamento de projetos, possíveis modelos de promoção e gestão do projeto, avaliação do crédito do empreendedor, estrutura financeira, acordo entre credores, tipo de juro e fontes de financiamento.

Para os propósitos desta dissertação, interessa descrever ainda a etapa de análise dos impactos da alternativa selecionada sobre o sistema de transporte urbano na região metropolitana. As

análises visaram inferir sobre os impactos no carregamento do sistema viário e sobre o equilíbrio econômico-financeiro do transporte público. Os impactos mais significativos, como era de se esperar, ocorreriam nas proximidades dos eixos de transporte adjacentes às linhas do metrô. Para a Linha 1, observou-se o seguinte:

- No trecho norte da Av. Cristiano Machado, haveria redução de cerca de 50 ônibus na hora pico, quase metade das viagens registradas naquele corredor na data de realização do estudo;
- No trecho Oeste, seriam esperadas reduções de até 120 ônibus na hora pico na Via Expressa e de 20 viagens de ônibus na hora pico na BR 381; e
- Nos eixos das avenidas Amazonas e Juscelino Kubitschek seriam esperadas reduções entre 178 e 225 ônibus na hora pico, sendo que o maior valor ocorreria próximo à área central.

Para a Linha 3, chegou-se à seguinte observação:

- Na Av. Pedro I, no seu trecho mais ao norte, entre a Av. Antônio Carlos e a Av. Olímpio Mourão Filho, esperar-se-ia um aumento do número de viagens por ônibus, uma vez que esse trecho passaria a funcionar como alimentador do metrô (passar-se-ia de cerca de 190 para cerca de 510 viagens por ônibus na hora pico);
- Na Av. Antônio Carlos, no trecho compreendido entre o Anel rodoviário e a Av. Cristiano Machado, seria esperada uma redução entre 130 e 190 viagens de ônibus na hora pico, sendo que o maior valor aconteceria perto da área central; e
- Na Av. Afonso Pena, seria esperada uma redução de até 190 viagens de ônibus na hora pico.

Para a Linha 2, foi observado o seguinte:

- Na Av. Tereza Cristina haveria uma redução de até 200 ônibus na hora pico; e
- Na Av. Pedro II, que pode ser considerada um divisor de bacias das Linhas 1 e 3, haveria uma redução de até 130 ônibus na hora pico.

As projeções consideraram que a implantação das três linhas de metrô elevaria a demanda do trem para cerca de 860.000 passageiros por dia útil, tendo como referência o ano de 1999. A diferença entre a demanda do sistema ferroviário de passageiros em 1999 era de 73.000 passageiros por dia, o que implica que a diferença observada, de cerca de 787.000 passageiros por dia útil, seria transferida do sistema ônibus para o metroviário. Esses passageiros representariam cerca de 1.570 viagens de ônibus por dia e o estudo acabou por concluir que a perda de viagens do sistema ônibus seria em torno de 670.000 viagens por dia. No entanto, o estudo não constatou perda de demanda do sistema ônibus, uma vez que o sistema metroviário proposto baseava-se em um sistema tronco-alimentado, com alimentação por meio dos ônibus.

O estudo avançou ainda em estimar os impactos sobre a receita do sistema ônibus, simulando cenários de integração, com repartição de bilhetes integrados com 43% das receitas para os ônibus e 57% para o metrô. A perda de receita do sistema ônibus seria de cerca de 8,5%. Embora tenha ponderado que não se podia afirmar que haveria desequilíbrio econômico-financeiro no sistema de transporte público, o estudo assumiu que seria necessário repensar todo o modelo operacional do sistema, assegurando uma redução dos custos globais que garantisse compromissos contratuais entre poder concedente e concessionárias prestadoras do serviço de transporte por ônibus.

O que o estudo não examinou, mas que pode ser inferido, é que certamente a implantação da alternativa proposta, se não implicaria necessariamente perda do número de viagens, implicaria perda de produção quilométrica do sistema ônibus, o que teria impacto direto na remuneração das empresas. Outra ponderação que merece destaque é que a redução do número de ônibus nos principais corredores poderia gerar um impacto ambiental positivo muito grande, principalmente se o espaço viário fosse parcialmente retomado para a utilização de modos não motorizados de transporte, ampliando as calçadas e implantando ciclovias.

Em entrevista com o superintendente de planejamento e pesquisa da BHTRANS, Rogério Carvalho Silva, foi informado que o projeto de expansão do metrô de Belo Horizonte prevê as seguintes intervenções, com aprovação de recursos já definida:

- Melhorias na Linha 1 existente;
- Extensão da Linha 1 até o bairro Novo Eldorado, em Contagem;

- Implantação de parte da Linha 2, no trecho da região do Barreiro (Av. Amazonas) até a estação Santa Tereza da Linha 1;
- Implantação de parte da Linha 3, no trecho da região da Lagoinha até a região da Savassi.

Em entrevista junto aos analistas técnicos da CBTU, Luis Francisco Tomazzi Prosdocimi e Pedro Victor Noronha Renault, foi informado que atualmente estão sendo realizados novos estudos de atualização do Plano Diretor de Transporte sobre Trilhos, em que serão avaliadas: as alternativas de atendimento ao Centro Administrativo do Governo do Estado, com possível atendimento através da Linha 1 existente; e prolongamento da Linha 3 até Justinópolis, em Ribeirão das Neves.

Em entrevista junto ao analista técnico da CBTU, Pedro Victor Noronha Renault, foi analisada a proposta de expansão do metrô de Belo Horizonte que está sendo negociada pelo Governo do Estado e Prefeitura. No que se refere à proposta de implantação do trecho da Linha 3, que liga a Lagoinha à Savassi, o analista pondera que este é justamente o trecho de menor demanda projetadas da Linha 3, cuja implantação só se justificaria no trecho completo, de Pampulha até a Savassi. Quanto à proposta de implantar apenas o trecho Calafate até Praça Sete da Linha 2, também é ponderado que o trecho Barreiro até Praça Sete teria maior demanda.

O analista técnico da CBTU, Luis Francisco Tomazzi Prosdocimi, afirmou ainda, em entrevista, que o projeto de expansão do metrô de Belo Horizonte que está sendo negociado pelo Governo do Estado e Prefeitura não prevê pátio de manutenção nem oficina, o que deve comprometer a operação.

4.2 O plano de mobilidade urbana de Belo Horizonte – PlanMob-BH

O Plano de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte (PlanMob-BH) foi concluído em 2008 e apresentou uma análise do desempenho dos diversos componentes do sistema de mobilidade. Esse plano teve como diretrizes o adensamento da ocupação urbana no entorno dos corredores de transporte de massa, visando alcançar mudanças na divisão modal, com aumento do número de viagens por modos não motorizados. Os principais eixos de expansão urbana

identificados foram: (i) Eixo Norte, em direção ao Aeroporto de Confins, composto pela Av. Antônio Carlos, Av. Cristiano Machado e Linha Verde; (ii) Eixo Noroeste, na direção das cidades de Contagem e Ribeirão das Neves, composto pela Av. Pedro II, Rua Padre Eustáquio e parte da Via Urbana Leste-Oeste; (iii) Eixo Oeste, na direção das cidades de Contagem e Betim, composto pela Av. Amazonas, Av. Tereza Cristina e parte da Via Urbana Leste-Oeste; (iv) Eixo Sul, em direção à cidade de Nova Lima, composto pela Av. Raja Gabaglia e pela Av. Nossa Senhora do Carmo; e (v) Eixo Leste, em direção à cidade de Sabará, estruturado pela Av. dos Andradas.

O plano definiu vários eixos estruturantes, concebidos como corredores BRT, com 23,1 km de vias exclusivas para ônibus, divididas em dois eixos principais – corredor Cristiano Machado (7,1 Km) e corredor Antônio Carlos-Pedro I (14,7 km) – articulados na área central (avenidas Paraná e Santos Dumont, também contempladas com a implantação de infraestrutura no mesmo padrão – 1,3 km). Não houve previsão de operação urbana consorciada nos corredores de BRT e tampouco foi realizado estudo de impacto de vizinhança para avaliação do impacto urbano.

O PlanMob-BH definiu alguns objetivos estratégicos para o sistema de mobilidade da cidade:

- Tornar o transporte coletivo mais atrativo em comparação com o transporte individual;
- Promover a segurança no trânsito para melhoria da saúde e garantia da vida;
- Assegurar que as intervenções no sistema de mobilidade urbana contribuam para a melhoria da qualidade ambiental e estimulem os modos não motorizados de transporte;
- Tornar a mobilidade urbana um fator positivo para o ambiente de negócios da cidade;
- e
- Tornar a mobilidade urbana um fator de inclusão social.

Para alcançar o objetivo estratégico de tornar a mobilidade urbana um fator de inclusão social, foram definidas duas estratégias associadas: (i) promover política tarifária do transporte coletivo com vistas a proporcionar maior inclusão social; e (ii) garantir a cobertura espacial e temporal para atendimento aos usuários de transporte público. Para alcançar o objetivo estratégico de tornar o transporte coletivo mais atrativo em comparação com o transporte

individual, foram definidas seis estratégias associadas. Foram elas: (i) implantar rede estruturante do transporte coletivo, integrando sistemas de alta e média capacidade; (ii) ampliar as intervenções de prioridades ao transporte coletivo no sistema viário; (iii) modernizar os sistemas de informação sobre o transporte coletivo; (iv) ampliar a integração física, operacional e tarifária do transporte coletivo em Belo Horizonte e na RMBH; (v) diversificar os modos de transporte coletivo; e (vi) desestimular, onde necessário, o uso do automóvel de modo articulado à melhoria do transporte coletivo.

Interessa aos propósitos desta dissertação detalhar duas das estratégias associadas ao objetivo de tornar o transporte coletivo mais atrativo em detrimento do transporte individual:

- Implantar rede estruturante do transporte coletivo, integrando sistemas de alta e média capacidade; e
- Ampliar a integração física, operacional e tarifária do transporte coletivo em Belo Horizonte e na RMBH.

Cada uma das estratégias desdobrar-se-ia em medidas adotadas pelo PlanMob-BH. A implantação de rede estruturante do transporte coletivo seria diretamente associada à seguinte medida: “Toda a rede estrutural de transporte coletivo está suportada por um conjunto de quatorze corredores exclusivos de ônibus de elevada capacidade – BRT e na expansão do sistema sobre trilhos, com a ampliação da Linha 1 e a construção das Linhas 2 e 3, possibilitando a integração física e tarifária entre estes sistemas e as linhas alimentadoras ao longo de toda a cidade” (LOGIT, 2012, p. 45). O plano prevê para o horizonte 2014 as seguintes melhorias:

- Modernização da Linha 1 do trem metropolitano, mantendo a sua configuração atual, com melhoria da capacidade através da diminuição do intervalo entre trens para quatro minutos e aumento das composições para seis carros;
- Pista exclusiva com duas faixas por sentido no corredor Av. Antônio Carlos e Av. Pedro I; e
- Pista exclusiva com uma faixa por sentido com ultrapassagem nos corredores: Av. Cristiano Machado (trecho entre a Estação São Gabriel e o Centro); Av. Carlos Luz e Av. Pedro II; Av. Vilarinho; Av. Amazonas; Av. Tereza Cristina, desde a Estação

Barreiro à Av. Amazonas; Via do Minério, desde a Estação Diamante, pela Via do Minério, até o Anel Rodoviário; e Av. Portugal.

Para o horizonte 2020, foram previstas as seguintes melhorias:

- Implantação de novas linhas do sistema metroviário: Linha 2, entre a região do Barreiro e a região hospitalar, e Linha 3, entre o bairro Savassi e a região da Pampulha;
- Complementação da faixa exclusiva do corredor da Av. Cristiano Machado, completando 30 km na porção norte desse corredor;
- Pista exclusiva com uma faixa por sentido sem ultrapassagem nos corredores: Anel Intermediário⁹; Av. do Contorno; Av. Raja Gabaglia; Av. dos Andradas; e bairros Savassi/Belvedere.

Embora tenha definido as intervenções estruturantes propostas, bem como o modo de transporte a ser utilizado em cada corredor, o relatório final do PlanMob-BH não apresentou dados relativos à demanda e à oferta de transporte por corredor.

A ampliação da integração física, operacional e tarifária do transporte coletivo em Belo Horizonte e na RMBH é diretamente associada à seguinte medida: “Todo o sistema de transporte coletivo, tanto a componente estrutural quanto a de alimentação, foi concebido de maneira a garantir consistência nas operações de transferência entre modos segundo os aspectos físicos, operacionais e tarifários, garantindo conforto e acessibilidade aos usuários”. (LOGIT, 2012, p. 45)

O plano preveu para o horizonte 2014 as seguintes melhorias:

- Implantação dos seguintes pontos de integração no serviço municipal (estações fechadas de integração do sistema tronco-alimentado): Venda Nova, Barreiro, São

⁹ O Anel Intermediário é composto por um conjunto de vias que configuram uma rota periférica à área central, localizada geograficamente entre o Anel Rodoviário de Belo Horizonte e a área da Av. do Contorno. Composto dos seguintes trechos de vias: Av. B Homem de Melo, VULO, Av. Américo Vespúcio, Av. Bernardo Vasconcelos, Via 710 (sistema viário perimetral à área central, que tem início na Avenida dos Andradas, principal corredor radial da região Leste, e finda na Avenida Cristiano Machado, principal corredor da região Nordeste) e Via 276 (Av. projetada Parque da Serra, ligando o Mangabeiras ao Belvedere).

Gabriel, Venda Nova, Vilarinho, Céu Azul, Pampulha, Venda Nova, Vilarinho e Alípio de Melo;

- Implantação dos seguintes pontos de integração no serviço metropolitano (estações previstas no “sistema intermunicipal tronco-alimentador proposto no processo de Licitação do DER-MG”): Betim (cidade de Betim), Nova Contagem e Tancredo Neves (cidade de Contagem), Ibitaré (cidade de Ibitaré), Nova Lima (cidade de Nova Lima), Justinópolis (cidade de Ribeirão das Neves), Alvorada (cidade de Sabará), Santa Luzia (cidade de Santa Luzia), Sarzedo (cidade de Sarzedo), Linha Verde (cidade de Vespasiano).

Para o horizonte 2020, foram previstas as seguintes melhorias:

- Ampliação do sistema tronco-alimentado municipal com as novas estações José Cândido, Belvedere e Salgado Filho;
- Integração metropolitana junto às estações Vilarinho, Barreiro, São Gabriel e Cidade Industrial (ampliada); e
- Implantação dos seguintes pontos de integração no serviço metropolitano (estações previstas no “sistema intermunicipal tronco-alimentador proposto no processo de Licitação do DER-MG” (LOGIT, 2012, p. 117): Ceasa, João César de Oliveira e Vila Pérola (cidade de Contagem); Juatuba (cidade de Juatuba); Jardim Canadá (cidade de Nova Lima); Jardim Colonial (cidade Ribeirão das Neves); São Benedito (cidade de Santa Luzia); São José da Lapa (cidade de São José da Lapa) e Vespasiano (cidade de Vespasiano).

O PlanMob-BH recomendou que nas estações de integração deveriam ser previstos estacionamentos integrados, especialmente nas regiões de renda mais alta, como Belvedere e Pampulha. O relatório final do PlanMob-BH não mencionou qualquer proposição de integração física ou tarifária entre os sistemas municipal e metropolitano. Quanto à política tarifária, o plano adotou a seguinte premissa: “a condição adotada foi de manter, em todos os cenários e horizontes considerados a estrutura atualmente vigente para o sistema municipal”, não havendo qualquer referência à adoção de tarifas únicas ou mesmo ampliação das vantagens tarifárias com o sistema integrado, exceto nas estações do BRT, onde se previa a possibilidade de trocas sem cobrança de valor adicional (LOGIT, 2009, p. 121).

O PlanMob-BH concluiu que :

... a efetiva racionalização do sistema de transporte e, conseqüentemente, a proposição de um amplo sistema de mobilidade para toda a população deverá passar, necessariamente, pelo equacionamento da questão metropolitana, tanto em termos de uma solução operacional conjunta, mas, principalmente, através de um sistema totalmente integrado tarifariamente. (LOGIT, 2009, p. 143)

O plano considerou ainda que todas as propostas deveriam ser tratadas com o mesmo nível de prioridade e planejadas e implantadas de forma integrada, evitando a resolução de problemas pontuais e considerando cada intervenção parte de um sistema mais amplo. O PlanMob-BH contemplou o Plano de Gerenciamento da Demanda e Diretrizes para Melhoria da Oferta. Nesse relatório, foram descritas as análises específicas, que, através de simulação, consistiam em comparar cada alternativa estudada em relação a uma situação de referência, tendo como base o ano de 2008. Após definida a concepção de cada cenário, a partir de técnicas de análise comparativa, foi feita a análise do desempenho de cada um dos cenários:

- Cenário-Base 2020, que representa a situação caracterizada pela não implantação de melhorias nos sistemas de transporte coletivo e viário;
- Cenário Conservador 2020, em que foram testadas quatro variações objetivando analisar o desempenho da rede, particularmente na Área Central e seus acessos;
- Cenário Intermediário 1 2020, em que foi testado o impacto do pagamento externo da tarifa aos veículos, nos corredores de transporte coletivo sobre os indicadores de desempenho desse sistema e do tráfego geral;
- Cenário Intermediário 2 2020 BRT, em que se avaliou o grau de melhoria no sistema de transporte coletivo de Belo Horizonte causado pela implantação de uma extensa rede de corredores de ônibus com operação segregada e elevada capacidade, assim como os impactos sobre o tráfego geral;
- Cenário Intermediário 3 2020 Rodízio de Placas, em que se avaliou, de forma isolada, o efeito da implantação de medidas de restrição ao uso de automóvel na Área Central de Belo Horizonte, a partir da implantação de rodízio de placas;
- Cenário Intermediário 4 2020 Pedágio Urbano, em que se avaliou o potencial de medidas de restrição ao uso do automóvel particular, com pedágio de R\$ 10,00 imputado a todas as viagens de automóvel que acessam a região delimitada pela Avenida do Contorno;

- Cenário Intermediário 5 2020 Restrição de Estacionamento, em que se avaliou o potencial dessa medida como instrumento de restrição ao uso de automóvel em Belo Horizonte, considerando um acréscimo de R\$ 10,00 em relação aos preços praticados atualmente para estacionamento na região central;
- Cenário Radical 2020, em que são previstas grandes intervenções no sistema viário e no sistema de transporte coletivo por ônibus, como a implantação de uma rede abrangente de corredores de ônibus baseados nos conceitos dos Sistemas BRT, assim como todas as obras previstas no VIURBS¹⁰;
- Cenário Radical Plus 2020, em que, além das mesmas características do anterior, são previstas as implantações completas das Linhas 2 e 3 do sistema metroviário; e
- Cenário Radical Plus Rodízio Quatro Placas 2020, em que se avaliou o desempenho agregado de amplas medidas de melhoria do sistema de circulação viária, priorização do transporte coletivo, ampliação da rede de transporte não motorizado e restrição ao uso de transporte individual na Área Central.

Exclusivamente para o Cenário Radical Plus 2020, foi apresentada uma estimativa numérica da demanda de passageiros no corredor da Av. Antônio Carlos.

O novo desenho da rede de metrô faz com que a nova Linha 2 capture os 6 mil passageiros que tinham sido tirados da avenida Amazonas e toma outros 6 mil da mesma avenida. Somando-se outras atrações, esta Linha 2 chega a transportar 20 mil passageiros no trecho mais carregado. [...] Em relação ao cenário anterior, o trecho central da Linha 3 captura uma demanda adicional de 6.000 passageiros entre a Lagoinha e a Praça Sete, no entanto, mantém a mesma demanda em direção ao sul. No trecho a partir da UFMG [Universidade Federal de Minas Gerais, na Pampulha], esta Linha atrai em torno de 8 mil passageiros da Avenida Antônio Carlos e mais 2 mil novos usuários, levando no segmento mais carregado mais de 20 mil passageiros na hora pico. A demanda ao norte da Pampulha, pela Avenida D. Pedro I, no entanto, continua superior que 30 mil passageiros por hora. (LOGIT, 2009, p. 137)

Para o Cenário Intermediário 5 2020 Restrição de Estacionamento, o relatório apontou: “Para o transporte público os resultados são [...] acentuados na Amazonas e na Antônio Carlos, onde o fluxo de passageiros por hora chega respectivamente a 38 mil e 44 mil (na barragem da Pampulha).” (LOGIT, 2009, p. 169) Dessa forma, foi possível concluir que uma política de restrição de estacionamento na área central serviria como desestímulo ao uso do automóvel,

¹⁰ O VIURBS é o Programa de Estrutura Viária de Belo Horizonte, um conjunto de propostas que prevê 148 intervenções para criar alternativas transversais de trânsito de uma região a outra, descongestionando o hipercentro da capital.

com impacto direto no aumento da demanda do transporte público nos dois principais corredores de transporte da cidade.

Quanto à metodologia para determinação da demanda e da oferta de transportes, o PlanMob-BH não apresentou dados consistentes de estimativa de carregamento por corredor que viessem a justificar a adoção de um modo em detrimento de outro. Ao contrário, a simulação dos diversos cenários considerou os modos de transporte como predefinições para as quais se buscassem estimar os impactos. Ao estimar a demanda de 44.000 passageiros por hora no corredor da Av. Antônio Carlos para um dos cenários, o plano se contradisse quanto ao modo de transporte indicado para esse corredor, uma vez que essa demanda não seria atendida por BRT, mas apenas por modos de transportes sobre trilhos.

Para o Plano de Melhoria da Oferta (LOGIT, 2009), o PlanMob-BH utilizou *softwares* de simulação como o EMME2 e o TRANSCAD, simulando cenários predefinidos. Com o objetivo de possibilitar a análise dos indicadores, os gráficos mostrados a seguir apresentam quatro cenários evolutivos, todos tendo como base o cenário rede 2008:

- Cenário 1: Base 2008 I Melhoria 2014 I Melhoria 2020;
- Cenário 2: Base 2008 I Melhoria 2014 I Copa 2020;
- Cenário 3: Base 2008 I Copa 2014 I Restrição de Investimentos 2020; e
- Cenário 4: Base 2008 I Copa 2014 I Investimentos Plenos 2020.

As análises foram realizadas em termos dos principais indicadores de desempenho da rede de transporte coletivo e sistema viário. Os resultados foram apresentados em termos de número de viagens do sistema como um todo, nas horas pico da manhã e da tarde, como ilustra o GRAF. 5.

