

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

CURSO DE MESTRADO EM GEOTECNIA E TRANSPORTES

**AVALIAÇÃO DA TRANSFERÊNCIA DE
PASSAGEIROS EM TERMINAIS DE
INTEGRAÇÃO**

LUIZ CARLOS DE JESUS MIRANDA

Belo Horizonte

2017

LUIZ CARLOS DE JESUS MIRANDA

**AVALIAÇÃO DA TRANSFERÊNCIA DE
PASSAGEIROS EM TERMINAIS DE
INTEGRAÇÃO**

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

Área de concentração: Transportes

Orientadora: Prof. Dra Leise Kelli de Oliveira

Belo Horizonte
Escola de Engenharia da UFMG

2017

“O que é o tempo?”

Se ninguém me pergunta eu sei, mas se o tento explicar, ignoro”

Santo Agostinho in Confissões

AGRADECIMENTOS

Dedico um agradecimento a todas e todos que contribuíram para a formatação deste trabalho. O primeiro e especial agradecimento, dedico a minha esposa e filhos pela compreensão e apoio durante a minha grande ausência nestes mais de dois anos. Dedico a eles este resultado e os agradeço por terem sido uma fonte de carinho, amor e amizade fundamentais durante esta jornada.

Quero dedicar este trabalho a meus pais, pela importância crucial que ambos tiveram também para minha formação acadêmica mesmo que, eles próprios, não tenham tido a chance de contar com o que, neste país, ainda é um privilégio. Dedico por tanto, a minha mãe, pelo exemplo de força e sabedoria, fundamental em minha formação, me convenceu por toda a minha vida da importância dos estudos, mesmo sem contar com uma formação acadêmica. A meu pai que a todo grau de formação que eu atingia, sempre me perguntava pelo próximo.

Quero agradecer aqui à professora Leise, pela parceria e amizade consolidadas durante a elaboração da dissertação. Pela paciência e firmeza durante estes anos de convivência que fizeram crescer a minha admiração por sua capacidade técnica e sua assertividade. Espero que este trabalho possa, ainda que parcialmente, expressar essas características. Por fim quero expressar o desejo de que esta seja apenas a primeira etapa de uma longa e frutífera parceria.

Agradeço também à professora Heloisa Maria Barbosa que, como coordenadora do curso de Engenharia Civil, me recebeu na engenharia em 2009, que anos depois orientou meu estágio acadêmico e, logo depois, me abriu as portas do NUCLETRANS. Agradeço ao professor Marcelo Franco Porto pela confiança e parceria nos tempos de estágio no NUCLETRANS, pelo acesso irrestrito ao laboratório que tanto me ajudou durante as etapas do curso de Mestrado, em particular, a elaboração da dissertação e por sua contribuição ao texto. Agradeço especialmente ao professor Leandro Cardoso não apenas por suas aulas e contribuições a este texto, mas também por sua defesa de uma engenharia de transportes mais humanizada.

Quero expressar minha gratidão aos demais professores do Curso de Mestrado em Geotecnia e Transportes pelas aulas e preciosos conhecimentos transmitidos. Agradeço também aos colegas

do curso de mestrado pela parceria e companheirismo, além disso gostaria de parabenizá-los pelo sucesso e dizer que também me ensinaram muito.

Quero expressar aqui um muito obrigado ao Max, pela ajuda e compreensão. Agradeço por sua generosidade ao abrir mão de parte da minha presença na gerência e pelos valorosos conselhos. Um agradecimento a toda a equipe da GEAUQ pelas contribuições a este trabalho e pela parceria, em especial minha gratidão à equipe de técnicos de transporte e trânsito que participou da coleta de dados. Agradeço também a BHTRANS, à Diretoria de Transportes Públicos, à Superintendência de Gestão e Tecnologia de Transportes, bem como às gerências GESPR, GECET, GEMOB, GEAUQ e ACM pelas informações e dados fornecidos.

A todas e todos os que contribuíram de alguma forma, direta ou indiretamente, para a construção deste trabalho deixo aqui o meu muito obrigado. Quero assegurar-lhes, que vencida esta etapa, aumenta ainda mais a minha responsabilidade por usar o conhecimento adquirido e os recursos em mim investidos para contribuir e lutar pela melhoria das condições de transporte e de vida da maioria da população e assim ajudar na construção de um país mais justo, igualitário e solidário.

Por fim quero dedicar esta dissertação e fazer uma especial reverência aos usuários de ônibus de toda a Belo Horizonte, pela extrema educação e cordialidade com que atenderam a mim e aos demais membros da equipe de pesquisadores durante as entrevistas. Mesmo sob condições de serviço que muitos poderiam considerar como desumanas, os usuários sempre atenderam prontamente os pesquisadores com uma dose imensa de simpatia e educação, mesmo quando se mostravam indignados com a forma como eram tratados.

RESUMO

O transporte público é tido como a melhor alternativa para democratizar os deslocamentos e garantir a equidade para todos os cidadãos em um mundo cada vez mais urbano. Seu uso traz racionalidade ao espaço urbano contribuindo para o desenvolvimento sustentável e inclusão social. Nos últimos anos, diversos investimentos foram realizados no transporte público com o objetivo de torná-lo mais eficiente e competitivo. Na busca destes objetivos, sistemas de transportes integrados vem sendo implantados em diversas cidades, tornando cada vez mais comum a necessidade de que o usuário do transporte coletivo necessite realizar transferências durante sua viagem. Este trabalho realiza uma avaliação da transferência de passageiros na Estação de Integração da Pampulha, integrante do sistema MOVE do BRT de Belo Horizonte. Esta avaliação é realizada por meio da mensuração direta do tempo da transferência de passageiros na estação e por pesquisas que avaliem a percepção de usuários da estação e especialistas em transportes públicos. Dentre os resultados, o tempo da transferência na estação no período da manhã dura, em média, 5 minutos (± 2 minutos). No período da tarde, este tempo salta para uma média entre 8 e 15 minutos (± 5 minutos), dependendo da linha alimentadora avaliada. Além disso, existe uma avaliação positiva do tempo de viagem e de espera pelas linhas troncais, mostrando que o usuário percebe os benefícios do sistema BRT. O atributo de pior desempenho, segundo a percepção dos usuários, foi o nível de ocupação, referente a densidade de passageiros por ônibus, tanto das linhas do sistema alimentador quanto para o sistema troncal.

Palavras chave: transferência de passageiros, tempo de transferência, tempo de viagem, qualidade no transporte público, estações de integração, pesquisas de percepção dos usuários, sistemas integrados de transporte, transporte público.

ABSTRACT

Public transport is seen as the best alternative to democratize displacements and ensure equity for all citizens in an increasingly urban world. Its use brings rationality to the urban space contributing to the sustainable development and social inclusion. In recent years, several investments have been made in public transport with the aim of making it more efficient and competitive. In pursuit of these objectives, integrated transport systems have been implemented in several cities, making it increasingly common for users of public transport to make transfers during their trip. This work carries out an evaluation of the transfer of passengers at the Integration Station of Pampulha, a component of the BRT MOVE system in Belo Horizonte. This evaluation is carried out by means of the direct measurement of the time of the transfer of passengers in the station and by surveys that evaluate the perception of station users and specialists in public transportation. Among the results, the time of transfer in the station in the morning period, in average, 5 minutes (± 2 minutes). In the afternoon, this time increases to an average of 8-15 minutes (± 5 minutes), depending on the feeder bus line evaluated. In addition, there is a positive assessment of travel time and waiting for the trunk lines, showing that the user realizes the benefits of the BRT system. The worst performance attribute, according to the perception of the users, was the level of occupancy, referring to the density of passengers by bus, both the feeder system and the trunk system.