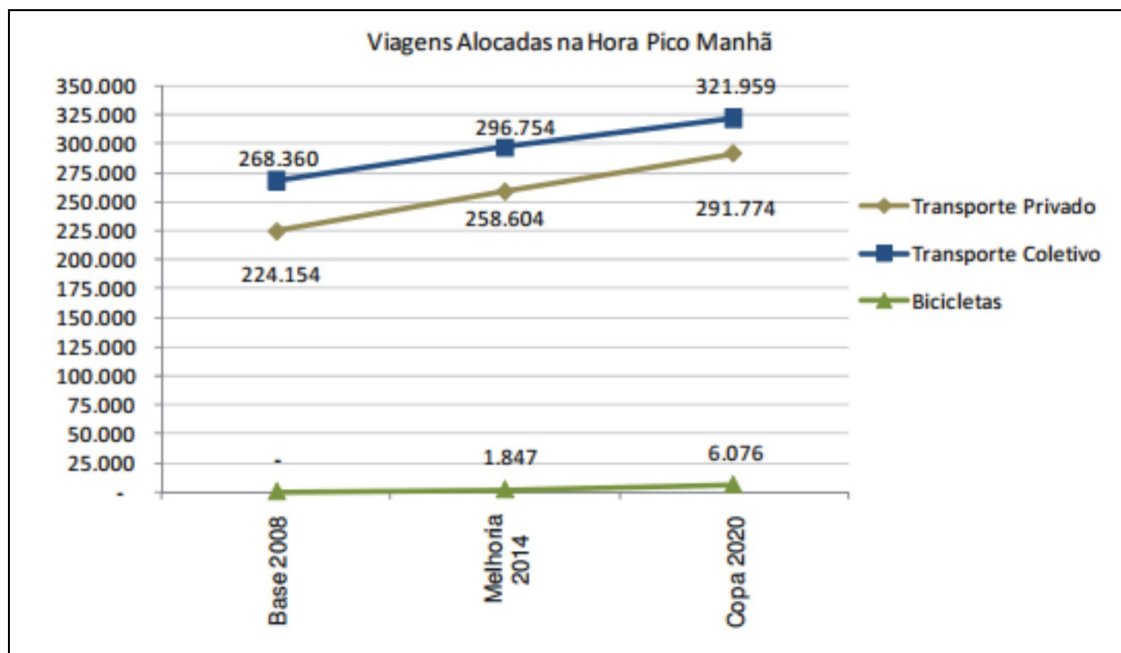


GRÁFICO 5 - Análise comparativa das viagens alocadas na hora pico da manhã – PlanMob-BH cenário 2
Fonte: LOGIT, 2010, p. 172.

Avalia-se que esse tipo de informação é de difícil análise em termos de capacidade, demanda e oferta de corredor específico, dizendo mais sobre tendências do município como um todo. Indicadores de desempenho de corredor por corredor de transporte coletivo e de sistema viário tendem a ser mais úteis para a análise de desempenho, em termos de número de viagens nas horas pico da manhã e da tarde para cada trecho específico, ou para o trecho mais carregado de cada corredor.

Para atender aos objetivos estratégicos traçados, foram definidas as propostas de intervenção:

- Desenvolvimento Orientado pelo Transporte (Transit-Oriented Development - TOD), cujo foco principal são os transportes não motorizados e o transporte coletivo. A ideia base do TOD é obter desenvolvimento em torno da rede de transporte coletivo;
- BRT (Bus Rapid Transit); e
- Desestímulo ao uso dos modos motorizados individuais.

4.3 O BRT da Av. Antônio Carlos

Nas regiões atendidas pelo eixo viário da Av. Antônio Carlos estão localizados bairros bastante populosos da cidade, bem como importantes referenciais, como as instalações da

UFMG, o novo Centro Político Administrativo do Estado de Minas Gerais, a Lagoa e o Aeroporto da Pampulha, o Aeroporto de Confins (no Município de Confins) e o Estádio do Mineirão, que receberá os jogos da Copa do Mundo FIFA-2014.

Além da importante função para o transporte coletivo municipal, a Av. Antônio Carlos e a Av. Cristiano Machado são bastante utilizadas como rota das viagens intermunicipais aos municípios do Vetor Norte conurbados com Belo Horizonte (Ribeirão das Neves, Santa Luzia e Vespasiano), municípios que apresentam crescimento acima da média da RMBH, principalmente com uma população de rendas mais baixas, dependentes, intensamente, do transporte público coletivo.

O projeto do corredor de transporte público da Av. Antônio Carlos define uma bacia integrada no vetor norte do município. O BRT desse corredor foi definido em estudo concluído em 2012, pelo consórcio formado pelas empresas TECNOTRAN Engenheiros Consultores, de Belo Horizonte, e Oficina Engenheiros Consultores Associados, de São Paulo, sob coordenação da BHTRANS.

O projeto do BRT, em fase de implantação, define soluções comuns aplicáveis à rede de serviços e infraestruturas para o serviço municipal e para o serviço metropolitano, e, segundo o relatório final, as soluções comuns aplicadas aos dois sistemas conferem um tratamento uniforme no atendimento ao cidadão. A nova rede pressupõe a criação de dois tipos de linhas: as alimentadoras (municipais e metropolitanas) que levam a demanda dos bairros para as estações; e as linhas troncais (municipais e metropolitanas), com veículos de maior capacidade circulando pelas vias exclusivas.

Ainda de acordo com o relatório final de projeto, os aspectos operacionais da prestação dos serviços e os aspectos contratuais dos modelos de concessão dos serviços municipais e metropolitanos permanecerão separados. Uma das consequências é a separação de estações e linhas troncais nos corredores, em conjuntos municipais e metropolitanos. O relatório recomenda que os dois sistemas tenham uma única coordenação operacional e que, além desses dois conjuntos principais, haja um conjunto de linhas diametrais e radiais, que são remanescentes da rede atual ou que serão criadas especificamente para fazer frente a algum desatendimento potencial decorrente das mudanças propostas.

No relatório final do BRT, uma das razões apresentadas para justificar a adoção da tecnologia BRT é a reestruturação operacional dos serviços com redução nos tempos de viagem dada pela conexão entre linhas, o que proporcionaria maior racionalidade da rede e diminuição dos custos operacionais. O sistema BRT é tratado como elemento fundamental para a reorganização da operação, sendo, conseqüentemente, motivador para que as empresas concessionárias busquem maior profissionalização e empreendedorismo.

O estudo identificou uma concentração de demanda nas estações de integração, o que levou à criação de serviços expressos que operarão a partir dessas estações com destino ao Hipercentro, sem paradas no corredor. Também estão previstos serviços paradores para atendimento aos corredores, com retorno antes da área central.

O BRT Antônio Carlos se desenvolve ao longo de uma extensão de 13,6 km, da extremidade Norte, desde a Estação de Integração Venda Nova, que já opera como equipamento de integração da rede de transporte coletivo da região até a Área Central (Complexo da Lagoinha). O seu traçado vale-se do leito viário das avenidas Vilarinho, D. Pedro I e Antônio Carlos.

A Avenida Vilarinho, em conjunto com a Rua Padre Pedro Pinto, forma os eixos de atendimento da região de Venda Nova e do município de Ribeirão das Neves. Ambas as vias estão incorporadas ao projeto. A Rua Padre Pedro Pinto é o caminho antigo de penetração na região. Como tal, assumiu uma ocupação comercial e de serviços que a elevou a condição de centro do bairro. Em termos de infraestrutura, há a previsão de melhorias nos pontos de parada e no pavimento da via.

A Av. D. Pedro I, do cruzamento com a Av. Padre Pedro Pinto até a Lagoa da Pampulha é uma típica via arterial, continuidade da Av. Antônio Carlos, com uma forte ocupação de comércio e de serviços, que possui uma caixa viária estreita. Para esta via, o projeto incorpora a sua duplicação, com desapropriação de imóveis e a obra encontra-se praticamente concluída, com previsão de conclusão até 2014.

A Avenida Antônio Carlos, na sequência da Av. D. Pedro I, é uma das principais avenidas de Belo Horizonte, ligando a região central até a Barragem da Pampulha. Estão previstas 15 estações de transferência nesta avenida. O projeto do corredor de transporte público da Av.

Antônio Carlos em Belo Horizonte define uma bacia integrada no vetor Norte do município. O vetor Norte da Região Metropolitana de Belo Horizonte tem passado por inúmeras transformações nas últimas décadas, tornando-o um dos vetores de expansão urbana, que vão muito além dos limites do município de Belo Horizonte. É nesse vetor que o município possui a sua maior dimensão territorial contínua. Junto com o vetor Sudoeste, que tem como eixo principal a Av. Amazonas, representa a maior concentração de demanda de viagens.

A rede de transporte na área de influência do BRT Antônio Carlos está planejada com serviços organizados de forma integrada no modelo tronco-alimentado. O sistema tronco-alimentado possui duas Estações de Integração: Venda Nova e Vilarinho. A primeira possui apenas linhas municipais e a outra, além de integração de linhas metropolitanas, oferece também integração com o Trem Metropolitano.

No sistema atual, as linhas que partem dos bairros com destino à região central são conhecidas como linhas semi-expressas. As linhas que partem dos bairros e cruzam o centro em direção a outro bairro, são as diametrais. Existem também linhas que fazem ligações entre regiões sem passar pelo Hipercentro, denominadas perimetrais.

O projeto do BRT da Avenida Antônio Carlos prevê tratamento prioritário ao transporte público, com duas faixas exclusivas em pistas centrais. Os pontos de embarque e desembarque serão organizados em estações de transferência no corredor, localizadas no canteiro central. O projeto prevê o alargamento da Av. Pedro I, que passará a operar com 5 faixas por sentido, sendo duas faixas exclusivas por sentido segregadas, com operação de embarque e desembarque no canteiro central.

O supervisor de estudos da mobilidade da BHTRANS, Rodrigo Sandro dos Anjos, afirmou, em entrevista, que as projeções da demanda do sistema BRT da Av. Antônio Carlos são complexas e que a montagem dos dados de carregamento da matriz Sobe e Desce não ficaram muito claros no estudo apresentado. A princípio, a partir da Pesquisa Sobe e Desce realizada no sistema atual, foi proposta a demanda por linha. A projeção futura só foi realizada para as estações de integração previstas, Vilarinho, Venda Nova e Pampulha.

A FIG. 26 ilustra o traçado do BRT e as bacias de alimentação das estações (1) Pampulha, (2) Venda Nova e (3) Vilarinho. A FIG 27 indica as estações de transferência previstas no corredor composto pela Av. Vilarinho, Av. Pedro I e Av. Antônio Carlos.

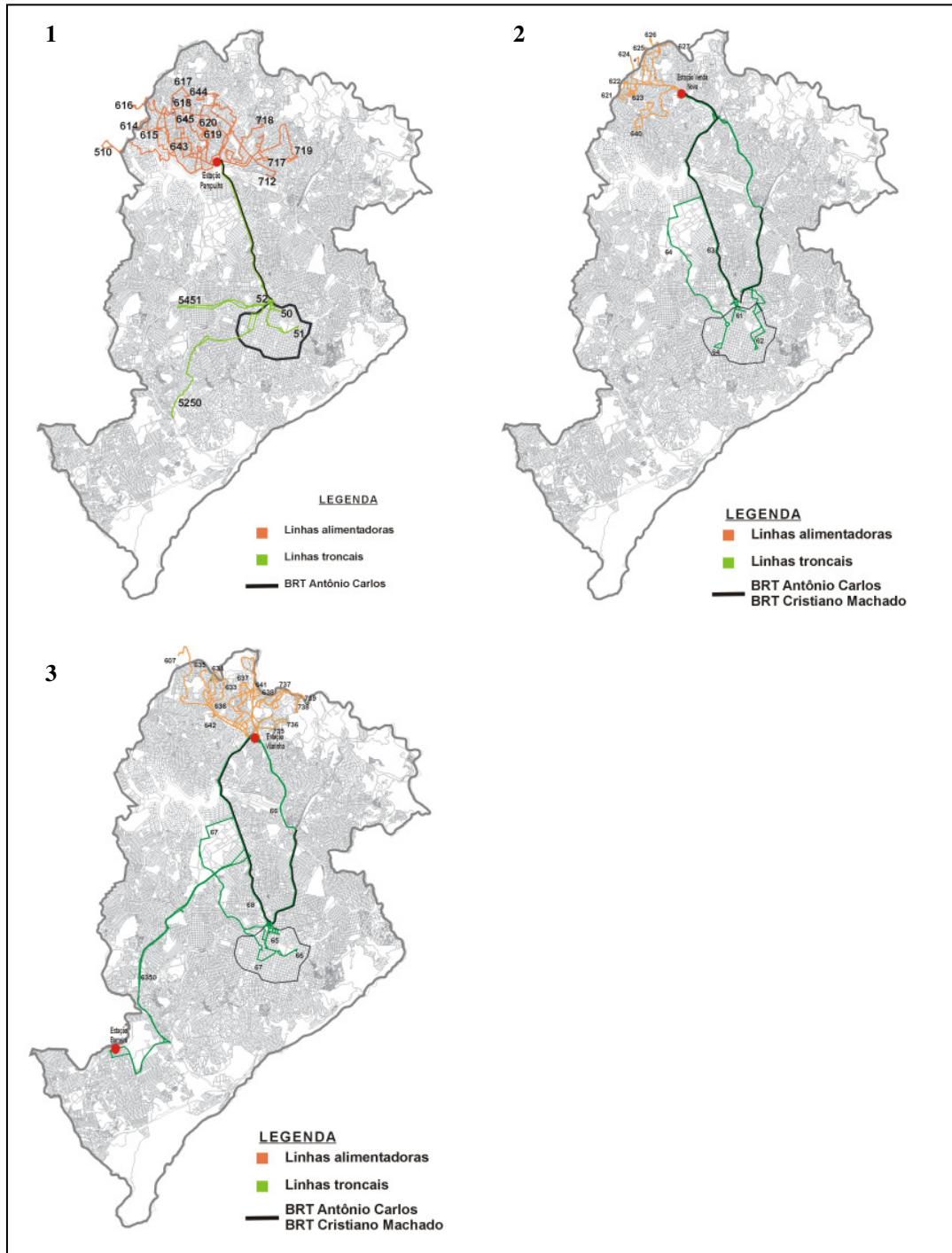


FIGURA 26 - Traçado do BRT Antônio Carlos e bacias de alimentação das estações de integração
Fonte: TECNOTRAN, 2012.

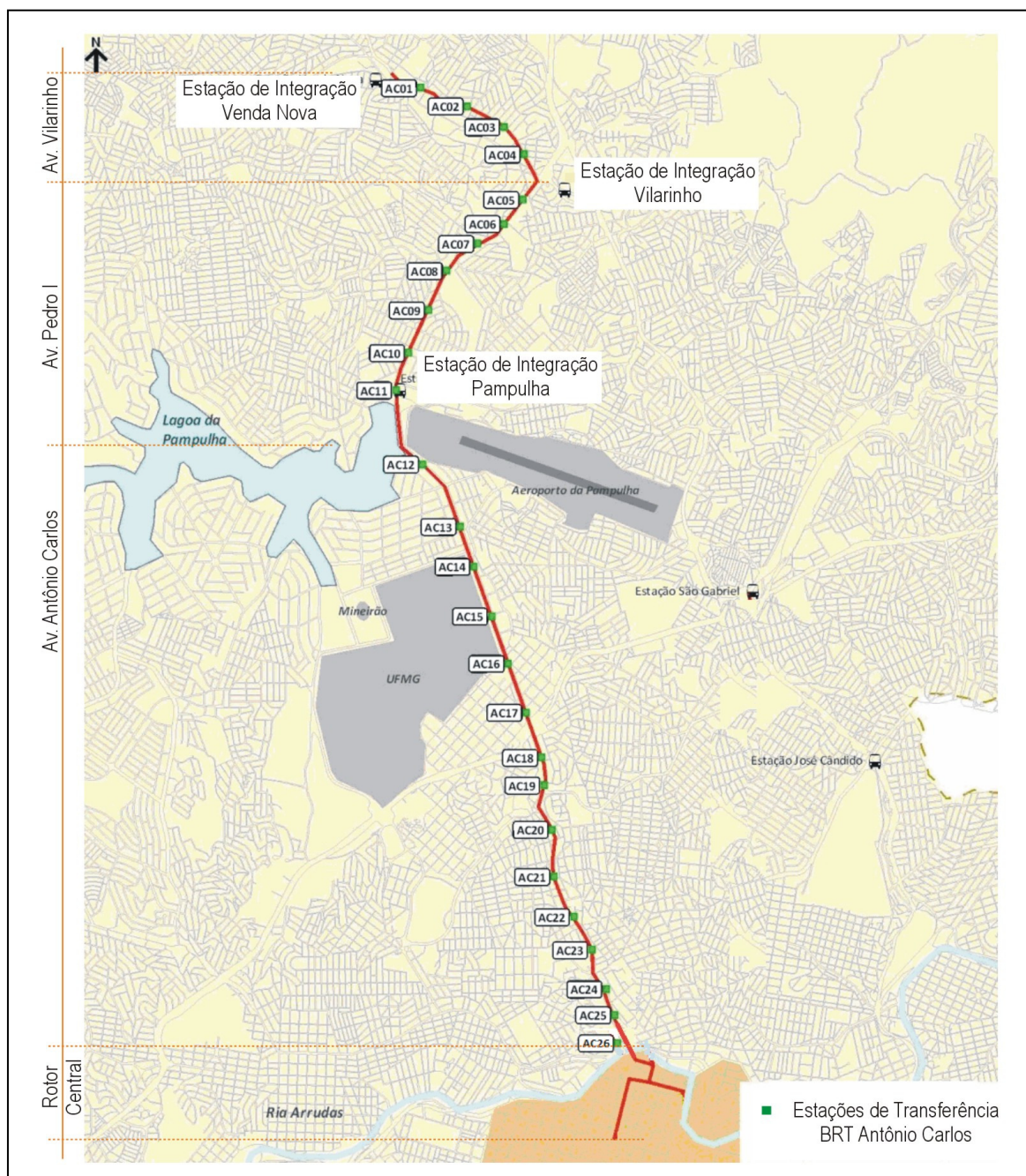


FIGURA 27 - Traçado do BRT Antônio Carlos e estações de transferência
Fonte: TECNOTRAN, 2012.

A análise do traçado do BRT da Av. Antônio Carlos nos permite constatar que o sistema proposto coincide, em seus dois extremos, ou pelos menos se sobrepõe à área de influência direta, com estações da Linha 1 do Trem Metropolitano de Belo Horizonte, a saber, Vilarinho e Lagoinha. Isso nos leva a questionar se parte dos investimentos não poderia ter sido feita no sentido de melhorar a oferta do sistema metro ferroviário de passageiros existente, mais especificamente da Linha 1, que tem hoje sua capacidade de transporte prejudicada devido a falta de investimento em material rodante e equipamentos.

Uma análise similar foi feita pelo analista técnico da CBTU, Luis Prosdocimi, que afirmou, em entrevista, que a implantação do BRT da Av. Cristiano Machado com integração na estação de integração de ônibus e trem metropolitano São Gabriel seria um paradoxo, uma vez que nessa estação já é possível realizar integração para complementação da viagem até a área central, com tecnologia de transporte de alta capacidade. A criação do sistema BRT nessa estação parece, segundo o entrevistado, indicar uma aposta de que o usuário iria preferir o BRT ao metrô, o que segundo ele, não se confirmará.

O superintendente de planejamento e pesquisa da BHTRANS, Rogério Carvalho Silva, analisou, em entrevista, que a implantação do BRT da Av. Antônio Carlos deve alterar a dinâmica urbana ao longo do corredor, uma vez que a renovação urbana encontra-se estagnada e prevê-se maior adensamento, com uso misto, para os próximos anos.

4.3.1 Oferta e demanda do sistema BRT da Av. Antônio Carlos

Atualmente trafegam na Av. Antônio Carlos 51 linhas municipais e 94 linhas metropolitanas. As linhas municipais são compostas por 3 linhas troncais, 24 linhas semi-expressas, 15 diametrais e mais 9 linhas que trafegam pela pista lateral. No pico da manhã, o fluxo máximo de ônibus municipais que circula na Av. Antônio Carlos é de 304 veículos, enquanto que o fluxo de ônibus metropolitanos atinge 219 ônibus/hora, portanto, uma relação de 60% municipal versus 40% metropolitano. A demanda de passageiros das linhas municipais atuais que trafegam na busway da Antônio Carlos no pico da manhã é da ordem de 20.700 passageiros no sentido bairro-centro, e de cerca de 15.000 no serviço metropolitano, totalizando uma demanda de 35.700 passageiros no trecho crítico do corredor, na hora pico da manhã. A demanda atual no corredor é de cerca de 35.700 passageiros na hora pico da manhã, no sentido bairro / centro, sendo que 58% dessa demanda é de passageiros do sistema municipal e 42% do sistema metropolitano. No pico da tarde a demanda é de cerca de 34.200 passageiros, no sentido centro/bairro, dos quais 35% são metropolitanos.

Atualmente, a rede de transporte coletivo metropolitana é composta por linhas radiais com destino na área central de Belo Horizonte. Não há nenhum modelo de integração com troncalização em terminais e as linhas são bastante pulverizadas em termos de oferta, com

múltiplos atendimentos nos bairros, o que leva a intervalos médios elevados entre viagens e sobreposição de linhas ao longo dos corredores.

A quantidade de linhas municipais envolvidas direta ou indiretamente no BRT é a seguinte:

- Linhas Semi-Expressas do corredor Antônio Carlos (24 linhas);
- Linhas Diametraais da *Busway* da Antônio Carlos (15 linhas);
- Linhas Semi-Expressas do corredor Cristiano Machado (5 linhas)¹¹;
- Linhas Alimentadoras da Estação Vilarinho (3 linhas);
- Linhas Troncais das Estações Venda Nova e Vilarinho (5 linhas);
- Linhas Alimentadoras da Estação Venda Nova (11 linhas).

A quantidade de linhas metropolitanas envolvidas direta ou indiretamente no BRT é a seguinte:

- Linhas Semi-Expressas do Corredor Antônio Carlos (94 linhas);
- Linhas Semi-Expressas do Corredor Cristiano Machado (39 linhas).

O QUADRO 6 apresenta o número de passageiros pagantes mensal, a produção quilométrica mensal e a frota atual das linhas descritas.

QUADRO 6 - Dados operacionais das linhas que farão parte do BRT da Av. Antônio Carlos

| Linhas atuais | Passageiros Pagantes (mês) | Produção Quilométrica (mês) | Frota |
|----------------|----------------------------|-----------------------------|-------|
| Municipais | 10.016.841 | 4.351.444 | 743 |
| Metropolitanas | 5.201.270 | 4.724.379 | 671 |
| TOTAL | 15.218.111 | 9.075.823 | 1.413 |

Fonte: TECNOTRAN, 2012, p. 27.

Para o sistema projetado, o BRT prevê uma demanda de cerca de 34.854 no trecho crítico, entre a barragem da Pampulha e o Anel Rodoviário, nesse sentido, conforme lustra a FIG. 29.

¹¹ Tanto no carregamento municipal quanto no intermunicipal estão incluídas as linhas semi-expressas da Cristiano Machado que serão integradas. Parte da demanda destas linhas para o hipercentro será transferida da Cristiano Machado para as linhas troncais do BRT-Antônio Carlos.

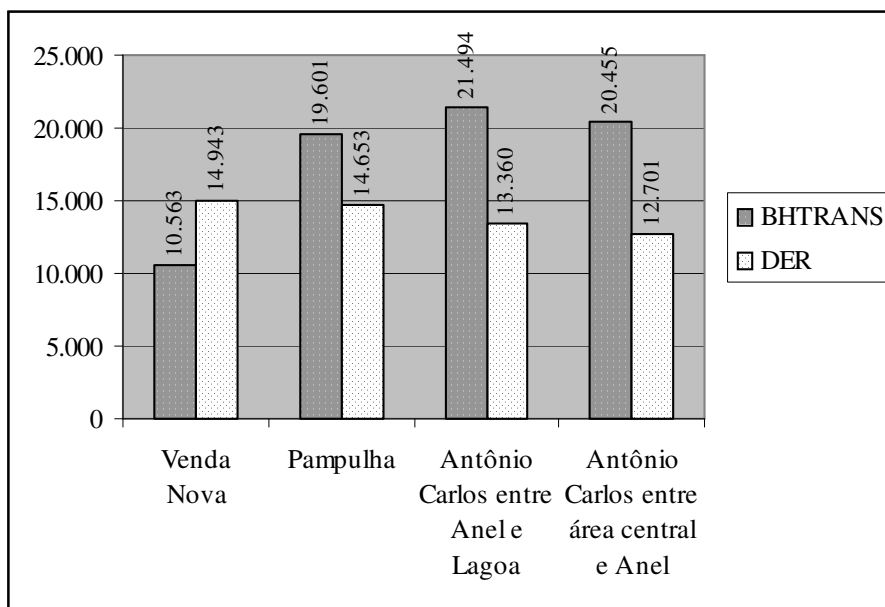


FIGURA 28 - Demanda de passageiros nas estações e nos trechos mais carregados do BRT (passageiros/hora pico)
Fonte: BHTRANS, 2013.

Os carregamentos municipais são sempre maiores que os intermunicipais com exceção do trecho Venda Nova no pico da manhã e na área central no pico da tarde. É importante salientar que no trecho Venda Nova estão incluídas as zonas de outros municípios do vetor norte para as linhas do DER. O trecho mais carregado do carregamento municipal ocorre no pico da manhã no trecho Pampulha e o trecho mais carregado intermunicipal ocorre em Venda Nova no pico da manhã.

O volume de ônibus, municipal e metropolitano, em diversos trechos, no pico da manhã e no pico da tarde é apresentado no QUADRO 7. Esse volume refere-se as linhas que trafegam atualmente na busway da Av. Antônio Carlos.

QUADRO 7 - Número de ônibus das linhas que farão parte do BRT da Av. Antônio Carlos

| Linhas | Trecho | Destinos | | | | | |
|-----------------------|------------|-----------------------|-------------|----------------------|----------------------|-------------|-----------|
| | | Av. Padre Pedro Pinto | Av. Pedro I | Av. Antônio Carlos 1 | Av. Antônio Carlos 2 | Hipercentro | Hospitais |
| Linhas municipais | Pico manhã | 43 | 143 | 268 | 304 | 294 | 108 |
| | Pico tarde | 29 | 106 | 199 | 230 | 221 | 74 |
| Linhas metropolitanas | Pico manhã | 86 | 212 | 219 | 188 | 188 | 39 |
| | Pico tarde | 58 | 161 | 166 | 161 | 161 | 24 |

Av. Antônio Carlos 1: trecho entre Av. Pedro I e Anel Rodoviário.

Av. Antônio Carlos 2: trecho entre Anel Rodoviário e área central.

Fonte: TECNOTRAN, 2012, p. 27.

O relatório final da TECNOTRAN (2012) define que quanto à alocação de viagens, haveria uma redução de 10,9 % na frota equivalente total, que é definida pela quantidade de veículos por tipo necessários, proporcionalmente à capacidade do ônibus e considerando um mesmo padrão de conforto entre a situação atual e a proposta. No serviço municipal, essa redução seria de 7,8% e, no serviço metropolitano, de 18,9%. Acompanhando a redução da frota, a produção quilométrica mensal sofreria uma redução de 29% no serviço metropolitano e de 11% no serviço municipal. Quanto aos tempos de viagem, incluídos os tempos despendidos com transbordo, projeta-se uma diminuição tanto maior quanto mais distantes as estações em relação à área central.

O diagnóstico da situação atual contempla a descrição do modelo espacial da rede atual, dos corredores e da distribuição dos embarques e desembarques no Hipercentro. A concepção da rede de transporte coletivo compreende a descrição dos elementos da rede de transporte, o resumo quantitativo da rede proposta, o modelo operacional do corredor, a proposta de tecnologia veicular, a configuração da rede municipal e a configuração da rede metropolitana. A infraestrutura proposta está descrita em termos das estações de bairro, das estações de transferência do corredor e das estações de transferência do Hipercentro, além da proposição de utilização dos corredores viários integrantes do sistema e de estações de integração no município e na região metropolitana.

A projeção da demanda para o horizonte de projeto, fixado em 20 anos, isto é, para o ano de 2030 foi realizada com base nos dados da matriz de origem e destino desenvolvida pela BHTRANS nos estudos do PlanMob-BH. Esses dados foram agrupados para análise

considerando uma divisão regional associada às áreas de captação e distribuição da demanda do Corredor Antônio Carlos. Dessa forma, é possível uma leitura mais agregada, logo, de mais fácil entendimento das dinâmicas das viagens esperadas.

Em síntese, as viagens projetadas pelo PlanMob-BH para o ano-horizonte de 2020 indicam um crescimento de 7,8% das viagens internas à Belo Horizonte e de 10,7% das viagens totais, o que corresponde a uma taxa geométrica de crescimento anual de 0,63% e a 0,85% respectivamente.

Considerando a grande macro-região correspondente às regiões na Área de Influência Direta (AID) do Corredor Antônio Carlos, o crescimento projetado das viagens indica que essa macro-área terá um crescimento de 5% nas viagens produzidas e de 4,9% nas viagens atraídas, caso se considere apenas a matriz municipal; no caso da matriz total esses dados passam a ser 12,6% para a produção e de 1,4% para a atração.

É importante observar a diferença entre as duas projeções, que se deve ao impacto das projeções para os municípios da região norte da RMBH. De fato, os valores dessa macro-região mostram um crescimento da produção das viagens nesses municípios acima da média da RMBH (19,9% contra 10,7%) porém indicam uma redução na atração (-39,1%), lembrando que esses dados se referem à hora-pico da manhã.

Verifica-se que a área central de Belo Horizonte terá, segundo as projeções, um crescimento da atração das viagens acima da média, com 22,6%. Ainda, pelos dados da matriz futura, o maior crescimento esperado é nas viagens desses municípios para a área central, com um crescimento de 65%. Considerando que os maiores fluxos de viagens ocorrem no pico manhã e que nesse pico o determinante são as viagens produzidas nas regiões atendidas diretamente pelos serviços integrados do BRT Antônio Carlos, trabalhou-se com a análise dos crescimentos esperados para o que se denominou Área de Influência Direta.

Os dados assim considerados mostram diferenças significativas nas taxas de crescimento, como indica o QUADRO 8:

QUADRO 8 - Taxa de crescimento das áreas de captação e distribuição da demanda do BRT da Av. Antônio Carlos (2010 – 2030)

| Áreas de captação e distribuição da demanda do Corredor Antônio Carlos | Taxa de crescimento |
|--|---------------------|
| Captção Norte | 3,4% |
| Captção Pampulha | 0,4% |
| Captção Anel | 16,4% |
| Transição Anel-Centro | -3,8% |
| Municípios da RMBH Norte | 19,9% |

Fonte: TECNOTRAN, 2012.

Considerando o fato dos dados de crescimentos esperados por áreas de captação serem bastante variados, optou-se por se considerar uma taxa média igual para todas as áreas e resultante da média de toda a área de influência direta do Eixo Antônio Carlos. O valor médio assim calculado foi de 12,6%, para um período de 12 anos (2008 – 2020), o qual foi arredondado para 13%. Esse crescimento corresponde a uma taxa geométrica de crescimento de 1,024% ao ano.

Considerando por fim que o projeto do corredor Antônio Carlos assume um horizonte de projeto de 20 anos, assumiu-se que essa taxa de crescimento possa se manter constante nesse período. A princípio, dever-se-ia considerar uma atenuação dessa taxa de crescimento para o período subsequente (2010 – 2020), levando em conta uma tendência de redução das taxas de crescimento populacional que marcam a dinâmica urbana nos grandes centros na atualidade. Optou-se, porém, por manter-se o valor da taxa de crescimento igual para todo o período como forma de compensar uma atratividade natural que o BRT Antônio Carlos deverá ter nas viagens globais.

Assim, assumindo-se essa taxa geométrica de 1,024% ao ano, chega-se a um valor de crescimento global esperado de 22,5% para o período de 2010 a 2020. Cabe observar que esse crescimento é bastante superior ao valor registrado na série histórica de demanda de transporte coletivo da última década. O crescimento dessa demanda poderá não se dar de forma linear, sendo bastante possível um crescimento mais acelerado nos primeiros anos de operação. No entanto, cabe registrar que o valor de crescimento da demanda acima apontado foi o valor assumido no dimensionamento das estações de integração e de transferência.

Os resultados globais do dimensionamento das linhas alimentadoras mostram uma demanda total de 45.437 passageiros na hora pico da manhã, sendo 51% de linhas municipais de Belo Horizonte. A frota total calculada é de 544 veículos convencionais, sendo 46% do sistema municipal.

A demanda global das linhas troncais na hora pico é de aproximadamente 30 mil passageiros, sendo 21 mil do serviço municipal. A frota operacional é de 281 veículos, com 165 das linhas municipais de Belo Horizonte e 116 das linhas intermunicipais.

A oferta das linhas troncais do BRT foi calculada em dois conjuntos distintos, o das linhas municipais e o das linhas metropolitanas (TECNOTRAN; OFICINA, 2012). O cálculo da oferta do sistema troncalizado considerou basicamente o somatório da oferta das linhas alimentadoras do sistema, que corresponde à estrutura atual de linhas não troncalizadas. Foram seguidos ainda os parâmetros do contrato de concessão da operação do serviço de transporte coletivo municipal. A taxa de ocupação máxima definida no horário de pico é de cinco passageiros em pé/m^2 e nos demais horários é de três passageiros em pé/m^2 . Os intervalos máximos definidos para o horário de pico são de 15 minutos para as linhas troncais e de 20 minutos para as demais linhas. Nos demais horários do dia, fora do horário de pico, o intervalo máximo de viagens para as linhas trocais é de 20 minutos e para as demais linhas é de 30 minutos.

Para o dimensionamento da oferta das linhas metropolitanas foram considerados, na ausência de parâmetros, os mesmos valores para a taxa de ocupação máxima adotados para o serviço municipal. Para os intervalos máximos de viagem, não foi definido parâmetro de intervalo máximo, podendo os valores variar de acordo com a demanda da linha.

Quanto ao conforto, cabe ressaltar que os sistemas BRT representam grande avanço no que se refere às condições de acesso aos veículos, eliminando o acesso em desnível nas estações de integração e transferência através das plataformas elevadas de acesso às portas da esquerda do veículo. Vasconcellos (2013) ressalta que “O ônibus brasileiro é muito desconfortável, especialmente para os idosos ou as pessoas que carregam pesos, em razão da altura dos degraus de entrada e saída, que é de 40 cm.” (p. 112).

Com a implantação do BRT, as linhas metropolitanas integradas continuarão a ser operadas pelos consórcios operadores do sistema metropolitano. As linhas municipais integradas continuarão a ser operadas pelos consórcios vencedores da licitação para operação do transporte público realizada pela BHTRANS em 2008. Com esse arranjo, têm-se linhas alimentadoras metropolitanas integradas em estações localizadas nas bordas do município, como em Venda Nova e Vilarinho. E têm-se também linhas troncais com origem e destino dentro do município de Belo Horizonte, operadas por consórcios metropolitanos. No entanto, a Política Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012) define que são atribuições dos municípios: (i) planejar, executar e avaliar a política de mobilidade urbana, bem como promover a regulamentação dos serviços de transporte urbano; e (ii) prestar, direta, indiretamente ou por gestão associada, os serviços de transporte público coletivo urbano, que têm caráter essencial. Essas linhas troncais internas ao município, operadas por consórcios metropolitanos, são sobrepostas, em quase toda a sua extensão a outras linhas trocais operadas pelos consórcios operadores do sistema municipal, implicando ainda na existência de estações segregadas municipais e metropolitanas.

Em entrevista junto aos analistas técnicos da CBTU, Luis Francisco Tomazzi Prosdocimi e Pedro Victor Noronha Renault, as maiores ponderações em relação ao desempenho do BRT estão relacionadas a: operação manual, que dificilmente garantiria intervalos de viagem menores do que 90 segundos por estação; e interferências do tráfego geral na circulação dos ônibus, o que compromete a velocidade e a frequência projetada do serviço.

Confirmando diversos pressupostos teóricos examinados aqui, outro fator que pode representar perda de capacidade do sistema BRT da Av. Antônio Carlos ao longo do corredor é a existência de interseções em nível. Para assegurar um bom desempenho do corredor, é necessário que o arranjo semaforizado seja especialmente projetado para permitir a fluidez do corredor de transporte, o que nem sempre é possível, considerando que o volume de tráfego de passagem nas interseções é elevado, implicando em acessos importantes a bairros e regiões lindeiros ao corredor. O corredor Antônio Carlos, em seus três trechos dados pela Av. Vilarinho, Av. Pedro I e Av. Antônio Carlos apresenta 11 interseções em nível com conflito de tráfego, a serem reguladas por equipamento semaforizado. No trecho da Av. Vilarinho, têm-se oito interseções em nível semaforizadas. O trecho da Av. Pedro I deve ter as interseções em nível eliminadas no projeto de alargamento e adequação da avenida. O trecho principal, da própria Av. Antônio Carlos, ainda apresentará três interseções em nível, a saber: (i) com Rua

Alcobaça; (ii) com Av. Marechal Esperidião Rosas; e (iii) com Av. Major Delfino de Paula. A FIG. 30 ilustra o trecho mais afetado pelas interseções semaforizadas. A FIG. 31 ilustra os arranjos semafóricos das três interseções semaforizadas da mesma avenida. Vale ressaltar que as três interseções semaforizadas da Av. Antônio Carlos encontram-se no trecho de maior carregamento de transporte da avenida.

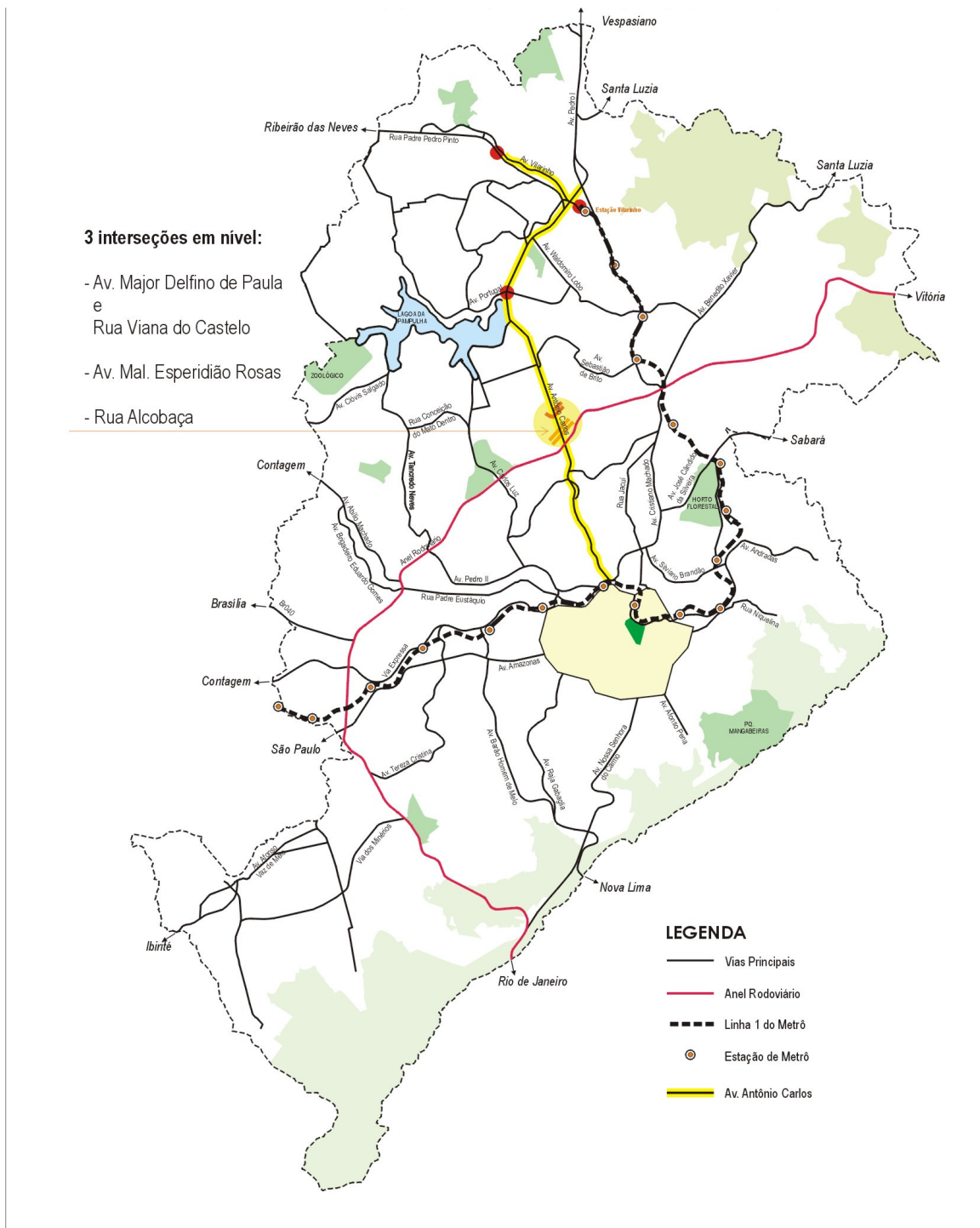


FIGURA 29 - Localização das três interseções semaforizadas no corredor da Av. Antônio Carlos
Fonte: BHTRANS, 2013.

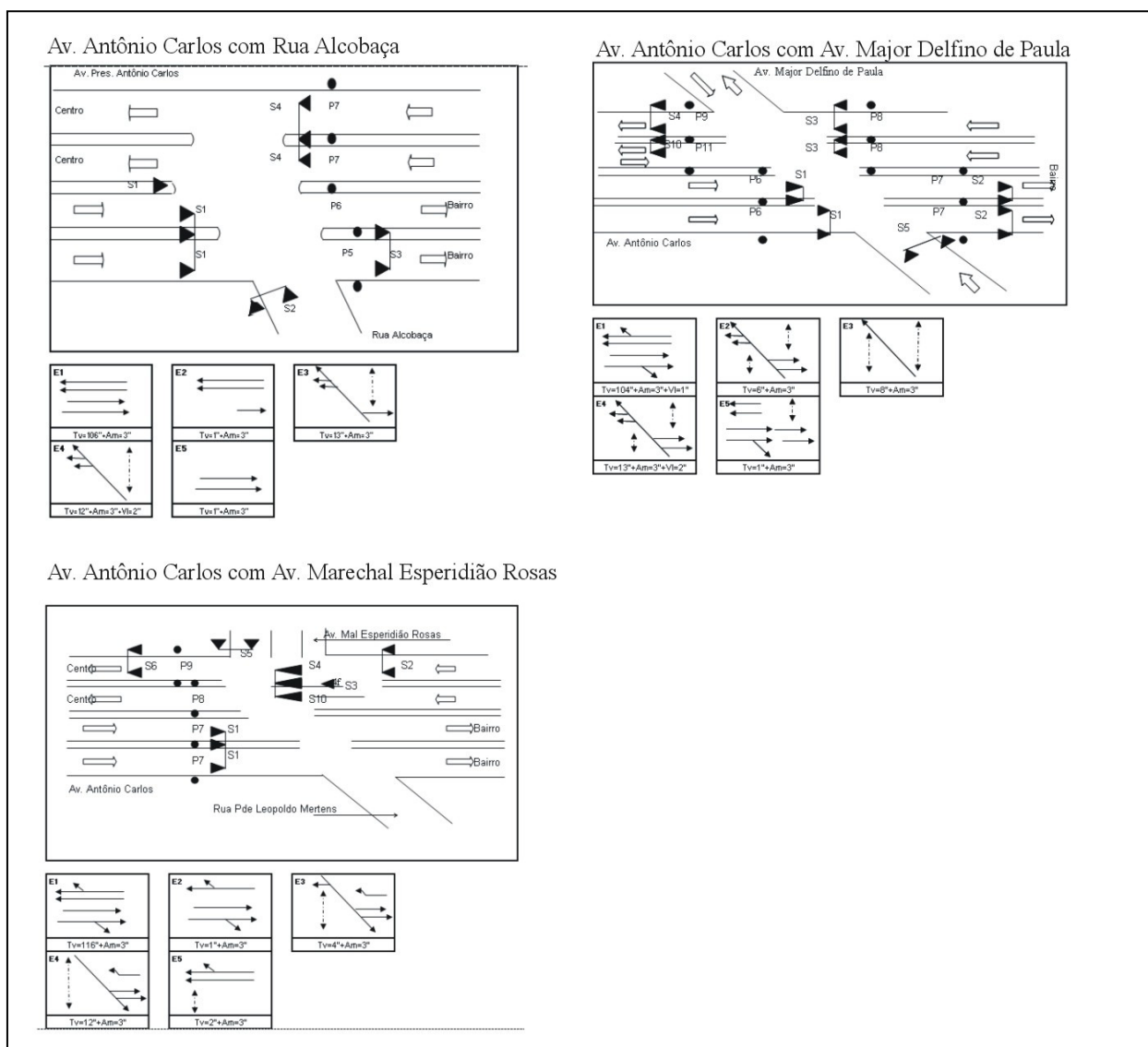


FIGURA 30 - Arranjos semafóricos das três interseções semaforizadas no corredor da Av. Antônio Carlos
Fonte: BHTRANS, 2013.

Convém observar ainda que todo o acesso dos usuários às estações de transferência no corredor acontecerá em nível através de travessias também semaforizadas. Embora o acesso em nível represente uma condição de conforto apropriada para o pedestre, que não fica submetido a deslocamentos ampliados em passarelas, as travessias em nível podem implicar em dois inconvenientes importantes. O primeiro relaciona-se à segurança dos usuários, uma vez que todo o sistema é projetado para melhorar a capacidade e a velocidade operacional dos ônibus e as paradas simultâneas para travessia de pedestres estariam especialmente sujeitas a avanços de faixa e semáforo, principalmente ao se considerar que a operação do BRT é totalmente manual. Incidentes como esse poderiam acarretar atropelamentos nas faixas de travessia e acesso às estações de transferência. O segundo inconveniente é um paradoxo em si

mesmo em relação ao primeiro problema colocado. As paradas para travessia de pedestres realmente comprometem, em nível não identificado, a velocidade de operação do sistema, mesmo ao se considerar controle semafórico prioritário para os ônibus, principalmente ao se considerar que são 25 pontos de travessia de pedestres para acesso à estações e conseqüentemente, 25 pontos de parada dos ônibus ao longo do corredor.