Keywords: transfer of passengers, transfer time, travel time, quality in public transport, integration stations, user perception surveys, integrated transport systems, public transport.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1: CICLO VICIOSO DO TRANSPORTE PÚBLICO URBANO – TPU (ADAPTADO DE IPEA, 2011)	4
FIGURA 2.1: COMPONENTES DO TEMPO TOTAL DE VIAGEM EM UM SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO.....	21
FIGURA 2.2: EFEITOS DA TRANSFERÊNCIA SOBRE A MOBILIDADE URBANA E SEUS PRINCIPAIS AGENTES (SILVA, 2004).	27
FIGURA 3.1: VEÍCULOS DO TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS DE BELO HORIZONTE (FONTE: GEAUQ, 2014).	37
FIGURA 3.2: LINHAS COMPONENTES DO SISTEMA BRT MOVE E A ESTAÇÃO PAMPULHA . (BHTRANS, 2014A)	38
FIGURA 3.3: USO DE CRÉDITOS ELETRÔNICOS NO TRANSPORTE COLETIVO DE BELO HORIZONTE. (BHTRANS, 2014A).....	39
FIGURA 3.4: PLATAFORMA LINHAS ALIMENTADORAS DA ESTAÇÃO PAMPULHA (ADAPTADO DE BHTRANS, 2016B).	44
FIGURA 3.5: PLATAFORMA LINHAS ALIMENTADORAS DA ESTAÇÃO PAMPULHA (ADAPTADO DE BHTRANS, 2016B)	46
FIGURA 3.6: IMAGENS DAS CARACTERÍSTICAS DO PISO DAS LINHAS ALIMENTADORAS.....	47
FIGURA 3.7: IMAGENS DAS CARACTERÍSTICAS PISO LINHAS TRONCAIS.	48
FIGURA 4.1: COMPONENTES DO TEMPO DE TRANSFERÊNCIA.	51
FIGURA 4.2: REPRESENTAÇÃO DAS QUATRO ETAPAS QUE COMPÕEM A TRANSFERÊNCIA.....	55
FIGURA 4.3: QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS.	59
FIGURA 4.4: VALORES DAS CATEGORIAS APONTADOS NA CURVA NORMAL.....	60
FIGURA 5.1: ITINERÁRIO DAS LINHAS ESCOLHIDAS PARA A PESQUISA.	66
FIGURA 5.2: ROTAS DE CAMINHAMENTO DO USUÁRIO DA ESTAÇÃO PAMPULHA AVALIADAS NESTE ESTUDO NA PLATAFORMA DAS LINHAS ALIMENTADORAS.....	71
FIGURA 5.3: ROTAS DE CAMINHAMENTO DO USUÁRIO DA ESTAÇÃO NA PLATAFORMA DAS LINHAS TRONCAIS.	72
FIGURA 5.4: ESQUEMA DO FLUXO DOS PASSAGEIROS POR LINHA ALIMENTADORA.....	74
FIGURA 5.5: COMPARATIVO ENTRE A PERCEPÇÃO ESTRATIFICADA DOS USUÁRIOS.	100
FIGURA 0.1: ECOVIA DE QUITO (BRASIL, 2008).	125
FIGURA 0.2: QUADRO DE HORÁRIOS LINHA DO BRT DE BELO HORIZONTE (BHTRANS, 2017).....	125
FIGURA 0.3: ESTAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA TRANSMILENIUM, EM BOGOTÁ (BRASIL, 2008)	126
FIGURA 0.4: TIPO DE ÔNIBUS QUE OPERA NO SISTEMA BRT DE BELO HORIZONTE (BHTRANS, 2016B).	127
FIGURA 0.5: SISTEMA DE COBRANÇA E INFORMAÇÃO AO USUÁRIO NO SISTEMA BRT DE BELO HORIZONTE (BHTRANS, 2017A).....	127
FIGURA 0.6: NÍVEIS DE SERVIÇOS POR ÔNIBUS SEGUNDO O ITDP (BRASIL, 2008).	128
FIGURA 0.1: PLANTA DA PLATAFORMA LINHAS TRONCAIS (ARQUIVO CEDIDO GEMOB/BHTRANS)	137
FIGURA 0.2: PLANTA DA PLATAFORMA LINHAS ALIMENTADORAS (ARQUIVO CEDIDO GEMOB/BHTRANS)	137

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1: PRINCIPAIS ATRIBUTOS DE MENSURAÇÃO DA QUALIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO.....	16
TABELA 2.2 . PARÂMETROS PARA O TEMPO TOTAL DE VIAGEM.	22
TABELA 2.3: IMPORTÂNCIA RELATIVA DOS COMPONENTES DO TEMPO DE VIAGEM.	24
TABELA 2.4: VALORES DE REFERÊNCIA PARA O NÍVEL DE SERVIÇO COMO RELAÇÃO AO TEMPO DE TRANSFERÊNCIA.	28
TABELA 2.5: COMPARATIVO ENTRE O TEMPO DE ESPERA PERCEBIDO E OBSERVADO).	32
TABELA 3.1: DESCRIÇÃO DOS CORREDORES EXCLUSIVOS DO BRT DE BELO HORIZONTE.	36
TABELA 3.2: COMPARATIVO ENTRE PASSAGEIROS TRANSPORTADOS NA ESTAÇÃO PAMPULHA, NO BRT MOVE E NO SISTEMA DE BELO HORIZONTE.....	41
TABELA 3.3: BAIRROS DA BACIA DA ESTAÇÃO PAMPULHA COM A RESPECTIVA POPULAÇÃO	42
TABELA 4.1: ATRIBUTOS DEFINIDOS PARA A PESQUISA COM ESPECIALISTAS E USUÁRIOS.	57
TABELA 4.2: CRITÉRIOS DE DISTRIBUIÇÃO DAS NOTAS NA ESCALA LIKERT.....	58
TABELA 4.3: EQUAÇÕES PARA CÁLCULO DAS ETAPAS DO MÉTODO DOS INTERVALOS SUCESSIVOS.	63
TABELA 5.1 – NÚMERO DIÁRIO DE PASSAGEIROS NO TERMINAL PAMPULHA.....	64
TABELA 5.2: AMOSTRA DA PESQUISA.	67
TABELA 5.3 - TEMPO DE DESEMBARQUE MANHÃ – LINHAS ALIMENTADORAS (TODOS OS TEMPOS EM S).....	68
TABELA 5.4 - TEMPO DE DESEMBARQUE TARDE – LINHAS TRONCAIS (TODOS OS TEMPOS EM S).	68
TABELA 5.5: DESCRIÇÃO DOS TRECHOS DE CAMINHADA DOS USUÁRIOS.....	69
TABELA 5.6: TEMPO DE CAMINHADA DOS USUÁRIOS.	70
TABELA 5.7: VELOCIDADE DE CAMINHAMENTO DO USUÁRIO NA CONEXÃO ENTRE AS LINHAS ALIMENTADORAS E TRONCAL T01.....	73
TABELA 5.8: TEMPO NAS IMPEDÂNCIAS (MIN).	75
TABELA 5.9: TEMPO DE ESPERA E EMBARQUE PARA AS LINHAS TRONCAIS (MIN).....	77
TABELA 5.10: TEMPO DE ESPERA E EMBARQUE PARA AS LINHAS ALIMENTADORAS (MIN).	78
TABELA 5.11: TEMPO DE FILA NAS LINHAS TRONCAIS (MIN).	78
TABELA 5.12 TEMPO TOTAL DE TRANSFERÊNCIA PARA USUÁRIOS DAS LINHAS ALIMENTADORAS A01, A02 E A03.	80
TABELA 5.13: TEMPO TOTAL DE TRANSFERÊNCIA PARA USUÁRIOS DAS LINHAS ALIMENTADORAS A04, A05 E A06..	81
TABELA 5.14: ESTRATIFICAÇÃO DA AMOSTRA PESQUISADA.	84
TABELA 5.15: ESTRATIFICAÇÃO DA AMOSTRA POR LINHA ALIMENTADORA.....	84
TABELA 5.16. RESULTADOS GERAIS PARA A PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS SOBRE OS SERVIÇOS DE TRANSPORTE NA ESTAÇÃO PAMPULHA. ...	85
TABELA 5.17: FREQUÊNCIA DAS CATEGORIAS PARA OS ATRIBUTOS AVALIADOS.....	86
TABELA 5.18: RESULTADOS PARA OS ATRIBUTOS DE 1 A 6.	87
TABELA 5.19. DISTÂNCIA ENTRE CATEGORIAS E ESCALA DE REFERÊNCIA ACUMULADA.....	90
TABELA 5.20: VALOR DOS ATRIBUTOS DA TRANSFERÊNCIA NA ESTAÇÃO PAMPULHA NA ESCALA 0-1.	91
TABELA 5.21: CONTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DE CADA ETAPA PARA O TEMPO TOTAL DE TRANSFERÊNCIA.	93
TABELA 5.22: AVALIAÇÃO DO IMPACTO DOS TEMPOS DE BILHETERIA E FILA DAS TRONCAIS SOBRE O TEMPO DE TRANSFERÊNCIA TOTAL	94

TABELA 5.23: AVALIAÇÃO DO TEMPO DE TRANSFERÊNCIA DE ACORDO COM A LITERATURA.....	96
TABELA 5.24: COMPARAÇÃO ENTRE O TEMPO DE ESPERA E EMBARQUE E O <i>HEADWAY</i> DAS LINHAS.....	97
TABELA 0.1: PRINCIPAIS PROPRIEDADES DE SISTEMAS BRT.....	124

SUMÁRIO

RESUMO.....	III
ABSTRACT.....	IV
LISTA DE FIGURAS.....	V
LISTA DE TABELAS.....	VI
SUMÁRIO.....	VIII
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 O Transporte Público no Brasil e em Belo Horizonte.....	2
1.2 Objetivos do trabalho.....	9
1.3 Justificativas.....	10
1.4 Estrutura da Dissertação.....	10
2 O TEMPO EM SISTEMAS DE TRANSPORTES PÚBLICOS.....	12
2.1 A qualidade no transporte público.....	13
2.2 O tempo de viagem.....	18
2.2.1 O tempo total de viagem.....	20
2.2.2 O valor do tempo no transporte coletivo.....	22
2.3 O tempo de transferência.....	26
2.4 A percepção dos usuários sobre a qualidade do transporte público.....	30
2.5 Conclusões do Capítulo.....	33
3 ESTAÇÃO DE INTEGRAÇÃO PAMPULHA DO SISTEMA BRT.....	35
3.1 Sistema BRT em Belo Horizonte.....	35
3.2 Estação de Integração da Pampulha.....	39
4 METODOLOGIA.....	49
4.1 Caracterização da Estação de Integração.....	49
4.2 Determinação do Tempo de Transferência em Estações de Integração.....	50
4.2.1 Tempo Médio de Desembarque.....	53
4.2.2 Tempo de caminhada.....	53
4.2.3 Tempo de impedâncias.....	54
4.2.4 Tempo de espera e embarque.....	54
4.2.5 Tempo total de transferência.....	55
4.3 Pesquisa com Usuários e Especialistas.....	55
4.4 Pesquisa de percepção da qualidade do transporte com os usuários da estação sobre os serviços de transportes na Estação da Pampulha.....	57
4.5 Método dos intervalos sucessivos.....	59

5	RESULTADOS.....	64
5.1	Mensuração do Tempo de Transferência na Estação Pampulha.....	64
5.1.1	Tempo de desembarque	67
5.1.2	Tempo de caminhada	69
5.1.3	Tempo nas impedâncias	73
5.1.4	Tempo de espera e embarque.....	75
5.2	Composição final do tempo de transferência.....	78
5.3	Pesquisa com especialistas e usuários para definição dos principais Atributos para a transferência de passageiros em terminais de integração	82
5.4	Percepção do usuário do Transporte Público do Terminal Pampulha	83
5.5	Discussão dos resultados.....	91
5.5.1	Avaliação do tempo total de transferência e seus componentes	91
5.5.2	Discussão em relação aos atributos para a transferência em estação.....	97
5.5.3	Discussão em relação a percepção do usuário do transporte público	98
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	105
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
	APÊNDICE A: PROPRIEDADES DOS SISTEMAS DE BRT	123
	APÊNDICE B: TABELAS COM RESULTADOS DO MÉTODO DOS INTERVALOS SUCESSIVOS, POR ATRIBUTOS	130
	APÊNDICE C: TABELA COM RESULTADOS DO MIS PARA OS DIFERENTES ESTRATOS	136

1 INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana é tema central nos debates atuais frente aos desafios enfrentados pelas cidades em todo o mundo. Como exemplo a Comunidade Europeia, determina que, com 80% dos europeus vivendo em ambiente urbano, a política de transportes nos países membros deve oferecer um nível elevado de mobilidade para as pessoas e empresas, garantir a disponibilidade de soluções de transporte, contribuindo para concretizar a livre circulação de pessoas, mercadorias e serviços, para melhorar a coesão social e econômica e para garantir a competitividade da indústria europeia e proteger o meio ambiente (COM, 2006).

Os problemas relacionados à mobilidade das pessoas e das mercadorias nos centros urbanos afetam diretamente a qualidade de vida da população, devido às externalidades geradas na produção do transporte, afetando também o desempenho econômico das atividades urbanas (IPEA, 2011). Segundo o Ministério das Cidades, (BRASIL, 2004), a mobilidade urbana pode ser definida como:

(...) um atributo associado às pessoas e aos bens; corresponde às diferentes respostas dadas por indivíduos e agentes econômicos às suas necessidades de deslocamento, consideradas as dimensões do espaço urbano e a complexidade das atividades nele desenvolvidas, ou, mais especificamente: a mobilidade urbana é um atributo das cidades e se refere à facilidade de deslocamento de pessoas e bens no espaço urbano. Tais deslocamentos são feitos através de veículos, vias e toda a infraestrutura (vias, calçadas, etc.)... É o resultado da interação entre os deslocamentos de pessoas e bens com a cidade. (BRASIL, 2004, p. 13)

Hoje há um consenso de que sistemas de transportes ineficientes pioram as desigualdades sócioespaciais e pressionam as frágeis condições de equilíbrio ambiental no espaço urbano, demandando, por parte dos governantes, a adoção de políticas públicas alinhadas com o objetivo maior de construir uma mobilidade urbana sustentável do ponto de vista econômico, social e ambiental. A mobilidade de pessoas e mercadorias tornou-se, assim, um importante elemento associado ao nível de desenvolvimento urbano (FERRAZ *et al.*, 2004)

Segundo o Caderno de Referência para a Elaboração de Planos de Mobilidade - PLANMOB (BRASIL, 2007), as soluções para a mobilidade no Brasil devem “garantir a diversidade das modalidades de transporte, respeitando as características das cidades, priorizando o transporte

coletivo, que é estruturante, sobre o individual, os modos não motorizados e valorizando o pedestre”.

Neste contexto, as políticas públicas para o transporte no Brasil têm priorizado o transporte público por meio de investimentos que garantam alternativas de redes de transporte coletivo dimensionadas para estimativa de custos e benefícios, tanto sociais como econômicos, expressos através de indicadores quantificáveis, tais como: tempo de viagem, custo global e unitário por pessoa, emissão de poluentes, entre outros (*ibid*).

Neste contexto, Belo Horizonte, capital de Minas Gerais e sede da terceira maior região metropolitana do país com quase seis milhões de habitantes (IBGE, 2016) optou pela implantação do BRT, do inglês *Bus Rapid Transit* ou transporte rápido por ônibus, como sistema estruturante, inaugurando-o em março de 2014 (BHTRANS, 2014a).

1.1 O Transporte Público no Brasil e em Belo Horizonte

Segundo Finn e Mulley (2011), nos países desenvolvidos, a mobilidade urbana é assegurada para a maioria da população, em parte devido ao uso disseminado do carro, e em parte devido a sistemas estáveis de transporte público de passageiros. Nas áreas urbanas da maioria dos países desenvolvidos, o transporte público é assegurado por operadores públicos ou privados que têm acordos de médio a longo prazo com a autoridade de transporte para um conjunto definido de serviços. Esses acordos reforçam a proteção jurídica contra prestadores clandestinos e são geralmente subsidiados para cobrir eventuais perdas devidas às dimensões social e ambiental dos serviços.