4.3.2 As estações de transferência do BRT no corredor

As estações de transferência possuem dois tipos de implantação: unidirecional ou bidirecional. Na estação unidirecional a plataforma permite o embarque e desembarque apenas em uma das faces, logo há necessidade de uma plataforma por sentido de operação da via. Na estação bidirecional o embarque e desembarque ocorrem nas duas faces concomitantemente, portanto, a plataforma serve a ambos os sentidos de tráfego. As estações unidirecionais e bidirecionais estão ilustradas na FIG. 32 e na FIG. 33.

A implantação unidirecional foi projetada apenas para as estações da Avenida Vilarinho, enquanto que a implantação bidirecional em todas as demais estações das avenidas Pedro I, Antônio Carlos, Cristiano Machado e do Rotor Central (Av. Santos Dumont/Av. Paraná). As plataformas são elevadas na altura do piso interno do veículo (95 cm) existindo rampas para o acesso das pessoas ao plano elevado. Todas as plataformas são fechadas e o acesso a elas se dá por meio de uma linha de bloqueio (catracas com validadores) e portão. A aquisição de bilhetes para entrada nas estações se dá através de bilheterias, instaladas nas estações, sendo que elas são separadas por serviço – municipal ou intermunicipal.

Nas estações do Rotor Central não haverá bilheterias, sendo os bilhetes adquiridos em pontos de venda estrategicamente localizados na área de influência das estações. O fechamento se dá mediante elementos vazados e painéis de vidro, estes instalados no bordo da plataforma, na face que dá para a via.

As estações contam com uma modulação composta por plataformas de embarque e desembarque separadas entre si por segmentos destinados ao entrelaçamento viário entre os ônibus que param em cada uma das plataformas. Neste segmento há uma continuidade do piso da plataforma, porém não há cobertura, conforme FIG. 34. e na FIG. 35.

As estações podem ter de uma a três plataformas, conforme ilustrado na FIG. 36. A largura das plataformas é de 3m ou de 5m dependendo da implantação unidirecional ou bidirecional.

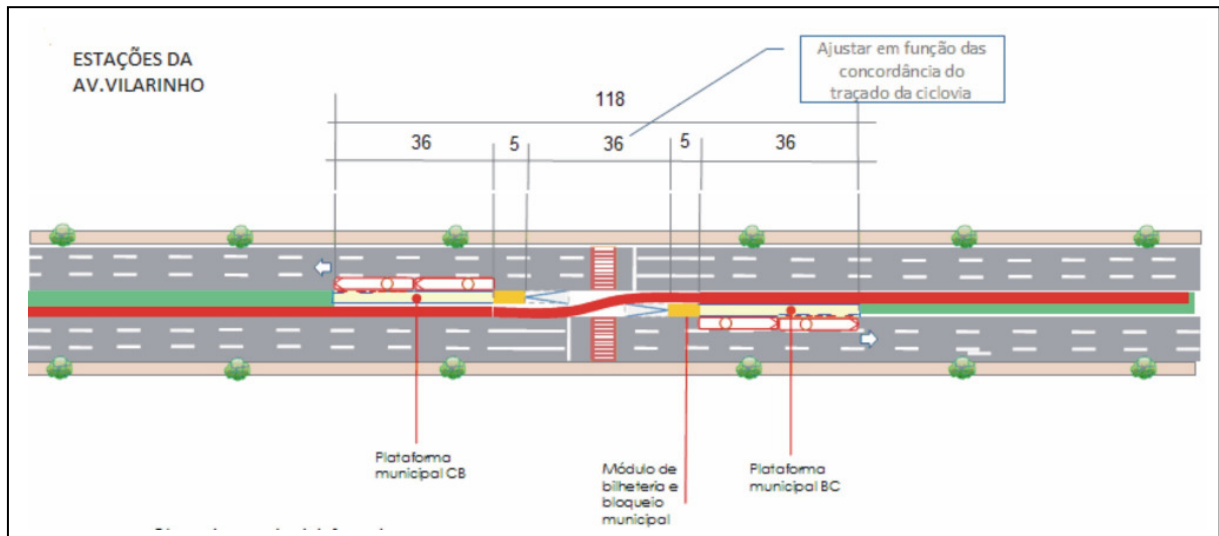


FIGURA 31 - Planta esquemática de uma estação de transferência do BRT da Av. Antônio Carlos, com dois módulos unidirecionais (Av. Vilarinho)
Fonte: TECNOTRAN, 2012.

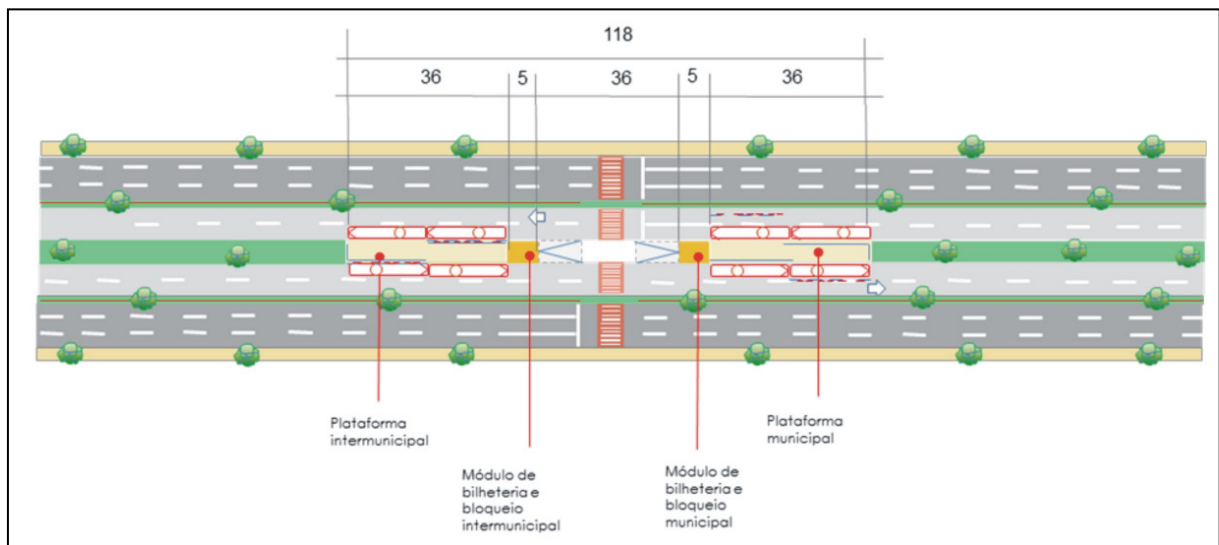


FIGURA 32 - Planta esquemática de uma estação de transferência do BRT da Av. Antônio Carlos, com dois módulos bidirecionais (Av. Pedro I)
Fonte: TECNOTRAN, 2012.



FIGURA 33 - Vista de uma estação de transferência do BRT da Av. Antônio Carlos, com três módulos (dois municipais e um metropolitano)
Fonte: BHTRANS, 2012.



FIGURA 34 - Vista de uma estação de transferência do BRT da Av. Antônio Carlos, com segmento descoberto entre plataformas ao fundo, entre dois módulos
Fonte: BHTRANS, 2012.



FIGURA 35 - Vista interna de uma estação de transferência bidirecional do BRT da Av. Antônio Carlos
Fonte: BHTRANS, 2012.

Os estudos feitos para o dimensionamento das estações de transferência nos corredores de BRT – Antônio Carlos/Pedro I, considerou:

- Distância entre as estações;
- Número de embarques e desembarques de passageiros (Hora Pico manhã e tarde);
- Largura útil da estação;
- Nível de conforto de passageiros;
- Frequências das linhas;
- Tempo de manobra;
- Grau de saturação; e
- Tempos de embarque e desembarque.

A distância média considerada entre estações é de 600m. O número de embarques e desembarques de passageiros por linha para cada estação foi obtido através de pesquisa sobre e desce com senha, nos horários de pico, realizada em 2010, sendo redistribuídos e agrupados, conforma a nova disposição das linhas nas estações.

A largura útil considerada para as estações foi de 2,60 e 3,90m de largura útil, sendo que as estações com 2,60m de largura são utilizadas nas 4 estações de transferência da Av. Vilarinho

e nas 21 estações a largura útil é de 3,90m. Essas larguras correspondem à largura interna da estação, descontando-se as estruturas físicas laterais e considerando a apenas a seção correspondente à área frontal ao embarque e desembarque.

O nível de conforto considerado para a estação levou em conta o número de 2 passageiros por metro quadrado. Para fins de dimensionamento de estações de transferência, o Manual de BRT (Wright; HOOK, 2008) define que o nível de serviço mínimo para definir a capacidade de passageiros em espera seria de 3 passageiros em pé / m². Examinando os parâmetros propostos por Fruin (1971, citado por INECO, 1999) para nível de conforto de pessoas em espera em estações, constata-se que a densidade de 1,43 a 3,33 pessoas / m² proporciona uma chamada zona de não contato, em que o espaço seria suficiente para ficar parado sem contato pessoal com as pessoas, mas com circulação bastante restrita. Os movimentos só seriam possíveis em grupo. Para pessoas caminhando, a densidade de 1,39 a 2,32 pessoas / m² implicaria em maior densidade, onde as velocidades ficariam restringidas. Nessas condições, fluxos em sentidos opostos ou cruzamentos apresentariam restrições, com “alta possibilidade de conflitos e inconvenientes”. Esse parâmetro deve ser utilizado para cálculo de área de pessoas caminhando, em terminais de grande demanda de passageiros. Pode-se inferir que haverá possibilidade de conflito gerado nas estações de transferência dimensionadas para até 2 pessoas / m² em área de espera, cálculo que desconsiderou que nesse mesmo espaço deverão circular as pessoas com destino ao outro módulo da estação.

A frequência das linhas foi definida no relatório “Projeto de Transporte BRT Antônio Carlos” (TECNOTRAN; OFICINA, 2012). O tempo de manobra adotado foi de 20 segundos, equivalente ao tempo de acesso e saída da estação sem considerar os tempos de embarque e desembarque, conforme indicado no Manual de BRT. O tempo de embarque e desembarque considerado foi de 0,5 segundos por passageiro, independente da operação, embora o Manual de BRT recomende 0,3 segundos por passageiros embarcando e 0,20 segundos por passageiros desembarcando. O Comprimento “C” da estação é calculado considerando a capacidade da estação em um intervalo de 15 minutos, arbitrado como suficiente para acomodar os passageiros, considerando que a estações são servidas por linhas troncais a cada minuto. “C” é obtido através da seguinte fórmula:

$$C = [(Pass/4) / Nc] / L$$

Onde,

C = Comprimento da estação;

Pass = Número de embarques + desembarques de passageiros por hora (o maior, pico manhã ou tarde), dividido por 4, onde este número representa 15 minutos da hora pico;

Nc = Nível de conforto igual a 2 passageiros/m²;

L = Largura útil da estação

Foi utilizada a fórmula para cálculo do nível de saturação das estações proposta por Wright e Hook (2008), em que o grau de saturação “S” é dado pela fórmula:

$$S = [No \times (TM + Pass / No \times TE)] / 3600$$

Onde,

No = número de ônibus ou frequência (on/h);

TM = tempo de manobra do veículo para operação de embarque e desembarque, contados os tempos de aceleração e desaceleração, utilizou-se 20 segundos.

Pass = passageiros embarcados por hora;

TE = Tempo de embarque, considerado 0,35s.

Wright e Hook (2008) definem que o nível de saturação de uma estação se refere à porcentagem de tempo que uma baía de parada de veículos está ocupada. A saturação das estações do BRT diz respeito à quantidade máxima de veículos e passageiros que poderiam passar pela estação, por hora. O mesmo conceito é utilizado para caracterizar uma via e em que grau o tráfego está ocupando a capacidade de projeto dessa via. Para o tráfego misto, o nível de saturação 0,85 é considerável aceitável. Entretanto, para estações de BRT em que o nível de saturação considerável aceitável é bem mais baixo e “como as atividades de ônibus são irregulares, estações podem algumas vezes se tornar congestionadas mesmo com níveis de saturação baixos de 0,1 a 0,3.” (WRIGHT; HOOK, 2008, p. 266). O Manual de BRT (Wright, 2008) examina que as estações devem prever nível de saturação inferior a 0,4, sob o risco de congestionamento bastante aumentado. Segundo o autor, a saturação elevada tenderia a iniciar um processo de degradação da qualidade do serviço. Assim, os cálculos dos níveis de saturação das estações de transferência do BRT Antônio Carlos foram feitos considerando-se um nível de saturação máximo de 0,4. Para o cenário imediato, foi possível dimensionar os

módulos de forma a conseguir níveis de saturação adequados. No entanto, as projeções de frequência de ônibus e de passageiros projetadas para 2030, aplicadas sobre a extensão das estações definida para o cenário imediato, apresentou níveis de saturação superiores a 0,4 em todas as seis estações da Av. Pedro I (nos sistemas municipal e metropolitano) e em todas 14 estações da Av. Antônio Carlos, sendo que em 5 delas a saturação elevada foi verificada no módulo de integração metropolitana e em 9 outras a saturação elevada foi verificada nos módulos de integração municipal. Ainda não há definição de solução para esse problema previsto as ações devem ser programadas ao longo dos primeiros anos da operação. O certo é que a infraestrutura instalada não deve ser suficiente para receber adequadamente a demanda de passageiros estimada até o horizonte de projeto de 2030, nesse aspecto específico do dimensionamento das estações. O dimensionamento das estações de transferência considerou a demanda da Rede de Transporte (passageiros e frequência de ônibus) dimensionado para o Ano de 2030, conforme exemplificado na TAB. 7 e na TAB. 8.

Outro aspecto observado é que nas quatro estações de transferência unidirecionais da Av. Vilarinho, não é possível realizar trocas não onerosas entre linhas operando em sentidos opostos, uma vez que a integração em ambiente fechado está restrita a linhas de mesmo sentido. Isso pode representar alguma dificuldade caso os passageiros busquem trocas entre linhas operando em sentidos opostos naquele trecho.

Outra observação refere-se ao cálculo da ocupação e nível de saturação das estações de transferência no que se refere às estações com dois módulos municipais. O cálculo foi feito a partir de uma distribuição de passageiros em cada plataforma, considerando a distribuição das linhas. No entanto, observa-se que o acesso aos dois módulos, quando a estação é desmembrada em dois módulos municipais, necessários para atender determinada demanda que não caberia em um único módulo, a entrada é única, com uma linha de bloqueio comum. Como apresentado anteriormente, o acesso ao segundo módulo acontece por passarela descoberta entre os dois módulos. O que se pode prever é que os passageiros que desejam acessar o segundo módulo interferem de forma direta na capacidade do primeiro módulo, por onde se deslocam em percurso de atravessamento até o segundo módulo. Assim, a saturação estimada pode estar comprometida antes do esperado para os primeiros módulos das estações com módulos duplos.

O que se pode prever é que os passageiros que desejam acessar o segundo módulo interferem de forma direta na capacidade do primeiro módulo, por onde se deslocam em percurso de atravessamento até o segundo módulo. Assim, a saturação estimada pode estar comprometida antes do esperado para os primeiros módulos das estações com módulos duplos. A análise dos documentos disponíveis permitiu confirmar que o cálculo do nível de serviço de cada módulo das estações de transferência do BRT não considerou os passageiros se deslocando no primeiro módulo para acessar o segundo.

Em entrevista junto à supervisora de implantação de projetos da BHTRANS, Wânia das Graças Magalhães, foi possível confirmar que para cálculo do nível de saturação de usuários nas estações de transferência dos corredores, foi utilizado o parâmetro de 2 passageiros por metro quadrado, embora o Manual do BRT (WRIGHT; HOOK, 2008) recomende até 3 passageiros/ m². Pondera-se também que em caso de contingências que afetem o desempenho do sistema e que possam provocar atrasos dos ônibus, tais como acidentes, incêndios e desastres naturais ou outros problemas que possam interromper mesmo que temporariamente o serviço, a ocupação das estações pode estar comprometida em um curto intervalo de tempo, uma vez que os cálculos foram feitos para intervalos de 15 minutos. Em casos extremos, as áreas de circulação descobertas entre os módulos de estações podem auxiliar como “zona de proteção” ou “área de acomodação” para esses passageiros adicionais.

Uma última consideração refere-se à divisão dos serviços municipal e metropolitano e a conseqüente diminuição da capacidade do sistema devido a essa escolha, que implica em serviços troncais sobrepostos e segregação dos sistemas. A integração entre os sistemas poderia representar uma maior racionalização da oferta, com benefícios na redução de custos e na frequência do sistema, além de ampliar a qualidade do serviço ao concentrar a oferta e ampliar as alternativas de deslocamento para o usuário. Essa integração poderia ser conseguida de diversas maneiras, como por exemplo com a unificação dos cartões municipal e metropolitano de transporte e a distribuição das receitas entre os consórcios operadores.

Institucionalmente, observa-se ainda que o sistema troncalizado implica na criação de linhas troncais para atender ao passageiro integrado de linhas metropolitanas. Essas linhas troncais têm origem e destino dentro do município, o que parece indicar uma operação gerida pelo município. No entanto, essas linhas e seus respectivos passageiros foram segregados em um sistema separado de forma a garantir que as receitas fossem direcionadas para os consórcios

operadores metropolitanos, mesmo em um serviço estruturalmente municipal. Essa escolha parece relacionar-se muito mais com aspectos contratuais já estabelecidos entre o Governo do Estado e os consórcios operadores do que com a lógica de racionalização e melhoria da qualidade do sistema de transporte.

A supervisora de implantação de projetos da BHTRANS informou, em entrevista, que as estações de transferência que apresentam maior carregamento (passageiros/m²) são, respectivamente:

- Estação de transferência 25 (Liberdade, próximo ao bairro de mesmo nome, localizada entre Rua Flor de Fogo e Rua Flor de Índio), com movimentação prevista de 2.229 passageiros na hora pico da manhã em 2030;
- Estação de transferência 23 (IAPI, em frente ao conjunto habitacional de mesmo nome, localizada entre Rua Araribá e Juazeiro), com movimentação prevista de 1.493 passageiros na hora pico da manhã em 2030;
- Estação de transferência 14 (UFMF, próximo à Universidade, localizada em frente à Av), com movimentação. Reitor Mendes Pimentel) com movimentação prevista de passageiros na hora pico da manhã em 2030.

O supervisor de estudos da mobilidade da BHTRANS, Rodrigo Sandro dos Anjos, analisa ainda, em entrevista, que o BRT dificilmente será capaz de atrair usuários de modos de transporte individuais, uma vez que o nível de conforto ofertado, somado às condições de prioridade de circulação, nem sempre segregado do tráfego geral, não seriam suficientes para garantir um nível de serviço satisfatório. A quantidade de serviços ofertados também é apontada como um problema, uma vez que há linhas entrando e saindo do corredor e serviços sobrepostos, municipal e metropolitano. Outro fator que interferiria na qualidade do serviço, segundo o entrevistado, é a dificuldade de caminhada e as condições de travessia e acesso às estações de transferência no corredor, onde as distâncias a serem percorridas podem comprometer o conforto dos usuários. A segregação dos serviços municipal e metropolitano é diagnosticada como um problema que atrapalha o dimensionamento dos serviços nos pontos críticos, como por exemplo, no acesso à área central. Outro problema confirmado na entrevista refere-se a deficiências na micro acessibilidade do corredor, com conflitos previstos entre pedestres e o tráfego.

TABELA 4 - Dimensionamento das plataformas municipais do BRT do corredor Antônio Carlos – cenário 2030

| DIMENSIONAMENTO DAS PLATAFORMAS MUNICIPAIS 2030 | | | | | | | | | | | | | | | Frequência | | Saturação | | Comprimento | |
|---|-------|-------|------------------------|-------|------|------------------------|-------|------------------------|---------------------------------------|-------------------------|------------------------------|----------|----------|----------|------------|----------|-----------|----------|-------------|--|
| ET | EMB | DES | EMB+DES ⁽²⁾ | EMB | DES | EMB+DES ⁽²⁾ | MAIOR | MAIOR/4 ⁽³⁾ | Módulo A | Módulo B | Módulo A+B | Módulo A | Módulo B | Módulo A | Módulo B | Módulo A | Módulo B | Módulo A | Módulo B | |
| | 06:00 | | | 17:00 | | | | | Área ⁽¹⁾ (m ²) | Área* (m ²) | Área total (m ²) | Comp (m) | Comp (m) | | | | | | | |
| 1 BC | 98 | 0 | 29 | 37 | 12 | 14 | 29 | 7 | 4 | - | 4 | 1 | - | 62 | | 0,35 | | 26,40 | | |
| 1 CB | 33 | 56 | 21 | 29 | 138 | 36 | 36 | 9 | 5 | | 5 | 2 | | 62 | | 0,35 | | 26,40 | | |
| 2 BC | 212 | 49 | 73 | 169 | 58 | 62 | 73 | 18 | 9 | - | 9 | 4 | - | 62 | | 0,36 | | 26,40 | | |
| 2 CB | 109 | 270 | 87 | 165 | 169 | 83 | 87 | 22 | 11 | | 11 | 4 | | 62 | | 0,37 | | 26,40 | | |
| 3 BC | 160 | 224 | 93 | 244 | 187 | 111 | 111 | 28 | 14 | - | 14 | 5 | - | 62 | | 0,38 | | 26,40 | | |
| 3 CB | 45 | 146 | 43 | 158 | 198 | 87 | 87 | 22 | 11 | | 11 | 4 | | 62 | | 0,37 | | 26,40 | | |
| 4 BC | 86 | 97 | 45 | 167 | 7 | 52 | 52 | 13 | 6 | - | 6 | 2 | - | 62 | | 0,36 | | 26,40 | | |
| 4 CB | 92 | 260 | 80 | 130 | 386 | 116 | 116 | 29 | 15 | | 15 | 6 | | 62 | | 0,38 | | 33,60 | | |
| 5 | 331 | 191 | 138 | 353 | 182 | 142 | 142 | 36 | 18 | - | 18 | 5 | - | 81 | | 0,49 | | 26,40 | | |
| 6 | 33 | 24 | 15 | 83 | 91 | 43 | 43 | 11 | 5 | - | 5 | 1 | - | 81 | | 0,46 | | 26,40 | | |
| 7 | 66 | 78 | 35 | 130 | 147 | 68 | 68 | 17 | 9 | - | 9 | 2 | - | 81 | | 0,47 | | 26,40 | | |
| 8 | 33 | 67 | 23 | 105 | 100 | 52 | 52 | 13 | 6 | - | 6 | 2 | - | 81 | | 0,46 | | 26,40 | | |
| 9 | 84 | 220 | 69 | 179 | 60 | 66 | 69 | 17 | 9 | - | 9 | 2 | - | 81 | | 0,47 | | 26,40 | | |
| 10 | 399 | 586 | 237 | 430 | 442 | 217 | 237 | 59 | 30 | - | 30 | 8 | - | 81 | | 0,52 | | 38,40 | | |
| Pampulha | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 271 | 513 | 184 | 465 | 442 | 228 | 228 | 57 | 14 | 15 | 28 | 3 | 4 | 59 | 67 | 0,36 | 0,34 | 21,60 | 26,40 | |
| 13 | 191 | 623 | 182 | 392 | 404 | 198 | 198 | 50 | 8 | 17 | 25 | 2 | 4 | 59 | 67 | 0,35 | 0,35 | 21,60 | 26,40 | |
| 14 | 178 | 1099 | 273 | 624 | 620 | 311 | 311 | 78 | 13 | 26 | 39 | 3 | 7 | 41 | 67 | 0,26 | 0,34 | 33,60 | 26,40 | |
| 15 | 276 | 532 | 189 | 286 | 327 | 151 | 189 | 47 | 9 | 15 | 24 | 2 | 4 | 41 | 67 | 0,25 | 0,35 | 21,60 | 26,40 | |
| 16 | 101 | 452 | 121 | 261 | 349 | 148 | 148 | 37 | 7 | 11 | 19 | 2 | 3 | 46 | 67 | 0,27 | 0,36 | 21,60 | 26,40 | |
| 17 | 253 | 632 | 202 | 341 | 471 | 197 | 202 | 51 | 13 | 13 | 25 | 3 | 3 | 76 | 67 | 0,45 | 0,34 | 21,60 | 26,40 | |
| 18 | 195 | 500 | 159 | 246 | 253 | 124 | 159 | 40 | 11 | 9 | 20 | 3 | 2 | 76 | 67 | 0,45 | 0,35 | 21,60 | 26,40 | |
| 19 | 31 | 120 | 33 | 70 | 39 | 29 | 33 | 8 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 76 | 76 | 0,43 | 0,42 | 21,60 | 26,40 | |
| 20 | 550 | 750 | 315 | 341 | 312 | 165 | 315 | 79 | 19 | 20 | 39 | 5 | 5 | 76 | 76 | 0,46 | 0,38 | 21,60 | 33,60 | |
| 21 | 689 | 356 | 278 | 310 | 278 | 149 | 278 | 69 | 17 | 18 | 35 | 4 | 5 | 76 | 83 | 0,46 | 0,42 | 21,60 | 26,40 | |
| 22 | 375 | 565 | 226 | 401 | 488 | 218 | 226 | 56 | 14 | 15 | 28 | 4 | 4 | 76 | 83 | 0,45 | 0,43 | 21,60 | 26,40 | |
| 23 | 720 | 773 | 371 | 484 | 391 | 223 | 371 | 93 | 22 | 24 | 46 | 6 | 6 | 76 | 83 | 0,47 | 0,41 | 33,60 | 38,40 | |
| 24 | 153 | 341 | 114 | 341 | 372 | 177 | 177 | 44 | 11 | 11 | 22 | 3 | 3 | 76 | 83 | 0,45 | 0,44 | 21,60 | 26,40 | |
| 25 | 1325 | 904 | 578 | 803 | 1002 | 441 | 578 | 145 | 35 | 37 | 72 | 9 | 10 | 76 | 83 | 0,50 | 0,38 | 33,60 | 38,40 | |
| 26 | 928 | 632,8 | 405 | 562 | 701 | 309 | 405 | 101 | 25 | 26 | 51 | 6 | 7 | 43 | 41 | 0,29 | 0,17 | 33,60 | 38,40 | |

(1) nível serviço 2 pass/m²

(2) Somatório do volume de embarque e desembarque nos dois sentidos

(3) Volume de embarque e desembarque em 15 minutos nos dois sentidos

| | |
|--|-------------------------------------|
| | Grau de Saturação acima do admitido |
|--|-------------------------------------|

Fonte: TECNOTRAN, 2005.

TABELA 5 - Dimensionamento das plataformas metropolitanas do BRT do corredor Antônio Carlos – cenário 2030

| DIMENSIONAMENTO DAS PLATAFORMAS INTERMUNICIPAIS 2030 | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|---------|------|-----|---------|-------|---------|--------------|------------|------------|-----------|-----------------|
| ET | EMB | DES | EMB+DES | EMB | DES | EMB+DES | MAIOR | MAIOR/4 | Módulo Único | Frequência | Frequência | Saturação | Comprimento (m) |
| | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 45 | 332 | 80 | 132 | 45 | 49 | 132 | 33 | 17 | 96 | | 0,57 | 26,40 |
| 6 | 94 | 78 | 44 | 4 | 6 | 2 | 44 | 11 | 5 | 96 | | 0,55 | 26,40 |
| 7 | 70 | 235 | 68 | 129 | 16 | 42 | 129 | 32 | 16 | 96 | | 0,57 | 26,40 |
| 8 | 25 | 44 | 16 | 315 | 4 | 95 | 315 | 79 | 39 | 96 | | 0,62 | 26,40 |
| 9 | 39 | 124 | 37 | 53 | 6 | 17 | 53 | 13 | 7 | 96 | | 0,55 | 26,40 |
| 10 | 915 | 745 | 424 | 62 | 42 | 27 | 424 | 106 | 53 | 96 | | 0,65 | 38,40 |
| Pampulha | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 152 | 893 | 224 | 866 | 203 | 300 | 866 | 217 | 108 | 105 | | 0,82 | 38,40 |
| 13 | 62 | 489 | 116 | 255 | 49 | 86 | 255 | 64 | 32 | 105 | | 0,65 | 26,40 |
| 14 | 53 | 594 | 135 | 1003 | 59 | 313 | 1003 | 251 | 125 | 89 | | 0,77 | 38,40 |
| 15 | 54 | 167 | 50 | 244 | 50 | 83 | 244 | 61 | 31 | 89 | | 0,56 | 26,40 |
| 16 | 7 | 115 | 25 | 74 | 65 | 35 | 74 | 19 | 9 | 89 | | 0,52 | 26,40 |
| 17 | 80 | 526 | 129 | 89 | 91 | 45 | 129 | 32 | 16 | 64 | | 0,39 | 33,60 |
| 18 | 59 | 153 | 48 | 303 | 21 | 95 | 303 | 76 | 38 | 64 | | 0,44 | 26,40 |
| 19 | 11 | 167 | 37 | 272 | 6 | 83 | 272 | 68 | 34 | 64 | | 0,43 | 26,40 |
| 20 | 76 | 103 | 43 | 113 | 26 | 39 | 113 | 28 | 14 | 64 | | 0,39 | 26,40 |
| 21 | 94 | 201 | 68 | 130 | 53 | 50 | 130 | 33 | 16 | 64 | | 0,39 | 26,40 |
| 22 | 59 | 222 | 62 | 0 | 42 | 8 | 62 | 16 | 8 | 64 | | 0,37 | 26,40 |
| 23 | 69 | 681 | 157 | 164 | 72 | 64 | 164 | 41 | 21 | 64 | | 0,40 | 33,60 |
| 24 | 61 | 552 | 129 | 0 | 96 | 19 | 129 | 32 | 16 | 64 | | 0,39 | 26,40 |
| 25 | 45 | | 14 | 138 | 53 | 52 | 138 | 35 | 17 | 64 | | 0,39 | 26,40 |

Fonte: TECNOTRAN, 2005.

4.3.3 A estações de integração do BRT nas cabeceiras

Para o BRT Antônio Carlos estão previstas três estações de Integração em Belo Horizonte, que estão em processo de construção ou adequação. A Estação de Integração Venda Nova é uma estação de integração localizada junto à Estação Venda Nova da linha 1 do trem metropolitano e está sendo adequada para receber o fluxo adicional de ônibus. A Estação de Integração Vilarinho Sul também é uma estação de integração localizada junto à Estação Vilarinho da linha 1 do trem metropolitano e está sendo adequada para receber o fluxo adicional de ônibus. A Estação de Integração Pampulha, por outro lado, está sendo construída para receber a integração de linhas daquela bacia de integração. Segundo a TECNOTRAN e OFICINA (2012) no total, estas estações de integração totalizam 95,5 mil m², atendem a pouco menos de 23.000 passageiros na hora pico e contam com uma oferta de 490 viagens também na hora pico.

A Estação Venda Nova se localiza no bairro de Venda Nova. Trata-se de uma estação que já opera atualmente e que será adequada à operação do novo modelo operacional, porém sem alterações físicas em plataformas. A área total ocupada pela estação é de 6.000 m² e a extensão total útil de plataforma é de 500 m. Não existe estacionamento para usuários do sistema de transporte. A FIG. 37 ilustra a situação dessa estação.



FIGURA 36 - Vista aérea da localização da Estação Venda Nova
Fonte: TECNOTRAN; OFICINA, 2012.

A Estação Vilarinho Sul faz parte do complexo de integração Vilarinho, já existente, que possui ainda outra estação – Vilarinho Norte – que será utilizada pelo serviço intermunicipal e pela estação do Trem Metropolitano de Belo Horizonte. A Estação Vilarinho Sul será adaptada para uso pelo serviço dos BRTs mediante a construção de uma nova plataforma e pela adaptação da plataforma existente que terá uma de suas faces elevadas, na altura do piso interno dos ônibus das linhas troncais (95 cm). Como consequência, serão criadas rampas para a transição entre os dois níveis desta plataforma, bem como implantadas bilheterias e linhas de catraca e validadores separando as linhas alimentadoras das linhas troncais de forma a permitir a cobrança da tarifa de integração. A área total ocupada pela estação é de 16.000 m² e a extensão total útil de plataforma é de 570 m. Não existe estacionamento para usuários do sistema de transporte. A FIG. 38 ilustra a situação dessa estação.



FIGURA 37 - Vista aérea da localização da Estação Vilarinho
Fonte: TECNOTRAN; OFICINA, 2012.

A Estação de Integração Pampulha é uma nova estação a ser construída em área do sistema viário da Av. Antônio Carlos, próxima ao Aeroporto da Pampulha. A estação foi concebida em dois planos valendo-se da configuração do terreno. Em um nível inferior será implantada a plataforma das linhas troncais no eixo da Avenida Antônio Carlos e de forma longitudinal. Esta plataforma terá uma extensão linear de 280m e uma largura de 40m, toda ela em plano elevado (90 cm). A implantação concebida favorecerá a agilidade dos processos de embarque e desembarque.

Em um plano superior, localizado no nível da Av. Portugal, serão implantado o setor de linhas alimentadoras e edificações de apoio. Este plano será construído mediante uma grande laje, com aproximadamente 180m x 80m. Nela haverá 8 plataformas, totalizando 970m de extensão útil. Considerando a totalidade dos dois setores, a Estação terá 35.000 m² de área edificada. A interligação dos dois planos será realizado por meio de dois conjuntos de escadas rolantes e fixas. As bilheterias e linhas de bloqueios serão implantadas no setor de alimentação, no nível superior. Acima do setor destinado às linhas alimentadoras será erguido um empreendimento comercial associado à estação, a ser construído por empreendedores privados mediante um processo de parceria público – privada. Não existe estacionamento para usuários do sistema de transporte. As cerca de 183 vagas previstas no nível inferior da estação destinam-se aos funcionários que trabalham na estação, a clientes do empreendimento que está previsto para o piso mais elevado. Além disso, parte das vagas deve ser retirada para locação de uma baía de inspeção veicular de ônibus articulados. A FIG. 39 ilustra a situação dessa estação. A FIG. 40 ilustra a planta do nível inferior, as baias para acesso das linhas alimentadoras e as vagas de estacionamento projetadas.



FIGURA 38 - Vista aérea da localização da Estação Pampulha
Fonte: TECNOTRAN; OFICINA, 2012.

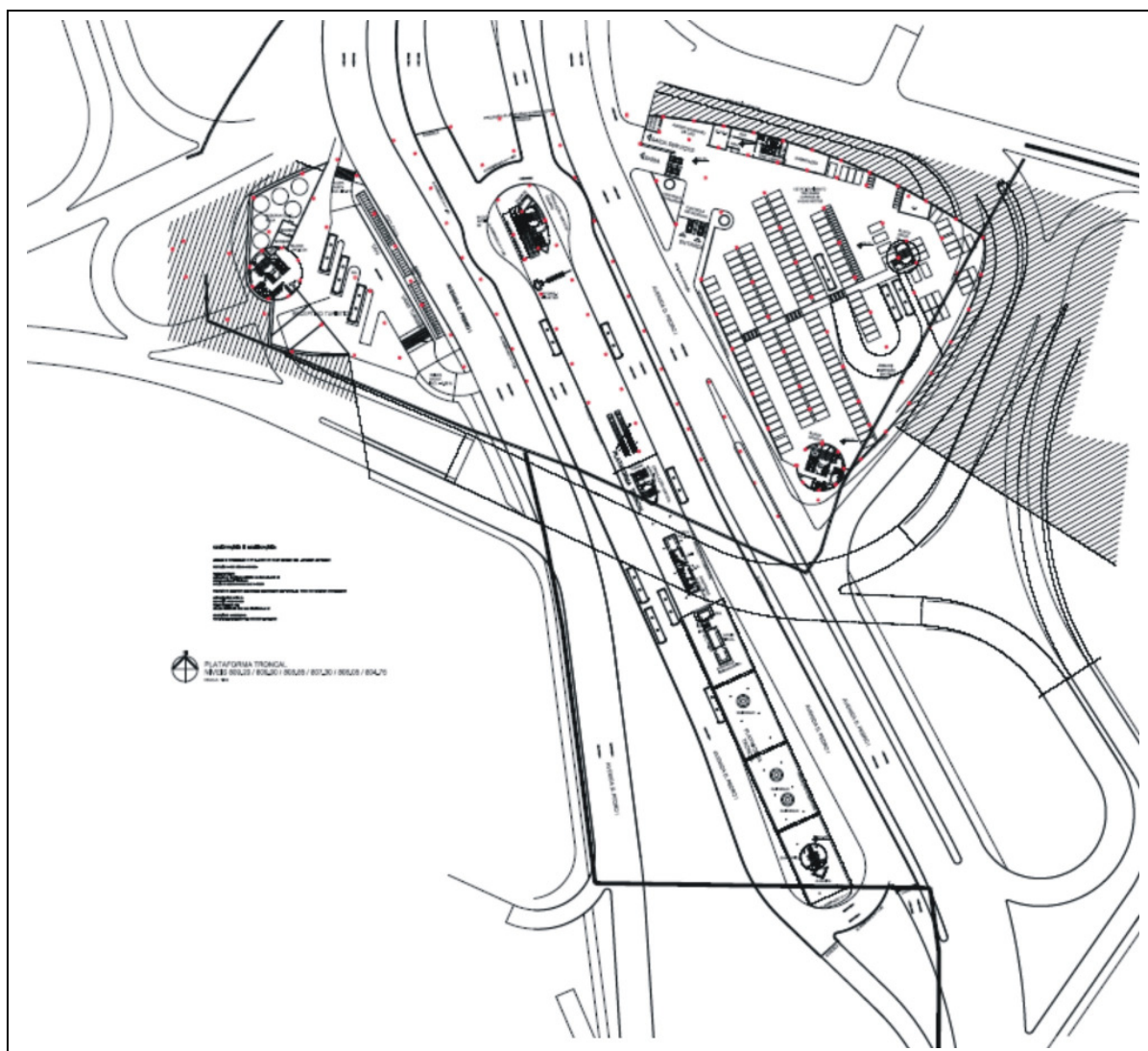


FIGURA 39 - Planta de situação esquemática da Estação Pampulha
 Fonte: BHTRANS, 2012

O que se observa é que nenhuma das estações adaptadas nem mesmo a estação especialmente construída para operação do BRT previu a inclusão de estacionamentos de forma a atrair passageiros oriundos do transporte individual, em sistemas “park and ride”. Embora a região da Pampulha seja especialmente atrativa para esse tipo de operação, devido a renda mais elevada, conforme indicado no PlanMob-BH.

4.3.4 A conexão do BRT na área central

A circulação dos ônibus (linhas troncais) no Hipercentro ocorrerá através do chamado Rotor Central, formado pelas Avenidas Santos Dumont, Paraná e Amazonas. Duas alternativas foram testadas neste cenário, a primeira tendo o rotor com operação em duas faixas exclusivas, em mão única, no sentido anti-horário e com porta à esquerda. A segunda trata-se do rotor com operação em mão dupla. A segunda alternativa foi escolhida e define os movimentos possíveis de entrada no Hipercentro, conforme indica a FIG. 41.

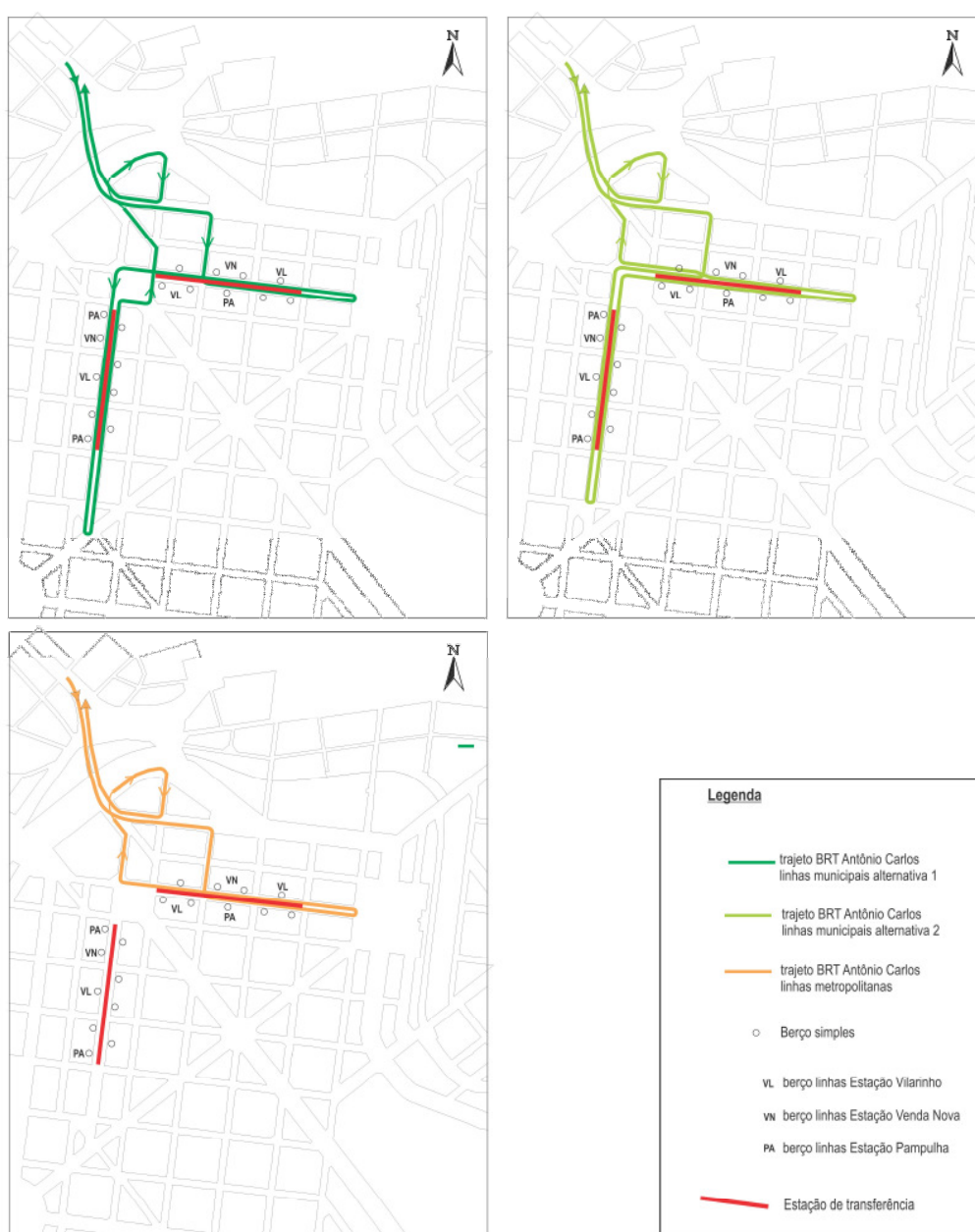


FIGURA 40 - Trajeto das linhas municipais para acesso às estações do BRT da área central
Fonte: BHTRANS, 2013.

O Viaduto A, do Complexo da Lagoinha, passa a ser exclusivo ao uso de ônibus, com duas faixas mantidas no sentido norte e duas faixas passando a operar no sentido sul. As linhas do sistema municipal provenientes da Av. Antônio Carlos acessarão o Hipercentro somente pelo Viaduto A, conforme indicado na FIG. 42. Futuramente, após a transferência do terminal rodoviário de Belo Horizonte para a região da estação São Gabriel, as linhas da RMBH acessarão o Hipercentro pelo Viaduto B – Ramo Caetés (para acesso à plataforma inferior do TERGIP) e pelo Viaduto Leste (para acesso à Estação Bernardo Monteiro). Enquanto a rodoviária continuar operando no TERGIP, as linhas da RMBH também acessarão o Hipercentro pelo Viaduto A.

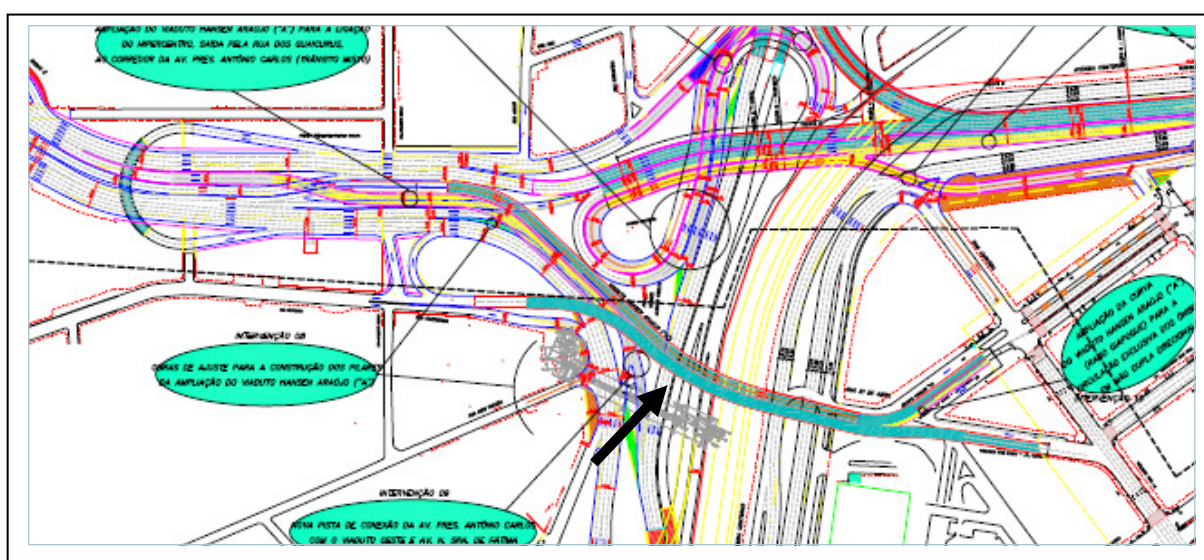


FIGURA 41 - Acesso do BRT Antônio Carlos ao Hipercentro de Belo Horizonte, com destaque para o Viaduto A, ramo Oiapoque, exclusivo para ônibus
Fonte: BHTRANS, 2013.