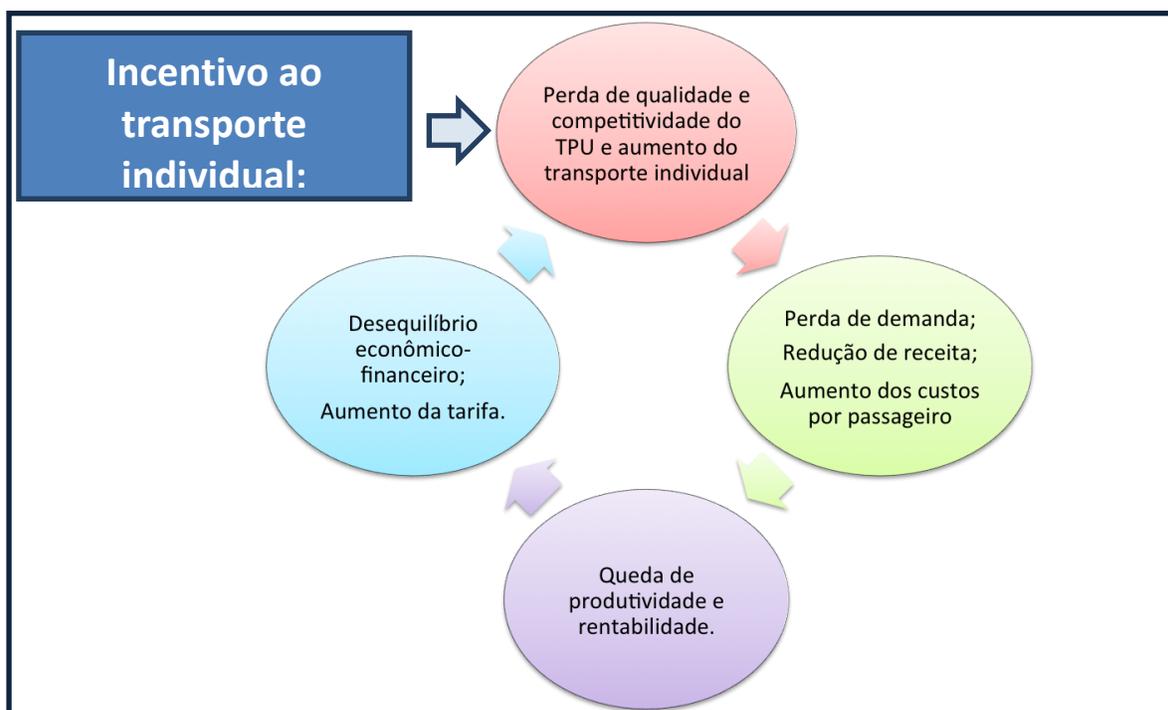
A situação nos países em desenvolvimento e nos países em transição é mais variada. Esses países, que representam a maioria da população global, enfrentam diversos desafios que envolvem mudanças na sociedade, quadros econômicos desfavoráveis. Além disso, a maioria carece de recursos financeiros, estruturas políticas e/ou governamentais adequadas e, às vezes, estabilidade política para implantar serviços de mobilidade eficazes e eficientes a preços acessíveis que atendam às expectativas dos cidadãos (*ibid*).

Para Vasconcellos (2001), as cidades brasileiras começaram a vivenciar problemas graves de transporte a partir da aceleração do processo de urbanização que se deu após a segunda guerra

mundial. Com a centralização política durante o regime militar e a falta de recursos locais, o planejamento de transportes acabou desenvolvendo-se principalmente junto ao governo federal. Este planejamento era executado principalmente por dois órgãos: o GEIPOT (Grupo Executivo de Planejamento de Transportes) e a EBTU (Empresa Brasileira de Transportes Urbanos). Estes órgãos utilizavam uma metodologia tradicional, com um enfoque técnico. Apenas quando se percebeu que as condições do transporte urbano não estavam se alterando significativamente é que esse planejamento tradicional começou a receber críticas.

O quadro atual da mobilidade no Brasil, segundo o IPEA (2011), mostra que os sistemas de ônibus urbanos e metropolitanos são a modalidade de transporte público predominante no Brasil, operando em 85% dos municípios. Os sistemas de alta capacidade de trens e metrô demonstram baixa ocorrência entre as cidades, se restringindo a poucas regiões metropolitanas do país. A alta dependência do transporte rodoviário associada com a degradação das condições de trânsito vem causando graves problemas de mobilidade para a população brasileira, traduzidos no ciclo vicioso de perda de competitividade do transporte público urbano rodoviário em relação ao privado (Figura 1.1: Ciclo Vicioso do Transporte Público Urbano – TPU (Adaptado de IPEA, 2011)). Este ciclo é alimentado pela falta de investimentos no transporte público, incentivo ao transporte privado individual e aumentos de preços dos insumos. Tudo isto gera uma perda de qualidade e competitividade do transporte público urbano, devido ao encarecimento da tarifa e o aumento do tempo de viagem devido aos congestionamentos. Isto provoca uma queda de rentabilidade, que por sua vez leva a novos reajustes da tarifa e redução da qualidade, realimentando o ciclo.

Figura 1.1: Ciclo Vicioso do Transporte Público Urbano – TPU (Adaptado de IPEA, 2011)



O sistema de mobilidade urbana dos grandes centros urbanos brasileiros se caracteriza pelo intenso uso do transporte individual motorizado com todos os efeitos que isso representa na vida da população (IPEA, 2011). O aumento das frotas de automóveis e de motocicletas se constitui em uma tendência bastante forte no Brasil nos últimos anos. Segundo a ANTP (2016), no transporte coletivo, os ônibus atendem à maior parte dos deslocamentos (89%) e em 2014, foram comutadas mais viagens por transporte individual (19,9 bilhões de viagens por ano) do que pelo transporte coletivo (18,2 bilhões de viagens por ano), correspondentes a 31 e 28,4% do total de viagens realizadas respectivamente.

O período da política de transporte urbano que se iniciou em meados dos anos 1990, é marcado, por um processo de retomada da estabilidade institucional da política urbana do governo federal e pela utilização de uma nova abordagem no tratamento do transporte urbano por parte da política federal de transportes urbanos. Abordagem esta inserida em uma concepção de desenvolvimento urbano que propõe ser mais integrada, sustentável e construída democraticamente (IPEA, 2011). Ainda que considerando essa nova abordagem, observou-se forte crescimento dos transportes individual e coletivo informal, queda da demanda pelos serviços de ônibus urbanos, sobrecarga do sistema viário das cidades e suas diversas

consequências em termos de aumento dos congestionamentos além da deterioração dos serviços de transporte coletivo (GOMIDE, 2003).

Na política de transportes urbanos desse período, iniciado em meados dos anos de 1990 destacam-se as seguintes etapas (IPEA, 2011):

- i. Promulgação da Lei nº 10.257/2001 (ou Estatuto da Cidade) que avançaria na criação de novos instrumentos de gestão urbana e instituiu a obrigatoriedade de um plano de transporte urbano integrado para as cidades com mais de 500 mil habitantes;
- ii. Criação, em 2003, do Ministério das Cidades como novo órgão da Política Urbana Federal, inserido na Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana (SeMob);
- iii. O avanço do Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) como o principal órgão de financiamento do transporte público urbano no Brasil;
- iv. A criação do Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte (CONIT) pela Lei nº 10.683/2003 e regulamentado posteriormente pelo Decreto nº 6.550/2008; e, por fim;
- v. A aprovação da Lei nº 12.587/2012, que institui as diretrizes da política de mobilidade urbana;
- vi. Promulgação do Estatuto das Metrôpoles em 13 de janeiro de 2015 que estabelece diretrizes gerais para o planejamento, a gestão e a execução das funções públicas de interesse comum em regiões metropolitanas e em aglomerações urbanas instituídas pelos Estados.

Souza (1992) destaca que até meados dos anos 1990, as políticas federais tratavam o transporte nas cidades enquanto uma questão eminentemente de infraestrutura viária. A análise dos documentos oficiais do governo federal indica que a partir desse período, gradualmente, a abordagem das políticas públicas nesse setor passou a lidar com a mobilidade urbana enquanto função social e econômica essencial para o desenvolvimento urbano (BRASIL, 2004).

A partir da definição da nova política de mobilidade urbana e sob a motivação de preparar as cidades do país para sediar os mega eventos que ocorreriam no país: Copa do Mundo FIFA em 2014 e Olimpíadas em 2016, cidades brasileiras iniciam projetos na área de mobilidade, com diversos investimentos em sistemas de transportes públicos. Segundo o Ministério do

Planejamento, o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) para a mobilidade urbana contava, em março de 2016, com 328 projetos, apoiando e incentivando a “execução de empreendimentos que promovam a integração física e tarifária de transporte público coletivo, além de fomentar projetos de grande e média capacidade como metrô, *Bus Rapid Transit* (BRT), corredores exclusivos de ônibus, veículos leves sobre trilhos (VLT), aeromóvel, entre outros” (BRASIL, 2016).

Belo Horizonte, como capital do estado e sede da Região Metropolitana (RMBH) vive esse novo ciclo de investimentos no transporte público. Quanto às especificidades do transporte público de Belo Horizonte, para compreender o contexto atual, é necessário, inicialmente, voltar algumas décadas no tempo.

Com o crescimento de Belo Horizonte para além do limite planejado por seus fundadores, dentro da Avenida do Contorno e também o crescimento das cidades no seu entorno, o planejamento urbano na capital começa a ter um foco metropolitano. O primeiro estudo a mostrar este foco, mostrando a dimensão metropolitana da capital, foi um diagnóstico integrado elaborado a pedido do prefeito da capital, Celso Melo Azevedo em 1958 (TONUCCI FILHO, 2012). Com a inclusão do Artigo 157 na constituição de 1967 que autorizava a criação de Regiões Metropolitanas e a consequente criação da Região Metropolitana de Belo Horizonte pela Lei Federal Complementar em 1973 com 14 municípios. Em 1971, o Governo do Estado e os 14 municípios que viriam a formar a RMBH firmaram um convênio para elaborar o Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH. Foi criado o Grupo Executivo do Plano Metropolitano de Belo Horizonte – PLAMBEL que em 1974 é transformado em autarquia pela Lei Estadual 6.303 de 30/04/1974 que cria a autarquia Superintendência de Desenvolvimento da RMBH (PLAMBEL). Em 1975 o conselho deliberativo do Plambel aprova o Plano Metropolitano de Transportes e o Plano de Desenvolvimento Integrado Econômico e Social da RMBH. Em 1977, o Conselho Deliberativo do PLAMBEL aprova o protocolo de intenções para a criação da Companhia de Transportes Urbanos da RMBH - METROBEL (*ibid*).

A gestão do sistema de transporte coletivo da cidade, integrada à gestão metropolitana, passa a ser de responsabilidade da METROBEL (Companhia de Transportes Urbanos da Região Metropolitana de Belo Horizonte) criada em 28 de junho de 1978. A gestão da METROBEL,

com a finalidade de reestruturar o transporte e o tráfego da RMBH, criou, em 1982, o PROBUS (Programa de Organização do Transporte Público) que visava dar nova estrutura ao sistema de transporte metropolitano (FJP, 1996).

O PROBUS promoveu alterações nas linhas de ônibus da cidade em julho de 1982. Na oportunidade, houve uma significativa redução no número de linhas de ônibus, substituídas pelas chamadas linhas “expressas” e “semi-expressas” que ligavam os bairros mais distantes ao centro e as linhas “diametrais” que realizavam conexões bairro a bairro, mas obrigatoriamente passando pela área central (CARDOSO, 2007). A METROBEL foi extinta em 1987 e a gestão do transporte metropolitano fica a cargo da autarquia TRANSMETRO (Transportes Metropolitanos) que passa a gerir o transporte municipal de Belo Horizonte até o ano de 1991 com a criação da BHTRANS.

Com a municipalização dos sistemas de transporte após a Constituição Federal de 1988, o transporte coletivo em Belo Horizonte passou a ser gerido pela BHTRANS (Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S/A.), em 31 de julho de 1991, através da Lei Municipal nº 5953, com as mesmas atribuições dos órgãos antecessores, mas com atuação restrita ao âmbito municipal. A gestão metropolitana do transporte e trânsito ficaria a da TRANSMETRO, até o ano de 1994, quando a gestão do sistema metropolitano passa a ser responsabilidade do DER/MG (Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Minas Gerais).

A primeira grande intervenção da BHTRANS no transporte coletivo foi o BHBUS, implantado em 1995 (CARDOSO, 2007). As principais ações deste plano foram uma reestruturação dos serviços de ônibus da cidade, em particular do sistema bairro a bairro com a reorganização do sistema de cores e numeração das linhas, alteração de itinerários e criação de novas linhas. Criação do sistema tronco-alimentado e a primeira estação de integração da cidade, a estação Diamante (na região do Barreiro) em 1997, estação Venda Nova em 2000, estação Barreiro em 2002, a estação São Gabriel e a estação Vilarinho (na região Norte da Capital), estas duas últimas também em 2002 e com integração ao metrô (*ibid*).

Em Belo Horizonte, o transporte coletivo é extremamente dependente do modo ônibus. A cidade conta com apenas uma linha de um metrô de superfície, inaugurado em 1986, que hoje conta

com uma extensão de 29 km. As viagens por metrô/trem metropolitano em Belo Horizonte representavam, segundo a pesquisa Origem/Destino 2012, apenas 2,0% dos deslocamentos ou 206.259 viagens, enquanto que o total de deslocamentos por ônibus era de cerca de 28% (BHTRANS, 2017a). São transportados por ônibus, diariamente, cerca de 1,5 milhões de passageiros em 27 mil viagens o que corresponde a 55 passageiros por viagem, em média (BHTRANS, 2015).

Apesar de Belo Horizonte ter estabelecido a ampliação das viagens por transporte coletivo como meta no seu plano de mobilidade de 2012 e no planejamento, os resultados da OD-2012 mostraram pela primeira vez o número de viagens por automóveis superar a quantidade de viagens por transporte coletivo (BHTRANS, 2016a).

Quando Belo Horizonte foi escolhida como uma das sedes do país para a Copa do Mundo de Futebol em 2014, a administração municipal elegeu o BRT como a alternativa mais viável para o sistema estruturante do transporte coletivo da cidade. O sistema BRT em Belo Horizonte foi inaugurado em etapas, durante o ano de 2014 com dois corredores exclusivos nas avenidas Antônio Carlos e Cristiano Machado, ambos fazendo a ligação da região norte da cidade com a área central. O sistema BRT de Belo Horizonte, para ter uma marca local, recebeu o nome fantasia MOVE (BHTRANS, 2014a).

O BRT de Belo Horizonte utiliza ônibus de maior capacidade, mais modernos e confortáveis, para obter com uma boa avaliação e adesão de usuário ao sistema, deve-se minimizar o tempo de viagem e torná-lo o mais confortável possível. Dentre os objetivos do novo sistema, situa-se o de garantir que os benefícios do aumento da velocidade, compense, suficientemente, o tempo despendido na transferência, para reduzir visivelmente o tempo total de viagem (BRASIL, 2008).

Entretanto, a necessidade de realizar uma transferência onde antes havia apenas uma viagem direta entre o bairro e o centro gerou grande rejeição por parte da população usuária. A desaprovação em relação ao tempo de transferência foi demonstrada pelo aumento das reclamações registradas no sistema de Registro de Solicitações (RS) através do serviço 156 da PBH (atendimento via telefone). Nos quatro meses anteriores a implantação do move foram observadas 122 reclamações sobre o tempo de espera e este número saltou para 358 nos quatro meses após a implantação (BHTRANS, 2014a).

Neste contexto, esta dissertação pretende investigar os atributos relevantes para a transferência de passageiros na Estação de Integração do BRT, identificando os atributos de pior desempenho para que a transferência de passageiros ocorra da maneira mais rápida, confortável e impacte o mínimo possível o tempo total de viagem. Para isto, este tempo deve ser bem conhecido e devem ser apuradas todas as impedâncias que impactem sobre o tempo final de transferência.