No sentido contrário, as linhas municipais com destino a Av. Antônio Carlos utilizarão o Viaduto A, bem como as linhas metropolitanas, que futuramente terão integração no TERGIP. Por outro lado, as linhas da RMBH que utilizarão a Estação Bernardo Monteiro (Área Hospitalar) retornarão pelo Viaduto Leste. O Viaduto B passa a ser também exclusivo ao uso de ônibus. As linhas municipais provenientes da Av. Pedro II entrarão e sairão do Hipercentro somente pelo Viaduto B – Ramo Olegário Maciel. Todas as linhas (municipais e metropolitanas) provenientes da Rua Padre Eustáquio entrarão no Hipercentro somente pelo Viaduto B – Ramo Olegário Maciel e sairão pelo Elevado Castelo Branco. As linhas municipais provenientes da Av. Cristiano Machado acessarão o Hipercentro somente pela alça nova de acesso a Rua São Paulo. As linhas metropolitanas provenientes da Av. Cristiano

Machado utilizarão a alça nova de conexão à Rua São Paulo para acesso à Estação Oiapoque e pelo Viaduto Leste para acesso às Estações Aarão Reis e Bernardo Monteiro.

Em relação aos acessos ao Hipercentro, duas alternativas foram estudadas neste cenário. A alternativa denominada de Prioridade Máxima considera acesso exclusivo para transporte coletivo nos viadutos citados acima. E na alternativa denominada de Prioridade Alta foi considerada uma faixa no viaduto A no ramo Oiapoque e uma faixa no Viaduto B no ramo Caetés para o tráfego geral. As alternativas propostas tanto para a operação do Rotor Central quanto para o acesso do transporte coletivo à Área Central são mostradas na Figura 17.

O relatório da TECNOTRAN e OFICINA (2012) examina que no Hipercentro de Belo Horizonte, ocorre uma movimentação total da ordem de 134 mil passageiros diários provenientes das linhas do corredor Antônio Carlos, sendo, 58 mil embarques e 81 mil desembarques. Considerando os dados das faixas horárias de pico, esses valores apresentam a distribuição mostrada na TAB. 9, a qual apresenta esses dados segmentados por agrupamento das linhas.

TABELA 6 - Movimentação de passageiros na área central provenientes das linhas do corredor Antônio Carlos

| Período | Parcela | Embarques | Desembarques | Total |
|------------------------|-------------------------------|--------------|---------------|---------------|
| Manhã (06:00 h) | BRT- Antônio Carlos | 1.572 | 6.682 | 8.254 |
| Manhã (06:00 h) | BRT- Cristiano Machado | - | 1.065 | 1.065 |
| Manhã (06:00 h) | Remanescentes- Antônio Carlos | 1.249 | 2.626 | 3.875 |
| Manhã (06:00 h) | Total | 2.821 | 10.373 | 13.194 |
| Tarde (17:00 h) | BRT- Antônio Carlos | 4.511 | 2.593 | 7.104 |
| Tarde (17:00 h) | BRT- Cristiano Machado | 761 | 593 | 1.355 |
| Tarde (17:00 h) | Remanescentes- Antônio Carlos | 2.226 | 2.841 | 5.067 |
| .. | Total | 7.498 | 6.028 | 13.526 |

Fonte: TECNOTRAN, 2012, p. 60.

Na TAB. 6, tem-se que a parcela BRT- Antônio Carlos considera o conjunto de linhas radiais e diametrais, com trajeto atual pelo Eixo da Av. Antônio Carlos, que deram origem às linhas alimentadoras, integradas nas estações de integração; A parcela BRT- Cristiano Machado

considera o conjunto de linhas radiais e diametraais, com trajeto atual pelo Eixo da Av. Cristiano Machado, que deram origem às linhas alimentadoras, integradas na Estação de Integração Vilarinho, com contribuição para o BRT da Antônio Carlos; A parcela Remanescentes- Antônio Carlos considera o conjunto de linhas remanescentes que circulam pela Av. Antônio Carlos entre a Barragem da Pampulha e o centro, que tanto deram origem a linhas diretas com operação no BRT-AC, como a linhas, de fato remanescentes.

Considerando a frequência das linhas conforme dimensionamento, calculou-se a quantidade de passageiros embarcando e desembarcando em cada parada de forma proporcional a essa frequência, admitindo-se, portanto, que a demanda distribua-se de forma homogênea entre linhas.

O que se observa é um número elevado de interseções semaforizadas previstas, mesmo no chamado rotor da Av. Paraná e Santos Dumont. O trajeto dos ônibus é extenso, com retornos nas pontas do rotor para alteração dos sentidos de percurso, e as paradas devem acontecer devido a regulação semafórica, pelo menos duas vezes por sentido. Observa-se que a penetração de um sistema troncalizado como o BRT das avenidas Cristiano Machado e Antônio Carlos em uma área central consolidada dessa natureza apresenta dificuldades pelo conflito com o tráfego geral e com as necessárias travessias de pedestres para acessar às plataformas ou para percursos de pedestres independentes do BRT.

A FIG. 43 ilustra a simulação de tráfego feita e os estágios semafóricos que implicam em parada dos ônibus do BRT. As vias de acesso do BRT no Hipercentro de Belo Horizonte são a Av. Paraná e a Av. Santos Dumont. Como o BRT penetra na área central em região já bastante consolidada, com adensamento do uso do solo e diversidade de usos, comércio e serviços, não foi possível ampliar as intervenções de modo a promover uma circulação dos ônibus em faixa totalmente segregada. Embora a preferência de circulação do transporte público esteja prevista, em faixas de uso exclusivo dos ônibus, dois problemas foram identificados. O primeiro deles refere-se ao fato de que as duas vias selecionadas apresentam grande concentração de edifícios comerciais, residenciais e até mesmo garagens de uso público. Dessa forma, o acesso de veículos particulares não poderá ser totalmente proibido, já que o acesso aos imóveis lindeiros não pode ser vedado. A fiscalização da circulação de veículos privados nas faixas exclusivas do BRT está previsto através do controle eletrônico de placas de entrada e saída do rotor, o que deve minimizar o problema, embora a operação

possa ser afetada, em níveis ainda não estimados. Acrescentar-se-ia ainda o fato de que não está prevista a fiscalização humana da circulação desses veículos privados, uma vez que é praticamente impossível verificar a olho nu qual é a origem e o destino dos veículos particulares que eventualmente estiverem circulando no chamado rotor.

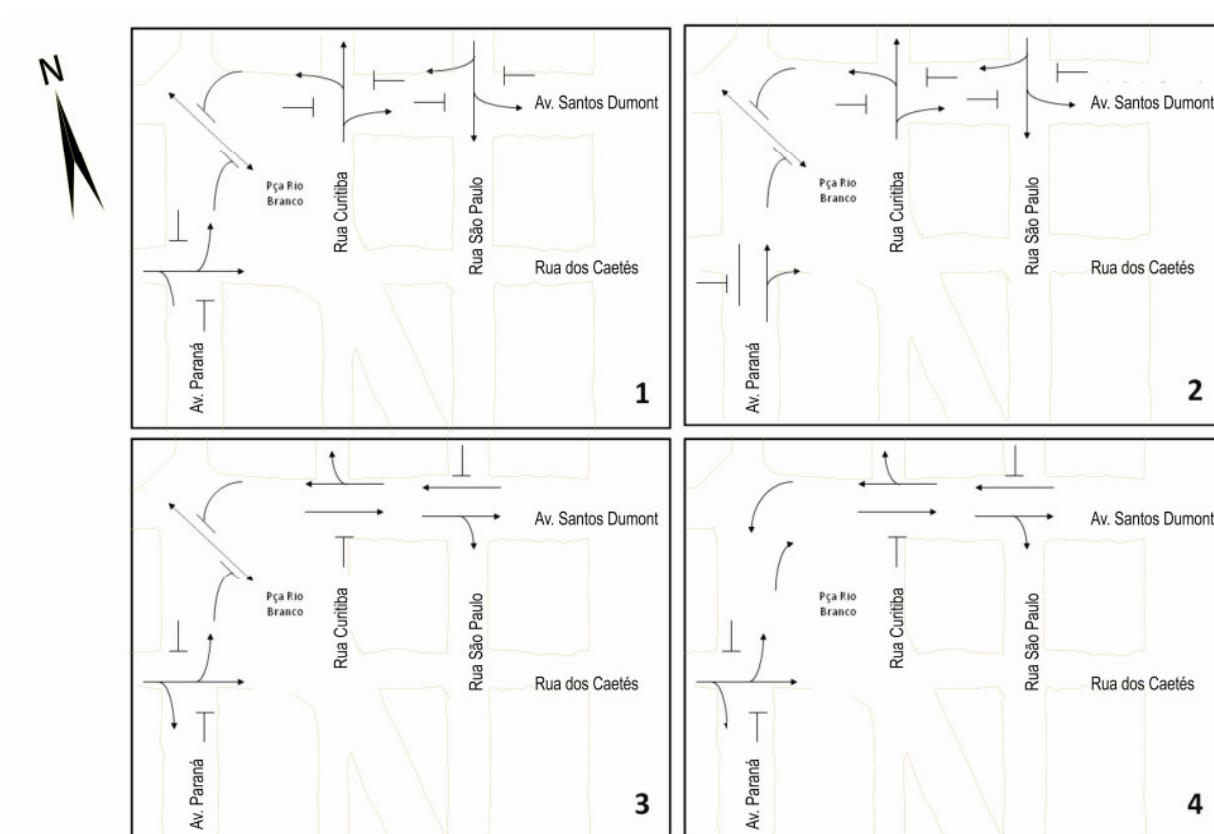


FIGURA 42 - Acesso do BRT Antônio Carlos ao Hipercentro de Belo Horizonte, com destaque para os semáforos
Fonte: BHTRANS, 2013.

O segundo problema relaciona-se ao fato de que as duas avenidas que compõem o rotor são atravessadas por intenso tráfego de passagem, sendo necessária a manutenção de travessias em nível semaforizadas. Como os ônibus circulam no rotor dando uma volta completa para retorno, estima-se que os ônibus possam ter que parar até oito vezes no trajeto dentro do Hipercentro, em travessias semaforizadas. Além disso, o trânsito de pedestres, com ou sem interesse em acessar o sistema BRT, é muito intenso e as travessias de pedestres também serão mantidas e até ampliadas, devido ao grande número de passageiros que acessarão o sistema a pé.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a revisão de artigos, dissertações, teses e outros documentos já publicados, realizada no Capítulo 2, foi possível compreender melhor o tema planejamento de transportes e ter uma visão integrada do problema relacionado às escolhas dos modos mais adequados para atender à demanda de transportes. A coletânea de assuntos abordados propiciou o desenvolvimento de um referencial teórico para a pesquisa, com uma atualização de informações que torna mais acessível a literatura sobre a matéria. O foco principal da revisão da literatura consistiu no planejamento de transportes nas grandes cidades e em conteúdos com influência direta e indireta sobre o tema, como dinâmica urbana na região metropolitana, nível de serviço e qualidade do transporte.

A metodologia utilizada buscou minimizar as limitações relativas à escassez de material publicado sobre planejamento de transporte para a Região Metropolitana de Belo Horizonte, utilizando uma base de dados ampliada, que considera relatórios de planos e projetos de transporte que priorizaram tecnologias diferentes. Além disso, as entrevistas complementares e a observação participante possibilitaram uma melhor aproximação com o problema. Este Capítulo apresenta as principais conclusões relativas aos objetivos específicos e ao objetivo geral do trabalho. Em seguida, são apresentadas as contribuições e limitações da pesquisa, bem como sugestões para estudos futuros.

5.1 Conclusões quanto aos objetivos específicos

Considera-se que o objetivo de descrever a metodologia utilizada na definição da viabilidade de implantação de novas linhas de transporte de massa sobre trilhos em Belo Horizonte foi alcançado. O documento analisado (INECO, 1999) apresentou riqueza de informações, tendo se utilizado de métodos e técnicas minuciosas na abordagem do problema. A metodologia utilizada para o macroplanejamento adota um nível de detalhamento para a base de dados do estudo (matriz de viagens e rede viária de simulação) que busca compreender a situação inicial e formular proposições para a concepção futura do sistema. A montagem da matriz básica compreendeu a divisão da área de estudo (Região Metropolitana de Belo Horizonte) em zonas de tráfego compatíveis com os objetivos. A matriz de viagens possibilitou a

identificação dos deslocamentos mais significativos, a concepção de sistema operacionais integrados (ônibus e trem) e a avaliação econômica das alternativas.

O horizonte de planejamento foi definido para vinte anos e pode-se dizer que cada etapa do trabalho recebeu detalhamento adequado. Foi utilizado o modelo gravitacional na etapa de distribuição de viagens, e a elaboração das matrizes futuras dependeu da definição de parâmetros de alocação definidos para as redes de simulação representativas de cada um dos cenários de estudo. Para definir os níveis de demanda futura, considerando os patamares e cenários estabelecidos, os processos metodológicos adotados para a definição dos parâmetros de alocação de viagens e das estimativas do total de viagens futuras por zona de tráfego envolveu a definição da base de dados para cada modelo, a seleção de variáveis e a elaboração do modelo. O relatório (INECO, 1999) considera que o volume de viagens geradas em determinada região está associado à população, ao nível do emprego e à nível de renda; e a formulação de modelos de previsão de viagens correlaciona a demanda por transporte público com a população da área de estudo e as tarifas praticadas nas modalidades de transporte consideradas.

Para a etapa de geração de viagens, foram utilizadas as técnicas de regressão linear múltipla. Inicialmente, foi plotada a curva dos valores observados de viagens / dia x população. Posteriormente, as linhas de tendência foram calculadas com ajustes correspondentes de curva linear, curva logarítmica, de potência e exponencial, sendo que, em função do valor do coeficiente de ajustamento, a curva de melhor aderência aos dados observados foi a curva de potência. O modelo de geração de viagens foi desenvolvido considerando-se o ajustamento de uma curva de potência, e acrescentando-se a variável independente valor da tarifa. Na etapa de projeção de viagens, aplicou-se o modelo de geração aos dados estimados da população e da tarifa para os anos patamares e cenários, definindo-se níveis de demanda futura total por agrupamento de zonas de tráfego. A taxa de crescimento das viagens foi obtida diretamente a partir dos volumes de viagens projetadas. Para a etapa de distribuição de viagens, consideraram-se o método do fator de crescimento e o método gravitacional, tendo sido escolhido o segundo. Como o estudo (INECO, 1999), buscou avaliar precisamente o impacto de melhorias no transporte de alta capacidade na região metropolitana, através da expansão do serviço sobre trilhos, tomou-se como pressuposto que a matriz de distribuição de viagens será alterada em função das áreas afetadas diretamente pela oferta desse serviço. Assim, optou-se por utilizar o modelo gravitacional para distribuição das viagens. O método gravitacional

exige que se considere mais de uma matriz de viagens, classificadas segundo os motivos de viagens e uma matriz de impedâncias, refletindo a distância entre as zonas de tráfego, os tempos de viagem, o custo do transporte entre cada par de zonas e os níveis futuros de produção e atração de viagens nessas zonas.

O modelo foi concebido a partir da observação de que as viagens decrescem em função das distâncias que separam as zonas de tráfego, da mesma forma que a força gravitacional entre dois objetos decresce em função da medida da distância entre eles. O modelo correlaciona fluxos entre zonas às impedâncias entre zonas, sendo a impedância considerada o tempo de viagem, determinado com utilização da ferramenta “Gravity Model Calibration” do Transcad.

No relatório analisado (INECO, 1999), optou-se pela calibração do modelo com base no movimento diário do trem metropolitano. Para a definição da tecnologia de transporte sobre trilhos, considerou-se não apenas a demanda de cada corredor, mas também as condições do relevo com análise do perfil de cada via, o que foi determinante na escolha do modo a ser ofertado nas linhas propostas. O relatório considera ainda a faixa de eficiência de cada modo de transporte como fator decisivo na escolha do modo mais adequado para atender à demanda.

Para o carregamento da rede nos cenários futuros, foram criadas quatro redes ou cenários preliminares definidos por matrizes de viagens do transporte coletivo. Essas matrizes foram projetadas para os anos 1999, 2009 e 2019. Para cada ano, foram obtidas quatro matrizes distintas para cada cenário da rede. Foi também gerada uma matriz de pico para cada matriz diária, para permitir o dimensionamento das modalidades de transporte. Essas simulações iniciais possibilitaram uma melhor compreensão da movimentação de passageiros na região metropolitana e deram origem a três novos cenários de carregamento. A partir dos resultados obtidos, chegou-se ao Cenário 7, como resultado de refinamentos sucessivos, sendo avaliado economicamente como a proposição a ser implantada em Belo Horizonte. Para esse cenário são apresentadas as simulações finais de carregamento com simulações diária e para os horários de pico, todas montadas para os cenários 2009 e 2019.

Considera-se que o objetivo de descrever a metodologia utilizada para definição da oferta de transporte para atender à demanda em corredores de transporte de alta capacidade (no caso, do BRT da Av. Antônio Carlos de Belo Horizonte) foi atendido, a partir do exame dos relatórios selecionados (LOGIT, 2009, 2010 e 2012; TECNOTRAN, 2012). Também nesse caso, a

descrição da metodologia torna mais acessível parte das informações anteriormente só disponíveis nos relatórios originais.

O PlanMob-BH apresenta uma análise a respeito do desempenho das diversas componentes do sistema de mobilidade, tendo como diretrizes o adensamento da ocupação urbana no entorno dos corredores de transporte de massa. O plano define vários eixos estruturantes, concebidos como corredores BRT, antecipando a etapa de distribuição de viagens. A elaboração das matrizes futuras baseou-se na definição desse parâmetro.

Um dos objetivos estratégicos definidos para o PlanMob-BH é tornar o transporte coletivo mais atrativo que o transporte individual. Outro objetivo estratégico é tornar a mobilidade urbana um fator de inclusão social, e uma das estratégias associadas é promover política tarifária do transporte coletivo com vistas a proporcionar maior inclusão social. Diante da falta de integração municipal e metropolitana no sistema de BRT apresentado, pode-se concluir que parte das estratégias não foi alcançada.

A implantação de rede estruturante do transporte coletivo é diretamente associada à seguinte medida: “Toda a rede estrutural de transporte coletivo está suportada por um conjunto de quatorze corredores exclusivos de ônibus de elevada capacidade – BRT e na expansão do sistema sobre trilhos, com a ampliação da Linha 1 e a construção das Linhas 2 e 3, possibilitando a integração física e tarifária entre estes sistemas e as linhas alimentadoras ao longo de toda a cidade” (LOGIT, 2012, p. 45).

Cada uma das estratégias desdobra-se em medidas adotadas pelo PlanMob-BH. A implantação de rede estruturante do transporte coletivo é diretamente associada à seguinte medida: “Toda a rede estrutural de transporte coletivo está suportada por um conjunto de quatorze corredores exclusivos de ônibus de elevada capacidade – BRT e na expansão do sistema sobre trilhos” (LOGIT, 2012, p. 45), com os seguintes horizontes de projeto:

- Horizonte 2014: ampliação da integração em estações fechadas de integração do sistema tronco-alimentado, tanto municipais quanto metropolitanas; ampliação da Linha 1 do trem metropolitano mantendo sua configuração atual, BRT nos corredores Av. Antônio Carlos, Av. Pedro I, Av. Cristiano Machado (trecho entre a Estação São Gabriel e o Centro), Av. Carlos Luz, Av. Pedro II, Av. Vilarinho, Av.

Amazonas, Av. Tereza Cristina, desde a Estação Barreiro até a Av. Amazonas, Via do Minério, desde a Estação Diamante pela Via do Minério até o Anel Rodoviário e na Av. Portugal; e

- Horizonte 2020: Ampliação do sistema tronco-alimentado municipal e metropolitano; Implantação de novas linhas do sistema metroviário, com a linha 2, entre o Barreiro e a região hospitalar, e da linha 3, entre Savassi e Pampulha; Complementação do BRT da Av. Cristiano Machado, completando 30 km na porção norte desse corredor; BRT ainda no chamado corredor Anel Intermediário; na Av. do Contorno, na Av. Raja Gabaglia, na Av. dos Andradas e no corredor Savassi/Belvedere.

Embora defina as intervenções estruturantes propostas, bem como o modo de transporte a ser utilizado em cada corredor, o relatório final do PlanMob-BH não apresenta dados relativos à demanda e à oferta de transporte por corredor. O relatório final do PlanMob-BH não menciona qualquer tipo de integração física ou tarifária proposta entre os sistemas municipal e metropolitano. Quanto à política tarifária, o plano tem como premissa “a condição adotada foi de manter, em todos os cenários e horizontes considerados a estrutura atualmente vigente para o sistema municipal” (LOGIT, 2009, p. 121), não havendo qualquer referência à adoção de tarifa única ou mesmo ampliação das vantagens tarifárias com o sistema integrado, exceto nas estações do BRT, onde se prevê a possibilidade de trocas sem cobrança de valor adicional.

O PlanMob-BH contempla relatório em que são descritas análises específicas baseadas em que comparam cada alternativa estudada em relação a uma situação de referência, tendo como base o ano de 2008. Diante dos resultados apresentados, observa-se que o carregamento das linhas de transporte metroviário de passageiros foi simulado para o cenário 2020, considerando a implantação prévia de BRT nos respectivos corredores (BRT Amazonas e Cristiano Machado no traçado da Linha 1 do metrô, BRT Antônio Carlos no traçado da Linha 3 do metrô e BRT Amazonas na área de influência da Linha 2 do metrô).

Quanto à metodologia para determinação da demanda e da oferta de transportes, o PlanMob-BH não apresenta dados consistentes de estimativa de carregamento por corredor que viessem a justificar a adoção de um modo em função de outro. Ao contrário, a simulação dos diversos cenários considera os modos de transporte como predefinições para as quais se busca estimar os impactos. Ao estimar a demanda de 44.000 passageiros por hora no corredor da Av.

Antônio Carlos para um dos cenários, o plano se contradiz quanto ao modo de transporte indicado para esse corredor, uma vez que o crescimento dessa demanda só seria satisfatoriamente atendido por transportes sobre trilhos.

Para o Plano de Melhoria da Oferta, o PlanMob-BH utilizou *softwares* como o EMME2 e o Transcad para simulação de cenários predefinidos. As análises são realizadas em termos dos principais indicadores de desempenho da rede de transporte coletivo e sistema viário. Os resultados são apresentados em termos de número de viagens do sistema como um todo, nas horas pico da manhã e da tarde, como já ilustrado anteriormente. Avalia-se que esse tipo de informação é de difícil análise em termos de capacidade, demanda e oferta de corredor específico, dizendo mais sobre tendências do município como um todo.

Quanto ao objetivo específico de analisar a capacidade do sistema BRT, pode-se afirmar que a implantação representará melhorias na qualidade do serviço atualmente prestado, implicando ganhos nos tempos de viagem e na qualidade do serviço prestado. Destacam-se aqui dois fatores. Em primeiro lugar, o aumento de possibilidades de troca entre linhas nas estações de integração e transferência, principalmente porque consistem em trocas não onerosas, o que amplia as possibilidades de mobilidade da população atendida. Em segundo lugar, as condições de conforto também estarão ampliadas, notadamente pela cobrança externa da tarifa e pela condição de embarque em nível.