1.2 Objetivos do trabalho

O objetivo geral deste trabalho é fazer uma avaliação do processo de transferência de passageiros, identificando os critérios ou atributos relevantes a este processo, em terminais de integração de sistema de transporte público por ônibus fazendo uma avaliação desse processo. São objetivos específicos desta dissertação:

- Identificar, através de uma revisão bibliográfica, os principais atributos para mensurar a qualidade de um sistema de transporte público;
- Identificar, também por meio de revisão da bibliografia, os critérios para avaliação da transferência de passageiros em terminais de integração de um sistema de transporte público;
- Realizar um estudo de caso, caracterizando o terminal de integração e determinando sua relevância no contexto do sistema de transporte público em que ele está inserido, a saber a Estação Pampulha do Sistema MOVE;
- Identificar e mensurar os principais componentes do tempo de transferência na estação Pampulha;
- Quantificar e avaliar o tempo total de transferência na estações Pampulha;
- Identificar os atributos referentes à transferência de passageiros mais valorizados por especialistas e usuários da Estação Pampulha;
- Avaliar a percepção do usuário sobre o desempenho no processo de transferência da estação Pampulha;
- Discutir os resultados obtidos, ponderando o desempenho do nível de serviço da estação com relação aos atributos ponderados por passageiros e especialistas.

1.3 Justificativas

Os sistemas de transportes integrados surgiram e se multiplicaram em toda parte do mundo, principalmente por aumentarem a eficiência do sistema. No Brasil, eles se encontram em expansão com o aumento de redes de metrô, VLT e BRT em diversas cidades. Uma consequência natural da expansão destes sistemas é a imposição aos usuários da necessidade de transferências ao longo das viagens. Este quadro recente de expansão dos sistemas impõe a necessidade de estudos que investiguem os novos sistemas com o objetivo de conhecer as características e potencializar os benefícios dos novos sistemas, mitigando suas desvantagens. Nestas condições podem ser destacadas como justificativas deste trabalho:

- i. O ineditismo de trabalho devido aos sistemas de transporte público integrados serem uma novidade na maioria das cidades do país, como é o caso de Belo Horizonte;
- ii. A avaliação negativa que os usuários possuem da necessidade de realizar transferências, tornando necessário um maior controle do tempo gasto na transferência;
- iii. A necessidade de investigar as propriedades dos referidos sistemas integrados para buscar um regime que maximize a sua eficiência;
- iv. A necessidade de estabelecer parâmetros em concordância com a realidade brasileira para a operação dos sistemas integrados e para a realização de transferências;
- v. A necessidade de conhecer e determinar as preferências e necessidades manifestas dos usuários do transporte público;
- vi. A perspectiva de contribuir para maior atratividade do transporte público a partir do conhecimento dos pontos fortes e fracos no desempenho da transferência em uma estação de integração;
- vii. A perspectiva de propor melhorias na operação que tornem o sistema mais confortável ao usuário.

1.4 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação está estruturada em seis capítulos. Após este capítulo que faz uma introdução aos temas relacionados à dissertação, no capítulo II é apresentada uma revisão da literatura sobre os atributos utilizados para a determinação da qualidade nos sistemas de transporte público urbano. Foi realizada também uma investigação sobre o tempo de viagem e sobre o tempo de

transferência de passageiros em terminais de integração focando no tempo como atributo importante para a determinação do nível de serviço do transporte público. Também é investigado como mensurar a percepção do usuário a respeito da qualidade e do tempo no transporte público.

O Capítulo III apresenta a caracterização e descrição da Estação de Integração Pampulha como componente do sistema BRT de Belo Horizonte, que é o objeto de estudo desta dissertação. O capítulo IV apresenta a metodologia deste trabalho composta de quatro etapas. Na primeira parte é realizada uma caracterização da estação de integração Pampulha e do sistema de transporte no qual ela está inserida, apresentada no capítulo III. Na segunda etapa é realizada a mensuração do tempo de transferência na estação e de seus componentes. A terceira etapa consiste em uma pesquisa para identificar os atributos referentes à transferência mais valorizados por usuários e especialistas. A quarta etapa avalia a percepção do usuário sobre a transferência e os atributos da qualidade do transporte na estação.

O Capítulo V apresenta os resultados obtidos com a aplicação da metodologia proposta. São apresentados os resultados advindos da mensuração do tempo de transferência coletados *in loco* na estação Pampulha. São elencados os critérios mais relevantes na transferência na visão de especialistas e usuários. São apresentados os resultados da pesquisa de percepção da transferência de passageiros na estação Pampulha. Por fim é realizada uma discussão dos resultados encontrados, comparando os dados mensurados do tempo de transferência, ponderando-se estes resultados com as características da estação e à luz dos parâmetros e concepções encontrados na revisão da literatura. São discutidos os critérios apontados pelos usuários e comparados os resultados com pesquisas semelhantes encontradas na literatura. Por fim, são avaliados os resultados da pesquisa de percepção dos usuários, apurados em pesquisa na estação, comparando estes resultados com outros apontados na revisão da literatura.

Esta dissertação se encerra com o Capítulo VI que apresenta as considerações finais sobre os resultados apresentados, as limitações do trabalho e sugestões para futuros trabalhos. Encontra-se no primeiro apêndice desta dissertação uma discussão conceitual sobre os sistemas de BRT no Brasil e no mundo.

2 O TEMPO EM SISTEMAS DE TRANSPORTES PÚBLICOS

A mobilidade é uma parte essencial da vida humana, chegando a ser percebida como um direito (ALBALATE e BEL 2010 *apud* POLAT, 2012; FINN e MULLEY, 2011). O transporte público é uma das formas de transporte mais utilizadas, que proporciona a mobilidade necessária em nossas cidades (FELLESSION e FRIMAN, 2009). Sistemas que fornecem ou ampliam a mobilidade não só influenciam o grau de flexibilidade, mas também a qualidade de vida das pessoas.

O transporte público coletivo urbano caracteriza-se como a forma de transporte destinada ao uso nas cidades destinado a atender a todos os cidadãos promovendo a equidade e inclusão social (Vasconcelos, 2000). Sua importância reside em diversos fatores, mas o principal é a sua capacidade de transportar várias pessoas juntas e ao mesmo tempo (JORGE, 1998) além do seu aspecto social, democrático e em viabilizar-se como alternativa ao uso do automóvel (Ferraz e Torres, 2001), pois isto é importante por impactar na qualidade de vida reduzindo congestionamentos, acidentes de trânsito, a poluição atmosférica e sonora, como também contribuindo para a vitalidade econômica das cidades por estimular um uso e ocupação mais racionais do solo urbano (FELLESSION e FRIMAN, 2009).

Fellesson e Friman (2009) afirmam que, em muitos países, grandes investimentos nos sistemas de transporte público vêm sendo feitos com o objetivo de torná-los mais competitivos em relação a outros meios de transporte, sobretudo os automóveis particulares. Novos serviços estão sendo desenvolvidos e os antigos estão sendo aprimorados. Por conseguinte, a forma como os serviços de transportes públicos são prestados e as qualidades elevadas que têm são importantes devido ao seu efeito tanto sobre o comportamento dos viajantes como sobre a procura de serviços (POLAT, 2012; FINN e MULLEY, 2011).

A atratividade dos serviços de transporte público está relacionada a vários fatores, incluindo a produtividade e a eficiência dos mesmos. Evitar custos indesejáveis, tais como congestionamento de tráfego e custos ambientais também estão entre os principais objetivos das autoridades públicas e dos formuladores de políticas para o transporte (POLAT, 2012). Os gestores têm de utilizar os recursos organizacionais de forma eficaz e eficiente, procurando maximizar a procura destes serviços.

2.1 A qualidade no transporte público

Apesar da importância, o transporte público sofre com a concorrência do transporte privado, em particular o automóvel (ANDERSON *et al.*, 2013; FELLESSION e FRIMAN, 2009). Mais rápido e confortável, contando com o melhor desempenho no atendimento porta a porta, o transporte individual traz enormes desvantagens para o conjunto da sociedade, como congestionamento de tráfego, poluição e pesados investimentos em infraestrutura viária (VASCONCELLOS, 2001). Ainda segundo Vasconcellos (2001), o uso do transporte público coletivo é benéfico ao conjunto da sociedade devendo ser alvo prioritário das políticas públicas para torná-lo eficiente e atrativo, em esforços coordenados para reduzir o número de viagens por automóveis.

Com o objetivo de promover essa maior atratividade do transporte público deve-se procurar, através das políticas públicas, o aumento do conforto e da segurança, bem como a redução do tempo total de viagem (SILVEIRA e COCCO, 2013). O sistema deve ser dimensionado utilizando as diversas tecnologias disponíveis, como metrô, VLT ou BRT, devendo balizar sua escolha considerando a capacidade ofertada de cada modo e as especificidades da cidade e população a ser atendida, buscando ao final, oferecer um serviço de qualidade que garanta a satisfação tanto dos usuários como dos demais cidadãos que, mesmo não sendo usuários diretos, dependem da eficiência do transporte público (VUCHIC, 2007).

Para garantir uma alternativa ao automóvel são necessários investimentos em transporte público de qualidade e modos não motorizados de transporte (BRASIL, 2004). No que tange ao transporte público, a qualidade depende de uma série de fatores e deve estar diretamente associada à satisfação dos desejos de todos os atores envolvidos, o poder público, os operadores do sistema e principalmente, a população usuária (FERRAZ e TORRES, 2004). É esta última, a destinatária dos serviços ofertados, para a qual estes serviços de transporte devem ser atrativos. O TCRP (2003) define qualidade como “o desempenho geral medido ou percebido do serviço de transporte do ponto de vista do passageiro” (TCRP, 2013 p.1-7), mesmo conceito utilizado neste estudo.

Para a determinação da qualidade do serviço de transporte são requeridas medidas quantitativas para caracterizar as condições operacionais dentro de um fluxo de tráfego. Para este fim, diversos autores utilizam o conceito de nível de serviço. De acordo com o *Highway Capacity Manual*

(HCM, 2000, p. III.22), o nível de serviço é “uma medida de qualidade que descreve as condições operacionais dentro de um segmento, geralmente em termos atributos como velocidade e tempo de viagem, liberdade de manobra, interrupções de tráfego e conforto e conveniência”.

Para Lima Junior (1995), a qualidade de um sistema de transportes está na forma como o usuário percebe esta qualidade e a compara com as demais alternativas existentes. O transporte de passageiros é uma atividade intermediária, um serviço que deve ser oferecido aos seus usuários com rapidez, conforto e segurança em todas as suas etapas, devendo, neste processo, otimizar recursos e minimizar o tempo despendido. De forma complementar Anderson *et al.* (2013) ponderam que um serviço de qualidade é mais desejável e pode, conduzir a um aumento da procura, atraindo clientes adicionais de modos alternativos e gerando novas viagens.

Para ser atraente, o transporte público deve atender às necessidades dos usuários, atendendo a expectativas cada vez maiores em um ambiente de crescente concorrência (ANDERSON *et al.*, 2013). Isto torna a qualidade vital para ajudar a assegurar a viabilidade a longo prazo dos transportes públicos, através de aumentos na procura, receita, apoio público e aceitabilidade. Desta forma, para ser útil e adequado, o serviço de transporte público deve estar disponível para transportar passageiros para onde eles queiram ir, no momento em que desejam viajar (POLAT, 2012). Isto é facilitado pelo acesso seguro através de pontos de embarque e desembarque, rotas e horários de funcionamento adequados às atividades que dão origem à demanda por viagens. Um serviço adequado também deve ser confiável, pontual e fornecer um nível adequado de conforto.

Jorge (1998) afirma que é preciso definir padrões de qualidade para efeito de planejamento de sistemas de transporte público. Esses padrões devem se basear principalmente na opinião dos usuários habituais do transporte público (ANDERSON *et al.*, 2013).

Como um serviço, o transporte pode ter a sua qualidade avaliada através de indicadores de qualidade e de produtividade. Estes indicadores devem possuir formulação simples, apresentando um elevado grau de cobertura e representatividade das atividades e resultados gerados (TIRONI *et al.*, 1991). Vasconcellos (2001) define o nível de serviço no transporte como o nível de conforto com relação ao veículo utilizado e às condições das vias e da sinalização.

Para Alter (1976) são quatro os elementos primários a serem avaliados sobre um determinado serviço: custo, quantidade, impactos e qualidade. O custo do serviço se aplica ao usuário e aos governos que fornecem fundos de subsídios. No entanto, a qualidade do serviço é difícil de descrever de forma significativa devido à falta de critérios aceitos universalmente que permitam medir a qualidade deixando assim a avaliação ocorrendo de forma qualitativa. Ainda de acordo com Alter (1976), as medidas de qualidade do transporte urbano podem ser divididas em duas categorias, fatores de higiene de transporte e indicadores de nível de serviço.

Desta forma, para se realizar uma adequada mensuração da qualidade em sistemas de transportes públicos, há a necessidade de considerar alguns parâmetros ou atributos como referência. Em geral, estes atributos versam sobre as características dos locais de parada, dos ônibus, a frequência, o nível de ocupação dos ônibus que mede a densidade de passageiros dentro do veículo, tempo de espera, entre outros. A Tabela 2.1 apresenta os atributos recorrentes na literatura para mensuração da qualidade do transporte público identificados na literatura.

Estudos de avaliação da qualidade no transporte público são recorrentes, sendo boa parte deles desenvolvidos em países da América do Norte ou Europa, cujas cidades possuem diferentes características ou se encontram em patamares diferentes no que tange ao transporte público quando comparadas às cidades brasileiras, por exemplo. Para o TCRP (2013), por exemplo, a acessibilidade é o atributo mais importante para a mensuração da qualidade em sistemas de transporte público.

Dentre os diversos trabalhos que abordam a situação dos transportes públicos no Brasil, destacam-se os trabalhos de Cardoso e Portugal (2007; 2010) que identificaram que a segurança e a rapidez são os atributos mais importantes para os usuários do Metrô Rio, por meio de um estudo utilizando a análise do discurso. Como desdobramento da pesquisa, Cardoso e Portugal (2010) confirmaram que a identificação de princípios gerais é um modelo apropriado para obter a percepção sobre a qualidade do serviço do transporte público. Lübeck *et al.* (2011) avaliaram o nível de satisfação dos usuários em relação à qualidade do transporte público urbano da cidade de Santa Maria – RS e apontaram que as médias mais baixas estão atreladas à qualidade de abrigos dos pontos de ônibus e a conformidade entre o preço pago e o serviço oferecido.

Tabela 2.1: Principais atributos de mensuração da qualidade do transporte público.

Atributo	Autores
Acessibilidade	Alter (1976); Bertozzi e Lima Júnior (1998); HCM (2003); Ferraz e Torres (2001); Cardoso e Portugal (2007); Rodrigues (2008); Barra (2011); NTU (2014); TCRP (2013).
Tempo de viagem	Alter (1976); Anderson <i>et al</i> (2013); HCM (2003); Ferraz e Torres (2001); NTU (2014), Marins (2007); Cardoso e Portugal (2007); Rodrigues (2008); TCRP (2013).
Frequência de atendimento	Anderson <i>et al</i> (2013); HCM (2003); Ferraz e Torres (2001); Borges e Fonseca (2002); Duarte e Souza (2005); Marins (2007); Eboli e Mazzula (2007); Rodrigues (2008); NTU (2014);
Nível de ocupação	Alter (1976); Anderson <i>et al</i> (2013); HCM (2003); Ferraz e Torres (2001); Eboli e Mazzula (2007); Marins (2007); Rodrigues (2008); NTU (2014)
Confiabilidade	Anderson <i>et al</i> (2013); Bertozzi e Lima Júnior (1998); HCM (2003); Ferraz e Torres (2001); Eboli e Mazzula (2007); Cardoso e Portugal (2007); Marins (2007); Lübeck <i>et al.</i> (2011); NTU (2014)
Segurança e Seguridade	Bertozzi e Lima Júnior (1998); HCM (2003); Ferraz e Torres (2001); Marins (2007); Eboli e Mazzula (2007); Cardoso e Portugal (2007); Rodrigues (2008); Lübeck <i>et al.</i> (2011); TCRP (2013).
Informação ao usuário	Anderson <i>et al</i> (2013); Bertozzi e Lima Júnior (1998); Ferraz e Torres (2001); Borges e Fonseca (2002); Eboli e Mazzula (2007); Cardoso e Portugal (2007); Rodrigues (2008); NTU (2014), TCRP (2013)
Locais de parada	HCM (2003); Ferraz e Torres (2001); Borges e Fonseca (2002); Marins (2007); Eboli e Mazzula (2007); Cardoso e Portugal (2007); Rodrigues (2008);
Comportamento dos operadores	Bertozzi e Lima Júnior (1998); Ferraz e Torres (2001); Borges e Fonseca (2002); Duarte e Souza (2005), Marins (2007); Lübeck <i>et al.</i> (2011); NTU (2014);
Condições dos veículos	Bertozzi e Lima Júnior (1998); Borges e Fonseca (2002); Eboli e Mazzula (2007); Marins (2007); NTU (2014)
Conforto	HCM (2003); Anderson <i>et al</i> (2013); Bertozzi e Lima Júnior (1998); Borges e Fonseca (2002); Duarte e Souza (2005); Marins (2007); Cardoso e Portugal (2007); Barra (2011); NTU (2014)
Tarifa	Bertozzi e Lima Júnior (1998); Borges e Fonseca (2002); Duarte e Souza (2005), Marins (2007); Eboli e Mazzula (2007); Cardoso e Portugal (2007); Barra (2011)
Conectividade	Borges e Fonseca (2002); Rodrigues (2008);
Rotas	Alter (1976); Ferras e Torres (2001), Borges e Fonseca (2002); Eboli e Mazzula (2007); Cardoso e Portugal (2007);
Outros:	
Limpeza e iluminação dos terminais	NTU (2014)
Meio Ambiente	Eboli e Mazzula (2007); Cardoso e Portugal (2007)
Responsividade	Bertozzi e Lima Júnior (1998); Lübeck <i>et al.</i> (2011)
Transbordabilidade	Ferraz e Torres (2001)
Monitoramento dos serviços e Manutenção e construção	TCRP (2013)