A necessidade de transbordo de linhas alimentadoras para linhas troncais em estações de integração isoladamente pode ser avaliado como não vantajosa para o usuário. No entanto, têm-se razões para acreditar que os benefícios adjacentes superam o desconforto do transbordo compulsório, principalmente no que se refere à diminuição nos tempos médios de viagem. A oferta projetada é suficiente para atender à demanda atual do corredor, que gira em torno de 35.000 passageiros na hora pico da manhã, no trecho mais carregado. A infraestrutura de duas faixas de circulação exclusivas no corredor deve ser suficiente para um eventual aumento da oferta, mas a simulação do carregamento das estações de transferência já demonstra que elas não estão sendo construídas em condições de operar sem novas intervenções até 2030, uma vez que a saturação da ocupação é alcançada antes desse cenário.

Pode-se observar que o projeto foi cuidadoso no tratamento das estações, nos corredores e na área central e que o acesso e a informação ao usuário comum sobre o funcionamento do

sistema estará convenientemente atendido, através da padronização visual das estações. Para usuários com necessidade especiais, não foi identificado nenhum plano de informação para promoção do acesso universal. Como em qualquer projeto que envolve mudanças estruturais, dificuldades operacionais podem ser previstas e ajustes serão necessários principalmente no primeiro período após a implantação, demandando acompanhamento e monitoração permanentes.

A par disso, alguns aspectos podem merecer especial atenção. Um dos resultados aponta para possível necessidade de ajuste na distribuição e nos cálculos da ocupação e nível de saturação das estações de transferência. No caso de estações com dois módulos municipais, em que o acesso dos usuários ao segundo módulo pressupõe a circulação pelo primeiro, o que se pode prever é que os passageiros que desejam acessar o segundo módulo interferirão de forma direta na capacidade do primeiro, por onde se deslocam em percurso de atravessamento.

Como o cálculo do nível de saturação de usuários nas estações de transferência dos corredores utilizou o parâmetro de dois passageiros em pé por metro quadrado, embora o Manual do BRT (WRIGHT; HOOK, 2008) recomende até três passageiros por metro quadrado, pode-se ter uma faixa de acomodação. A ocupação projetada deve ser excedida pelo acréscimo de passageiros se deslocando no primeiro módulo. Não foi possível precisar o impacto desse tipo de deslocamento de pessoas sobre o grupo de passageiros que deve estar aguardando parado, mas há trabalhos que nos permitem perceber que as necessidades e o comportamento dos usuários (parado aguardando o ônibus e caminhando até o próximo módulo) são diferentes. Assim, a saturação estimada pode estar comprometida antes do esperado para os primeiros módulos das estações. Pondera-se que esse aspecto de aumento do nível de ocupação pode ser particularmente importante e chegar a comprometer a operação em caso de contingências que afetem o desempenho do sistema e que possam provocar atrasos dos ônibus.

Outro aspecto observado é que, nas quatro estações de transferência unidirecionais da Av. Vilarinho, não é possível realizar trocas não onerosas entre linhas operando em sentidos opostos, uma vez que a integração em ambiente fechado está restrita a linhas de mesmo sentido. Isso pode representar alguma dificuldade caso os passageiros busquem trocas entre linhas operando em sentidos opostos naquele trecho.

Quanto ao objetivo específico de discutir os possíveis impactos urbanísticos gerados na área de influência de novos sistemas de transporte de massa, a pesquisa alcançou resultados mais restritos, conforme já apresentado, o que pode ser entendido como oportunidade para estudos futuros. No que se refere às estações de integração – Pampulha, Venda Nova e Vilarinho –, nenhuma delas previu a inclusão de estacionamentos de forma a atrair passageiros oriundos do transporte individual, em sistemas *park and ride*, embora a região da Pampulha seja especialmente atrativa para esse tipo de operação, devido à renda mais elevada da população, conforme indicado no PlanMob-BH. Esse tipo de estacionamento pode ser previsto futuramente a fim de incrementar a prestação dos serviços, embora se possa antever que a disponibilidade de espaço, já escasso, possa estar ainda mais restrita nos próximos anos, devido ao previsível aumento da ocupação urbana no entorno das estações, bem como a valorização imobiliária. Em outras palavras, embora tenha se mostrado inviável no cenário inicial, a disponibilização de áreas de estacionamento integrado ao sistema BRT para automóveis nas proximidades das estações de integração tende a se tornar ainda mais cara e improvável nos próximos anos.

Os resultados deste trabalho corroboram que a escolha dos modos de transporte é um importante instrumento de política urbana que tem sido pouco utilizado no direcionamento do crescimento das cidades brasileiras. A escolha dos modos de transporte públicos implantados, praticamente restritos ao ônibus, tem definido os investimentos públicos, o que tem favorecido um tipo específico de exploração do serviço público de transporte, a cargo de empresas operadoras organizadas em grupos que dominam territorialmente a prestação dos serviços, mediante contratos públicos que chegam a prazos de 20 anos, renováveis por igual período¹². Dessa forma, a dinâmica da operação do serviço fica bastante restrita a contratos firmados em detrimento dos avanços tecnológicos disponíveis.

Há razões para acreditar que as empresas encarregadoras de ônibus também são bastante fortalecidas nesse processo de implantação de sistemas BRT e que itens de contrato entre o poder público e as empresas operadoras também estimulam uma constante renovação de veículos. Não há estímulo para a fabricação de ônibus mais “duráveis” ou para a implantação

¹² O Edital de Concorrência Pública Nº 131/2008, publicado com o fim de selecionar as propostas mais vantajosas para concessão, pelo município de Belo Horizonte, dos Serviços públicos de transporte coletivo de passageiros por ônibus nas redes de transportes e serviços, define que “os serviços serão concedidos pelo prazo de 20 (vinte) anos, a contar da data do início de operação”. A Lei Nº 8.666, de 21/06/1993, que institui

de inovações tecnológicas que impliquem aumento dos custos de fabricação, uma vez que o giro da mercadoria “ônibus” é bastante estimulado. Os contratos, ao determinarem a idade máxima do veículo em dez anos¹³, por exemplo, permitindo a troca desses veículos em um prazo muitas vezes inferior a três anos, definem um padrão de “qualidade” que implica constante remuneração de novos veículos. Embora não tenham sido encontrados estudos específicos indicando a idade ótima da frota para maximizar a qualidade dos serviços prestados, é possível observar que os veículos utilizados em sistemas ferroviários de passageiros apresentam uma vida útil expressivamente maior, sem prejuízo à qualidade dos serviços prestados. Ainda não foram encontradas avaliações da renovação de frota observada nos serviços de transporte público urbano por ônibus que permitam inferir o impacto ambiental desse processo.

O que poderia ser chamado de estratégia de recuperação para o transporte público pressupõe uma integração entre o planejamento urbanístico e o planejamento de transportes. O primeiro poderia assumir uma política de diversificação e concentração de atividades em um nível compatível com a concentração da mobilidade, superior à dispersão, mas inferior a níveis de congestionamento. O segundo deve buscar uma maior aproximação da oferta de transportes como instrumento de política urbana capaz de estruturar a cidade, inclusive alterando tendências de exclusão, segregação e periferização.

Nota-se uma ênfase em soluções de caráter operacional, buscando-se maximizar o uso de infraestrutura já instalada, muitas vezes através de estratégias operacionais. Parâmetros de qualidade do sistema têm sido pouco considerados na escolha do modo de transporte mais adequado para cada corredor, ficando a implantação dos sistemas basicamente restrita a modelos de operação de transporte sobre pneus. Esse planejamento operacional baseia-se ainda na compreensão de que a maioria dos usuários do sistema é cativa, não dispondo de veículo particular ou recursos para utilização de outros modos de transporte. Considerando o usuário como cativo, afasta-se da lógica operacional dos sistemas o atendimento dos quesitos de satisfação do usuário, que utiliza o sistema não por livre escolha, mas por falta de opção.

normas para licitações e contratos da Administração Pública prevê-e que esse tipo de Concessão pode ser renovada por igual período.

¹³ O Anexo II do Edital de Concorrência Pública nº 131/2008 define que “a frota de cada concessionária deve possuir idade média máxima de 4 anos e seis meses”. Além disso, define que: os veículos articulados poderão ter até 12 anos de uso e não serão computados no cálculo da vida útil média do contrato; os veículos leves (micro-ônibus) terão vida útil máxima de 10 anos e serão computados no cálculo da vida útil média do contrato; e os demais veículos (básico e padron) terão vida útil máxima de 10 anos.

A adequada definição de rotas e itinerários do transporte público depende da agregação da demanda, com uma organização da operação e da oferta, o que não condiz com a adoção de um modo de transporte único como solução geral para a cidade. O sistema “ideal” deveria ser composto de diversas modalidades, como metrô, bondes, VLT, trólebus, BRT, ônibus, vans, táxis, bicicleta e a pé. Os diversos modos devem compor um sistema integrado que busque constante racionalização operacional e redução dos custos de transporte. A definição de qual modo de transporte deve ser implantado em cada trecho urbano depende não apenas de fatores relacionados com a demanda (concentrada ou pulverizada, adensada ou rarefeita), mas também de aspectos relacionados com cada centro de atividade, considerando custos diretos e indiretos.

Identifica-se ainda que as possibilidades de integração na rede de transporte público metropolitana, no caso de Belo Horizonte, estão quase que totalmente restritas ao sistema ônibus, uma vez que não existem perspectivas de curto prazo para ampliação do sistema ferroviário urbano de passageiros na região. O investimento apenas em rodovias com soluções de ônibus, como o BRT, é considerado por muitos gestores como a única alternativa viável do transporte urbano. Os argumentos em relação à viabilidade econômica desse tipo de sistema, considerando o menor custo inicial de implantação dos sistemas de ônibus, parece não considerar a dinâmica metropolitana. Muitas vezes não são ponderadas externalidades como poluição, congestionamentos, acidentes de trânsito e necessidade de medidas de engenharia de tráfego, de sinalização e de serviços de emergência. Nesse cenário, é compreensível que os sistemas de transporte de passageiros sobre trilhos estejam sendo preteridos diante do transporte de passageiros por ônibus.

Desse modo, é de interesse abordar também a definição das competências dos vários níveis de governo e gestão envolvidos, que envolve aspectos técnicos, gerenciais, orçamentários e de relações público-privadas nos sistemas de concessão para operação dos sistemas. Destaca-se que a política de transportes estruturados das metrópoles envolve os três níveis de governo, municipal, estadual e federal, mas a participação de uma instância metropolitana é particularmente cara na definição das metas e objetivos dos sistemas. O processo de municipalização da gestão dos transportes, que teve início na Região Metropolitana de Belo Horizonte em 1992, com a criação da BHTRANS e, posteriormente, das agências gestoras de Contagem (TRANSCON) e de Betim (TRANSBETIM), embora tenha representado avanços,

parece ter contribuído para o processo de ruptura de planejamento metropolitano. Como já abordado aqui, a gestão metropolitana é particularmente delicada no caso brasileiro e talvez isso influencie na definição dos modos de transporte planejados para a metrópole belo-horizontina, totalmente concentrada nos ônibus. Em face dos resultados obtidos, torna-se evidente a influência das gestões municipais na definição de políticas de transporte que são estruturalmente metropolitanas, com escolhas de alternativas baseadas nos contratos de concessão vigentes entre municípios e operadores, estado e operadores. Gouvêa já em 2001 anunciava que “O modelo municipalista não é uma panaceia: a questão metropolitana continua relegada a segundo plano, frente ao centramento em questões de âmbito local e a despeito dos impactos produzidos pelos processos de âmbito metropolitano nos municípios.” Os sistemas de transporte de alta capacidade das grandes cidades brasileiras podem ser pensados e definidos dentro de uma estratégia que envolve variáveis que os considerem como parte de um sistema estruturante da cidade, que não funciona isoladamente, que não se custeia isoladamente, que não opera isoladamente, que não é autoexcludente de outros modos de transporte, que só se sustente e se justifique a partir de uma lógica de melhoria da qualidade do serviço e funcionamento estratégico da estrutura urbana como um todo.

Quanto ao objetivo específico de propor fatores a serem considerados na avaliação de demanda para implantação de sistemas de transporte de alta capacidade, foi possível abordar uma gama de fatores que deveriam ser mais bem analisados na proposição de novos sistemas. Podem-se enumerar fatores como:

- (i) busca do dimensionamento das variações possíveis da demanda de transporte em função da atração de passageiros oriundos do transporte individual e da própria dinâmica do uso do solo, influenciada diretamente pela implantação de novas redes de transporte;
- (ii) diferenciação dos métodos que caracterizariam planejamento mais operacional ou mais estruturante dos sistemas de transporte;
- (iii) importância das etapas de planejamento das redes, no que se refere à geração, distribuição, divisão modal e alocação de viagens;
- (iv) necessidade de avaliar alternativas de modos diferentes de transporte na etapa de divisão modal, considerando as diversas possibilidades tecnológicas;

- (v) busca de soluções integradas de planejamento de transportes, não centradas em uma única tecnologia estruturante, mas em um conjunto de soluções aplicáveis a cada caso da multiplicidade de condições urbanas da metrópole;
- (vi) perda de capacidade dos sistemas BRT devido à existência de interseções em nível ao longo do corredor;
- (vii) necessidade de garantir a circulação dos sistemas BRT em faixas de circulação totalmente segregadas para anular a interferência do tráfego misto no desempenho do sistema;
- (viii) necessidade de avaliação criteriosa das condições de conforto e segurança do usuário no acesso às estações, minimizando ao mesmo tempo a necessidade de interrupções no trajeto do transporte público;
- (ix) integração dos serviços municipal e metropolitano para racionalização do sistema;
- (x) necessidade de privilegiar o planejamento de transporte minucioso e criterioso, mesmo considerando que a escolha da alternativa a ser implantada é muitas vezes política;
- (xi) necessidade de envolver gestores metropolitanos no processo de planejamento de transportes estruturantes, uma vez que as necessidades do município sede muitas vezes são antagônicas às da região metropolitana como um todo;
- (xii) necessidade de considerar as perspectivas de crescimento metropolitano, e não apenas municipal no planejamento das redes de transporte;
- (xiii) compatibilização dos serviços sobre trilhos existentes e propostos com outros modos de transporte por ônibus ofertados, evitando sobreposições de oferta;
- (xiv) priorização da lógica e qualidade do sistema em detrimento de interesses contratuais individuais dos municípios com as empresas operadoras;
- (xv) utilização dos sistemas de transporte como instrumentos de política urbana, compatibilizados com as políticas de uso e ocupação do solo urbano;
- (xvi) análise da idade ótima da frota para maximizar a qualidade do sistema; e
- (xvii) esquemas de integração entre diferentes modos de transporte, buscando inclusive ofertar comodidades aos usuários do transporte individual para incentivo ao uso das redes de transporte público.

5.2 Conclusões quanto ao objetivo geral do trabalho

O objetivo geral do trabalho foi analisar as estimativas para a oferta e a demanda consideradas no projeto do sistema de BRT de Belo Horizonte, contribuindo para a discussão e busca de soluções relativas à oferta de transporte de massa nas grandes cidades e suas relações com o padrão de desenvolvimento, avaliando especialmente os sistemas de BRT e metrô. Esse objetivo foi alcançado e identificaram-se aspectos restritivos da oferta que podem comprometer o bom funcionamento do sistema em um cenário de médio prazo. No que se refere às estimativas de demanda, observa-se o isolamento de externalidades, sem dimensionamento das variações possíveis da demanda de transporte, tendências demográficas, dinâmica do uso do solo e interferências de uma oferta diferenciada na atração de novos passageiros. Tanto nas estimativas de oferta como nas de demanda, podem-se identificar aspectos que caracterizam um planejamento mais operacional do que estratégico do sistema.

Outro aspecto que pode representar perda de capacidade do sistema BRT da Av. Antônio Carlos é a existência de interseções em nível ao longo do corredor. O corredor Antônio Carlos, em seus três trechos dados pela Av. Vilarinho, Av. Pedro I e Av. Antônio Carlos apresenta 11 interseções em nível com conflito de tráfego, a serem reguladas por equipamento semafórico. Para assegurar um bom desempenho, é necessário que o arranjo semafórico seja especialmente projetado para permitir a fluidez do corredor de transporte, o que nem sempre é possível, considerando que o volume de tráfego de passagem nas interseções é elevado, com acessos importantes a bairros e regiões lindeiros ao corredor. Nos próximos anos, podem se fazer necessárias algumas intervenções no sistema viário para viabilizar que essas transposições sejam deslocadas ou aconteçam em desnível, com ganhos previstos para a operação.

Na área central, as interseções em nível para atravessamento do tráfego de passagem também devem comprometer parcialmente a operação do BRT, uma vez que não foi possível promover uma circulação dos ônibus em faixa totalmente segregada. As intervenções para eliminar esse tipo de conflito seriam mais complexas, devido aos volumes de tráfego e à ocupação muito densa e já consolidada da região. Além disso, junto às interseções em nível, o controle semafórico também gerencia as travessias do imenso número de pedestres com interesse direto no BRT ou não.

Outro ponto que deve ser comentado é a divisão dos serviços municipal e metropolitano e a consequente diminuição da capacidade do sistema, que implicam serviços troncais sobrepostos e segregação dos sistemas. A integração entre os sistemas poderia representar uma maior racionalização da oferta, com benefícios na redução de custos e na frequência do sistema, além de ampliar a qualidade do serviço ao concentrar a oferta e ampliar as alternativas de deslocamento para o usuário. Essa integração poderia ser conseguida de diversas maneiras, como com a unificação dos cartões municipal e metropolitano de transporte e a distribuição das receitas entre os consórcios operadores. No entanto, a unificação dos serviços somente poderá ser implantada assim que vencidas as barreiras atuais que impossibilitaram a fusão das linhas troncais metropolitanas e municipais no cenário inicial. Caso ocorra, essa mudança é consistente com a racionalização do sistema e implicaria um novo arranjo das estações de transferência já implantadas. No que se refere às estações de integração Venda Nova e Vilarinho, a integração dos serviços troncais metropolitano e municipal representaria também grande benefício para a operação, com menor impacto na necessidade de mudanças nas plataformas, que poderiam ter o uso mais racionalizado.

Outro aspecto que demandará monitoramento constante é a circulação de veículos particulares nas faixas preferenciais do BRT na área central. As duas vias de atendimento do BRT na área central apresentam grande concentração de edifícios comerciais, residenciais e até mesmo garagens de uso público. Dessa forma, o acesso de veículos particulares não poderá ser totalmente proibido, já que o acesso aos imóveis lindeiros não pode ser vedado. Para a fiscalização da circulação de veículos privados nas faixas exclusivas do BRT está previsto o controle eletrônico de placas de entrada e saída do rotor, o que deve minimizar o problema, embora a operação possa ser afetada, em níveis ainda não estimados. Acrescenta-se ainda o fato de que não está prevista a fiscalização humana da circulação desses veículos privados, uma vez que é praticamente impossível verificar a olho nu qual é a origem e o destino dos veículos particulares que eventualmente estiverem circulando no chamado rotor.

Também foi possível observar que todo o acesso dos usuários às estações de transferência no corredor acontecerá em nível através de travessias também semaforizadas. Embora o acesso em nível represente uma condição de conforto apropriada para o pedestre, que não fica submetido a deslocamentos ampliados em passarelas, as travessias em nível podem implicar dois inconvenientes importantes. O primeiro relaciona-se à segurança dos usuários, uma vez

que todo o sistema é projetado para melhorar a capacidade e a velocidade operacional dos ônibus e as paradas simultâneas para travessia de pedestres estariam especialmente sujeitas a avanços de faixa e semáforo, principalmente ao se considerar que a operação do BRT é totalmente manual. Incidentes como esses poderiam acarretar atropelamentos nas faixas de travessia e de acesso às estações de transferência. O segundo inconveniente é um paradoxo em si mesmo em relação ao primeiro problema colocado. As paradas para travessia de pedestres realmente comprometem, em nível não identificado, a velocidade de operação do sistema, principalmente ao se considerar que são 25 pontos de travessia de pedestres para acesso à estações e conseqüentemente, 25 pontos potenciais de parada dos ônibus ao longo do corredor.

Vale destacar outro aspecto que pode ter interesse institucional. O sistema troncalizado implica a criação de linhas troncais para atender aos passageiros metropolitanos integrados nas estações. Essas linhas têm origem e destino dentro do município, o que parece indicar uma operação gerida pelo município. No entanto, essas linhas e seus respectivos passageiros foram segregados em um sistema separado de forma a garantir que as receitas fossem direcionadas para os consórcios operadores metropolitanos, mesmo em um serviço estruturalmente municipal. Não é possível antecipar se pode haver algum questionamento jurídico institucional sobre o tema. Essa escolha parece relacionar-se muito mais com aspectos contratuais já estabelecidos entre o governo do estado e os consórcios operadores do que com a lógica de racionalização e melhoria da qualidade do sistema de transporte.

O planejamento de transportes pode ser descrito como um processo, de etapas sequenciais, basicamente compreendendo definição de metas e objetivos, elaboração de alternativas, previsão do desempenho e impacto das alternativas, avaliação dos resultados e escolha da alternativa para implantação. A etapa final seria a da escolha, que deveria envolver os diversos agentes políticos, sejam eles governantes, empresários, usuários e até mesmo não usuários do sistema, afetados pelas decisões, uma vez que o transporte tem caráter estruturante da cidade. A avaliação comparativa de alternativas incluindo vários modos de transporte público constitui uma das etapas principais do processo. Após definidas metas e objetivos, a construção de alternativas busca definir planos e projetos que possam melhorar o sistema. As muitas possibilidades têm que ser detalhadas para seleção somente daquelas que tenham valor prático e possibilidade de implantação, para serem investigadas com maior profundidade. O número de alternativas pode ser sempre bastante variado, mas o número de

alternativas possíveis geralmente reduz drasticamente o conjunto de opções. O que se observa é que algumas vezes o processo político já reduz a seleção de alternativas previamente ao processo de planejamento, que envolve etapas e uma construção dialética. Nota-se no exame de alguns estudos que o processo de construção das etapas é cíclico e que a determinação de viabilidade pode variar no espaço e no tempo. Convém sublinhar que o descarte precoce de algumas possíveis soluções pode mostrar-se restritivo no planejamento das redes; e, ao buscar a antecipação da definição da melhor alternativa podem-se restringir precocemente as possibilidades de escolha. Um planejamento de redes que pressupõe a utilização de um modo específico, antes de vencidas as etapas do processo, embora possa estar totalmente compatível com uma lógica operacional, de financiamento e implantação, pode reduzir drasticamente os benefícios para o sistema.

Dando continuidade à discussão central sobre a escolha dos modos de transporte como estrutural na definição dos sistemas, é possível afirmar que a gestão dos municípios influencia a definição do modo ônibus como modo estruturante. Foi possível observar, no caso específico da Av. Antônio Carlos, que o planejamento realizado antecipou essa decisão ao definir e simular as redes do BRT no PlanMob-BH em cenários anteriores ao da implantação das linhas de metrô. As Linhas 1, 2 e 3 planejadas para a expansão do sistema de transporte metroviário de passageiros foram consideradas em cenário posterior de simulação, sobrepostas ao BRT. Confirmando diversos pressupostos teóricos examinados aqui, não parece haver mesmo viabilidade técnica e tampouco econômico-financeira na implantação de uma linha de transporte de passageiros sobre trilhos, com capacidade de transporte de até 60.000 passageiros por hora por sentido, sobreposta a uma linha de BRT que terá capacidade inicial de cerca de 40.000 passageiros por hora por sentido, considerando que a demanda atual do corredor gira em torno de 35.000 passageiros na hora mais carregada no trecho crítico. Buscando correlacionar a concepção do sistema de BRT em implantação, marcadamente municipal, e o abandono no cenário de curto, médio e provavelmente longo prazos da alternativa sobre trilhos para o corredor da Av. Antônio Carlos, pode-se trazer Vasconcellos (2013, p. 271) para a discussão, em seu recente trabalho sobre a construção da mobilidade excludente no Brasil:

Outro aspecto muito importante sobre o futuro do sistema de trilhos é que a oportunidade de aumentar significativamente a oferta em vista do alto crescimento populacional já passou. Isso decorre do simples fato de que o crescimento populacional nas grandes áreas urbanas do país – nas quais faz sentido ofertar transporte sobre trilhos – já arrefeceu e tende a ser meramente vegetativo daqui para

frente. Portanto, não haverá mais a incorporação de grandes contingentes populacionais que, no passado, justificavam o aumento.

Nesse sentido, é de interesse esclarecer algumas questões. Em primeiro lugar, o crescimento populacional do município de Belo Horizonte encontra-se realmente estagnado, muito embora o adensamento ao longo dos corredores dotados de infraestrutura de transporte deva ser mais bem discutido, com possíveis desdobramentos no sentido de aumento da demanda de transporte nessas áreas, haja vista as discussões em andamento na prefeitura de Belo Horizonte no sentido de viabilizar as operações urbanas consorciadas nos corredores dotados de BRT. Um segundo aspecto nos faz retornar à questão metropolitana, uma vez que a dinâmica populacional do chamado Vetor Norte Central (Ribeirão das Neves, São José da Lapa, Vespasiano e Santa Luzia) vem historicamente destacando-o como o principal vetor de expansão urbana de Belo Horizonte e da RMBH. Vale lembrar que, já no ano 2000, Belo Horizonte respondia por apenas 26% da população da região metropolitana e que a dinâmica demográfica com forte tendência de ocupação e adensamento do vetor Norte, sem a adequada infraestrutura de transportes, só viria a ampliar as desigualdades já observadas. Assim, o desenvolvimento deste trabalho permite uma discordância parcial com Vasconcellos, uma vez que a oportunidade de aumentar significativamente a oferta, tendo em vista o alto crescimento populacional, ainda não passou.

Do ponto de vista do planejamento de redes, a análise do traçado do BRT da Av. Antônio Carlos permite constatar que o sistema proposto coincide, em seus dois extremos, ou pelos menos se sobrepõe à área de influência direta, com estações da Linha 1 do Trem Metropolitano de Belo Horizonte, a saber, Vilarinho e Lagoinha. Isso leva a um questionamento de se parte dos investimentos não poderia ter sido feita no sentido de melhorar a oferta do sistema metro ferroviário de passageiros existente, mais especificamente da Linha 1, que tem hoje sua capacidade de transporte prejudicada devido a falta de investimento em material rodante e equipamentos. Os investimentos em BRT poderiam ter se concentrado, no primeiro momento em outros corredores de transporte, além da própria Av. Cristiano Machado, que terá o BRT implantado concomitantemente com o BRT da Antônio Carlos.

A partir da observação da realidade em muitas cidades brasileiras, pode-se inferir que o processo de tomada de decisão sobre qual modo de transporte deve ser implantado em cada corredor parece sofrer grande influência dos operadores do sistema e dos montadores dos

veículos, o que explica em parte o grande número de sistemas de BRT implantados ou em implantação na América Latina. A implantação desse tipo de sistema tende a manter o monopólio na operação das grandes empresas operadoras de ônibus, que passariam a operar com menor interferência de sistemas de transporte alternativos como vans e Mototáxis, em melhores condições em infraestruturas especiais de corredores exclusivos, mas basicamente com o mesmo modo de transporte.

5.3 Contribuições da pesquisa

O planejamento integrado e a “priorização de projetos de transporte público coletivo estruturadores do território e indutores do desenvolvimento urbano” são fundamentais para que haja a melhora da mobilidade urbana, conforme o inc. IV do art. 6 da Lei de Mobilidade Urbana. Acredita-se que os resultados apresentados nesta pesquisa, ao apontar critérios utilizados no planejamento de redes de transporte integradas, podem contribuir para o melhor planejamento, gestão e operação dos serviços, principalmente, para casos complexos como os das regiões metropolitanas. Ademais, a divulgação desta pesquisa poderá servir de auxílio, complemento e contribuição para novos estudos na área de transportes.

Como contribuição prática, destaca-se a atualidade do tema, se considerada a realidade da cidade de Belo Horizonte e de tantas outras que estão em processo de planejamento e implantação de sistemas de reestruturação de suas redes de transporte, principalmente adotando a tecnologia BRT. O presente trabalho reúne informações que podem se utilizadas por estudiosos e gestores da área de transporte. Outras prefeituras podem lançar mão do presente estudo, observando a experiência e o conjunto de diretrizes observadas nos planos desenvolvidos em Belo Horizonte, identificando pontos críticos e oportunidades de melhoria.

Como contribuição teórica, o presente trabalho busca uma atualização de informações e uma visão integrada, tornando mais acessível a literatura sobre o tema planejamento de transportes nas grandes cidades. Além disso, são apresentadas análises de documentos ainda não estudados, como o PlanMob-BH, o projeto do BRT da Av. Antônio Carlos e o próprio Plano Diretor de transporte sobre trilhos da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Esse último documento é um exemplo de utilização do modelo clássico de quatro etapas de planejamento de transportes, examinado no Capítulo 3 desta dissertação.

5.4 Limitações da pesquisa

As limitações observadas no desenvolvimento e nos resultados deste estudo apontam aspectos relacionados à complexidade do tema, em especial as dificuldades na quantificação dos atributos externos ao sistema de transporte em si, mas com influência direta sobre o tema, como dinâmica demográfica, uso e ocupação do solo e adensamento urbano, principalmente devido ao fato de vários desses atributos estarem ligados a aspectos de difícil mensuração. As lacunas entre as necessidades dos usuários, as diretrizes dos governantes, os interesses dos operadores e as possibilidades limitadas dos gestores aumentam as dificuldades de planejamento das redes de transporte, aumentando ainda mais a responsabilidade dos planejadores no processo de identificação e quantificação das alternativas de rede.

5.5 Sugestões para estudos futuros

Identifica-se grande potencial na exploração do objetivo específico de discutir os possíveis impactos urbanísticos gerados na área de influência de novos sistemas de transporte de massa – objetivo esse que nesta pesquisa alcançou resultados mais restritos, conforme já apresentado. Esse tema apresenta oportunidades para estudos futuros.

Destaca-se a complexidade do Plano Diretor de Transporte de Passageiros sobre Trilhos da Região Metropolitana de Belo Horizonte, de 1999, que mereceria uma análise ainda mais aprofundada, atualização dos dados e mesmo uma nova simulação de alternativas utilizando-se de *softwares* disponíveis. O plano possibilitaria ainda uma investigação mais profunda de aspectos urbanísticos relacionados à Região Metropolitana de Belo Horizonte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTP – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES PÚBLICOS. Critérios para escolha do modo de transporte segundo o planejamento urbano e as condições de operação. *Revista dos Transportes Públicos*, São Paulo, n. 23, p. 9-124, mar. 1984.

ANTP – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES PÚBLICOS. A integração do transporte público urbano, um procedimento eficiente de organização operacional, está sob suspeita?. *Revista da ANTP*, ano 21, n. 84, p. 77-86, 1999.

AZEVEDO, S.; MARES GUIA, V. R. A gestão do transporte na Região Metropolitana de Belo Horizonte. *Revista de Administração Pública – RAP*, n. 34, p. 106-132, jul.-ago. 2000.

ANTP – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES PÚBLICOS. *Integração nos transportes públicos*. São Paulo: ANTP, 2007. (Série Cadernos Técnicos).

BARRA, R. A; *O impacto do transbordo em sistemas integrados de transporte coletivo por ônibus: uma análise quantitativa e qualitativa no município de Belo Horizonte*. 2011. 162 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Edital de concorrência pública nº 131/2008. Dispõe sobre a concessão dos serviços públicos de transporte de passageiros por ônibus de Belo Horizonte. *Diário Oficial do Município de Belo Horizonte*, Belo Horizonte, 26 mar. 2008.

BHTRANS – EMPRESA DE TRANSPORTES E TRÂNSITO DE BELO HORIZONTE S/A. *Práticas de estacionamento em Belo Horizonte*. Belo Horizonte: BHTRANS, 2010. (Manual). Disponível em: <<http://www.bhtrans.pbh.gov.br/portal/page/portal/portalpublicodl/Temas/BHTRANS/manual-projetos-viarios-2013/Manual%20Pr%C3%A1ticas%20de%20Estacionamento%20Belo%20Horizonte%20-%20DDI.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2013.

BHTRANS – EMPRESA DE TRANSPORTES E TRÂNSITO DE BELO HORIZONTE S/A. *BRT Antônio Carlos: projeto de transporte*. Belo Horizonte: BHTRANS, 2013. (Relatório).

BOS, I.; MOLIN, E. Is there a ‘stick’ bonus? A stated choice model for P&R patronage incorporating cross-effects. *Delft*, v. 6, n. 3, p. 275-290, 2006. Disponível em: <http://www.ejtir.tudelft.nl/issues/2006_03/pdf/2006_03_04.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2013.

BRAGANÇA, L. S; TREDEZINI, L.B.; CANUTO, F. *Desnudamentos: instantâneos do alargamento da Avenida Antônio Carlos em Belo Horizonte*. In: SEMINÁRIO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO DA UFMG - NPGAU, 1., Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: NPGAU, 2012. p. 114-131.

BRASIL. Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 13 fev. 1995.

BRASIL. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. *Diário Oficial da União*, Brasília, 4 jan. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm>. Acesso em: 14 jun. 2013.

BRUTON, M. J. *Introdução ao planejamento de transportes*. Rio de Janeiro/São Paulo: Interciência/EDUSP, 1979.

CAMPOS, V. B. G. *Planejamento de transportes: conceitos e modelos de análise*. Rio de Janeiro, 2007. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Apostila).

CARDOSO, C. E. de P.; PIETRANTONIO, H. *Análise das recomendações usuais sobre definição do zoneamento e de dimensões relacionadas para estudos com modelos de alocação de tráfego*. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 15., Campinas. *Anais...* Rio de Janeiro: ANPET, 2000. p. 423-436.

CASTRO, A. *Ejemplos de BRT's em Latinoamerica y el mundo*. In: RED DE TRANSPORTE SUSTENTABLE NESTLAC, Cidade da Guatemala, 8-9 maio 2008. Disponível em: <http://nestlac.org/TallerBRT/EjemplosBRT_Castro.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2013.

CBTU – COMPANHIA BRASILEIRA DE TRENS URBANOS. *Sistema Belo Horizonte*. Belo Horizonte: CBTU, 2012. Disponível em: <<http://www.cbtu.gov.br/sistemas/bh/bhsist.htm>>. Acesso em: 21 nov. 2013.

CBTU – COMPANHIA BRASILEIRA DE TRENS URBANOS. *Belo Horizonte firma novo recorde de passageiros: o sexto de 2013*. 21 de novembro de 2013. Disponível em: <<http://www.cbtu.gov.br/noticias/destaques/2013/mes11/211113g/211113g.html>>. Acesso em: 21 nov. 2013.

CREA-MG – CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E ARQUITETURA DE MINAS GERAIS. *Guia de acessibilidade urbana*. Belo Horizonte: CREA-MG, 2006. Disponível em: <http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=regulacaourbana&tax=28238&lang=pt_BR&pg=5570&taxp=0&>. Acesso em: 14 jun. 2013.

CRESPO, S. *Caos no trânsito reduz produtividade do país em 5%, diz pesquisa*. Belo Horizonte: UOL, 2008. Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/ultnot/especial/2008/transito/2008/05/12/ult5848u19.jhtm>>. Acesso em: 14 jun. 2013.

CRESPO, S. *Trânsito faz perder bilhões de reais, mas cálculos variam muito*. Belo Horizonte: UOL, 2008. Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/ultnot/especial/2008/transito/2008/05/12/ult5848u24.jhtm>>. Acesso em: 14 jun. 2013.

CRUZ, R. C. *A reestruturação de Belo Horizonte nos anos iniciais do século XXI: uma análise da atuação dos agentes sociais no vetor norte da metrópole*. In: ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 14., Lima. *Anais...* Lima: EGAL, 2013. Disponível em: <http://www.egal2013.pe/wp-content/uploads/2013/07/Tra_Ramon-Coelho-da-Cruz.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2013.

DE TONI, J. S. *A preferência e o conforto dos usuários no transporte coletivo de passageiros*. 1994. 140 f. Dissertação (Mestrado em ????) – Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

FERNANDES, R. D. *Transporte e desenvolvimento urbano*. Porto Alegre: EMBARQ Brasil, 2013. Disponível em: <<http://embarqbrasil.org/node/139>>. Acesso em: 20 setembro 2013.

FERRAZ, A. C. P. *Sobre a eficiência e a eficácia do transporte público nas cidades médias*. 1990. ???f. Tese (Livre docência) – Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 1990.

FERRAZ, A. C. C. P.; TORRES, I. G. E. *Transporte público urbano*. São Carlos: Rima Editora, 2001.

FJP – FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. *Pesquisa origem e destino 2001-2002*. Belo Horizonte: FJP, 2004. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.mg.gov.br/consulta/consultaDetalheDocumento.php?iCodDocumento=42674>>. Acesso em: 20 maio 2013.

GAUSS Estatística e Mercado. *Pesquisas de avaliação BHTRANS: relatório das entrevistas domiciliares realizadas com moradores de Belo Horizonte*. Belo Horizonte: BHTRANS, 2011. v. I-II.

GECOP – GERÊNCIA DE CONTROLE DAS PERMISSÕES. *Relatório de dados gerenciais*. Belo Horizonte: BHTRANS, 2013. (Relatório).

GECET – GERÊNCIA DE CONTROLE E ESTUDOS TARIFÁRIOS. *Relatório de dados gerenciais*. Belo Horizonte: BHTRANS, 2013. (Relatório).

GEIPOT – GRUPO EXECUTIVO DE INTEGRAÇÃO DA POLÍTICA DE TRANSPORTE EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES. *Sistema de informações do anuário estatístico dos transportes*. Brasília: Ministério dos Transportes, 2001. Disponível em: <<http://www.geipot.gov.br/anuario2001/>>. Acesso em: 20 maio 2013.

GOVERNO DE MINAS GERAIS, Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico. *Aeroporto Industrial*. Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.mg.gov.br/pt/component/content/31?task=view>>. Acesso em: 20 maio 2013.

GOMIDE, A. A. *Transporte urbano e inclusão social: elementos para políticas públicas*. Brasília: IPEA, 2003. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/pub/td/2003/td_09>. Acesso em: 20 out. 2013.

GOULART, S.; CARVALHO, C. A. O pesquisador e o design da pesquisa qualitativa em administração. In: VIEIRA, M. M. F.; ZOUAIN, D. M (Org.). *Pesquisa qualitativa em administração: teoria e prática*. Rio de Janeiro: FGV, 2002. p. 98.

GOUVÊA, R. G. Autonomia municipal em regiões metropolitanas: as questões administrativa e política. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE LATIN AMERICAN STUDIES ASSOCIATION LASA, 23., Washington, DC: 2001. *Proceedings...* p. 1-20. Disponível em: <<http://lasa.international.pitt.edu/Lasa2001/GuimaraesGouveaRonaldo.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2013.

HIDALGO, D. Comparación de alternativas de transporte público masivo: una aproximación conceptual. . *Revista de Ingeniería*, n. 21, Bogotá, p. 94-105, maio 2005.

HIDALGO, D.; GUTIÉRREZ, L. BRT and BHLS around the world: explosive growth, large positive impacts and many issues outstanding. *Research in Transportation Economics*, v. 39, n. 1, p. 8-13, mar. 2013.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo demográfico 2010: resultados gerais da amostra*. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Resultados_Gerais_da_Amostra/resultados_gerais_amostra.pdf>. Acesso em: 20 out. 2013.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Estimativas de população para 1º de julho de 2013*. Brasília: IBGE, 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2013/estimativa_tcu.shtm>. Acesso em: 20 out. 2013.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. *Comunicado n. 94: infraestrutura social e urbana no Brasil subsídios para uma agenda de pesquisa e formulação de políticas públicas*. Brasília: IPEA, 2011. (Série Eixos do Desenvolvimento Brasileiro).

INECO – INGENIERÍA Y ECONOMÍA DEL TRANSPORTE, S.A. *Plano diretor de transporte de passageiros sobre trilhos da Região Metropolitana de Belo Horizonte*. Belo Horizonte: BHTRANS, 1999. v. 1-2. (Relatório, v. 1,2).

LEITE, J. G. M. *Técnicas de avaliação de alternativas e comparação modal*. 2011. Disponível em: <<http://www.transportes.eng.br/transportes.html>>. Acesso em: 15 abr. 2013.

LIMA JUNIOR, A. B. *Viagens park and ride por motivo trabalho: estudo de caso na cidade de São Paulo*. 2007. 139 f. Dissertação (Mestrado em ???) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

LOGIT Engenharia Consultiva. *PlanMob-BH – Plano de mobilidade urbana de Belo Horizonte – Plano de gerenciamento da demanda e diretrizes para melhoria da oferta – Revisão*. Relatório, Belo Horizonte, jun. 2009. Disponível em: <<http://www.bhtrans.pbh.gov.br/portal/page/portal/portalpublicodl/Temas/Observatorio/observatorio-da-mobilidade-publicacoes-2013/PlanMob-BH-PlanGerencDemdaeDiretrparaMelhOfertaJun2009.pdf>>. Acesso em: 07 set. 2013.

LOGIT Engenharia Consultiva. *PlanMob-BH – Plano de mobilidade urbana de Belo Horizonte – Plano de melhoria da oferta – revisão*. Relatório, ago. 2010. Disponível em: <<http://www.bhtrans.pbh.gov.br/portal/page/portal/portalpublicodl/Temas/Observatorio/PLANMOB-plano-melhoria-oferta-2013/PlanMob-BH-RelatEtapa4PlanMelhOfertaAgo2010.pdf>>. Acesso em: 07 set. 2013.

LOGIT Engenharia Consultiva. *PlanMob-BH – Plano de mobilidade urbana de Belo Horizonte*. Relatório final, out. 2012. Disponível em: <http://www.bhtrans.pbh.gov.br/portal/page/portal/portalpublicodl/Temas/Observatorio/observatorio-da-mobilidade-publicacoes-2013/Relatorio_planmob_bhtrans_final.pdf>. Acesso em: 07 set. 2013.

MAY, T. Pesquisa documental: escavações e evidências. In: MAY, T. (Org.) *Pesquisa social: questões, métodos e processos*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

MAY, T. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. *Revista Brasileira de História & Ciências Sociais*, Porto Alegre, ano 1, n. 1, 2009.

MELLO, A. C. V. *Potencial de captação de demanda adicional da linha dois do metropolitano do Rio de Janeiro*. 2007. 183 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico. *Aeroporto Industrial*. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.mg.gov.br/pt/component/content/31?task=view>>. Acesso em: 20 maio 2013.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas de Minas Gerais – SETOP. *Construindo e transportando Minas para o futuro*. Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <<http://www.transportes.mg.gov.br/index.php/sobre/institucional>>. Acesso em: 20 outubro 2013.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. *Manual de BRT – Bus Rapid Transit: guia de planejamento*. Brasília: Institute for Transportation and Development Policy, 2008.

MOSCARELLI, F. C. *Proposta de método para análise de demanda para um modo combinado de transporte associado a estacionamentos dissuasórios*. 2009. 121 f. Dissertação (Mestrado em

Engenharia de Produção – Escola de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

MOTTA, R. A. *Benefícios ambientais em decorrência da implantação de sistemas de transporte rápido e de alta capacidade de ônibus – o caso do Transmilênio*. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes, COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, 2009.

NOVAES, A. G. *Sistemas de transportes: análise da demanda*. v. 1; análise da oferta. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1986.

OLIVEIRA, M. F; *O transporte público de Belo Horizonte em seu contexto metropolitano*. In: In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 18., Florianópolis. *Anais...* Rio de Janeiro: ANPET, 2004. p. 265-274.

PITOMBO, C. S.; KAWAMOTO, E. Aplicação de técnicas de análise multivariadas de dados em um estudo exploratório da influência do solo nas escolhas de padrões de encadeamento de viagens. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 19., Recife. *Anais...* Rio de Janeiro: ANPET, 2005. p. 399-412.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. *Gestão compartilhada*. Belo Horizonte: PBH, 2013. Disponível em: <<http://gestaocompartilhada.pbh.gov.br/mapas-e-estatisticas>>. Acesso em: 20 out. 2013.

ROLNIK, R. *É possível uma política urbana contra a exclusão?* São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://raquelrolnik.files.wordpress.com/2009/08/politicaurbanacontraexclusao.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2013.

SANTOS, L. *Doc Antônio Carlos*. Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <<http://antoniocarlosdoc.wordpress.com/>>. Acesso em: 20 out. 2013.

SHERWIN, H. *Park and Ride – its role in local transport policy*. Council for the Protection of Rural England - CPRE, Londres, 1998. Disponível em: <http://www.chinautc.com/information/manage/uncc_editor/uploadfile/20110111093150572.pdf>. Acesso em: 20 out. 2013.

SOUZA, J. *A expansão urbana de Belo Horizonte e da Região Metropolitana de Belo Horizonte: o caso específico do município de Ribeirão das Neves*. 2008. 194 f. Tese (Doutorado em 2008) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR), Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SPILLAR, R. J. *Park-and-ride planning and design guidelines*. New Iorque: Parsons Brinckerhoff Inc., 1997.

TECNOTRAN Engenheiros Consultores Ltda.; OFICINA, Consultores Associados. *Relatório-síntese do projeto de transporte do BRT Antônio Carlos*. Belo Horizonte: BHTRANS, 2012. Relatório.

TRIVIÑOS, A. N. S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987.

UITP - International Association of Public Transport. *Parking Policies: A UITP Position Paper*. FOCUS, Setembro 2000. Disponível em: <<http://uitp.org/mos/focus/parking-en.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2013.

VASCONCELLOS, E. A. *Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas*. Barueri, SP: Manole, 2013.

VASCONCELLOS, E. A. *Políticas de transporte no Brasil: a construção da mobilidade excludente*. São Paulo: Annablume, 2000.

VILLAVICENCIO, J. R. R.; BODMER, M.; MARTINS, J. *Os clientes e os seus critérios de escolha dos serviços de transporte público urbano*. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13., Bauru, 2006. *Anais*. Bauro: 2006. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/240.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2013.

WRIGHT, L. HOOK, W. *Manual de BRT - Bus Rapid Transit*. Guia de Planejamento. Brasília: ITDP / Ministério das Cidades, 2008.