Santos (2014) realizou uma pesquisa de percepção da qualidade dos serviços de transporte público em Brasília utilizando a escala Servqual adaptada, verificando que todos os determinantes avaliados estão muito abaixo da qualidade, sendo que os usuários possuem um alto grau de expectativas de melhoria em todos os todos os determinantes testados. Abreu *et al.* (2015) realizaram um estudo exploratório em Campo dos Goytacazes (RJ) sobre a qualidade dos serviços por ônibus e van segundo os usuários. Os resultados apontaram um melhor desempenho dos serviços por ônibus.

Lübeck *et al.* (2011) avaliaram a qualidade do transporte público de Santa Maria (RS), utilizando modelo de análise de *gap* da qualidade. Antunes e Simões (2013) estudaram o sistema de transporte coletivo em cidades médias paranaenses. A distribuição geográfica dos abrigos de ônibus teve a melhor avaliação, já o nível de ocupação dos veículos, a menor. Freitas e Reis (2013) propuseram cinco categorias com respectivos atributos para avaliação do transporte público, incorporando critérios técnicos relacionados a qualidade dos transporte público por ônibus e a qualidade dos serviços. As categorias consideram os veículos, vias e paradas, atendimento e valor agregado. Santos (2014) utilizou ferramentas de avaliação de marketing para mensurar a qualidade do transporte público em Brasília (DF). Abreu *et al.* (2015) utilizaram o método AHP e média ponderada para avaliar a qualidade do transporte público em Campos dos Goytacazes (RJ).

No que tange a avaliação da transferência de passageiros em terminais de integração, a literatura ainda é escassa (Paix e Gerus, 2016). Iseki *et al.* (2007) identificaram que a acessibilidade, conectividade, confiabilidade, informação, segurança e seguridade e conforto são fatores que influenciam a avaliação de usuários em estações de integração.

Para Brons *et al.* (2009), a acessibilidade é um atributo importante para a utilização do sistema ferroviário na Alemanha. Anderson *et al.* (2013) identificaram que a acessibilidade, informação, frequência, sistema de informação, conforto e segurança são indicadores a serem considerados nas estações. Civitas (2010) recomenda alguns elementos para tornar o transporte público mais atrativo, a saber: modernização da infraestrutura, especialmente as estações de integração, conforto na viagem pelo transporte público, construção de bicicletários seguros, estacionamento na estação, facilidade de acesso à estação, modernização as escadas rolantes para ajustar as

necessidades dos usuários e garantir acessibilidade, provimento de treinamento de motoristas para uma direção mais eficiente e segura e prover segurança e seguridade nas estações.

No contexto brasileiro, Barra (2011) analisou quantitativamente os impactos causados aos usuários da integração do transporte público por ônibus em Belo Horizonte. Seus resultados identificaram benefícios do sistema integrado em comparação ao sistema convencional pela redução do tempo de viagem, mesmo com a necessidade de realização de transferência, para os usuários da Estação Vilarinho.

Para ser fácil de usar, um serviço de transporte público precisa oferecer uma integração eficaz, bem como recursos, incluindo informações adequadas e bilhetagem apropriada. Com relação a sistemas integrados ou redes de transportes, é importante destacar que apenas NTU (2014) considera a estação de transferência como atributo de qualidade do serviço do transporte público. Contudo, para o ITDP (2014), é importante considerar as estações e o acesso à integração na avaliação da qualidade de sistemas BRT.

Fundamentalmente, em termos de transporte público, pode-se presumir que o processo de utilização sem dificuldade ou com pouco esforço é sinônimo de um sistema de boa qualidade e capaz de atrair novos usuários (GROTHUIS *et al.*, 2009) contribuindo para a redução, ou ao menos a manutenção nos patamares atuais, da quantidade de viagens por automóveis (Anderson *et al.*, 2013).

2.2 O tempo de viagem

O tempo é um dos principais atributos não apenas na percepção da qualidade de um sistema de transporte como já apresentado no tópico 2.1. (ALTER, 1976; HCM 2003; ANDERSON *et al.*, 2013), mas também um pré requisito indispensável ao planejamento, operação e monitoramento de todo sistema de transporte público. O tempo de viagem é frequentemente citado como o mais importante atributo para a escolha do modo de transporte, superando o custo da tarifa, o tecido urbano e características sócio-demográficas (CERVERO, 2002; FRANK *et al.*, 2008). Brutton (1987) atribui ao tempo de viagem, junto com o propósito da viagem, o papel de parâmetro determinante para a escolha do modo a ser utilizado. O mesmo autor entende que o tempo total de viagem possui esta importância por atuar como condição de medida do comprimento da viagem.

Do ponto de vista do usuário, o tempo de viagem é um dos atributos mais importantes e de mais fácil percepção no transporte público. De acordo com Faria (1985), o tempo é considerado pelos usuários do transporte público o fator mais importante de uma viagem sendo, por isso, tomado muitas vezes como o parâmetro mais importante na avaliação socioeconômica de projetos de transportes, útil para indicar quando um serviço de alta velocidade deve ser considerado entre dois locais, por exemplo, e na estimação da demanda de cada modo, resultando um dos tópicos mais estudados da economia dos transportes.

O valor do tempo não deve ser tratado de forma padronizada, e sim baseado em estimativas locais procurando representatividade das condições próprias de cada sociedade (BANCO MUNDIAL, 1997), como, por exemplo, o valor do tempo utilizado nas avaliações econômicas é diferente do utilizado nos modelos de escolha modal.

Assim, atrair passageiros para o transporte público baseia-se na confiabilidade e variabilidade da duração do tempo de viagem (BOWMAN e TUMQUIST, 1981; BORJESSON *et al.*, 2012). Contrariamente ao transporte privado (automóvel), o transporte público tem muitos pontos designados para os passageiros embarcarem e desembarcarem. Portanto, o transporte público tem um ciclo frequente de desaceleração, parada (ou marcha lenta), aceleração e movimento (HCM, 2003; TCRP, 2013).

A variabilidade do tempo de viagem no transporte público pode ser afetada por uma série de fatores, incluindo o volume de passageiros e sua distribuição ao longo da rota, os tipos de veículos e o design do veículo, os condutores e hábitos de condução, administração e operação de trânsito, bem como o *design* da rede (VUCHIC, 2005). Por exemplo, a variabilidade do tempo de viagem para o transporte ferroviário, que utiliza direitos de passagem exclusivos, depende apenas da pontualidade em suas operações (PLANT, 2014; ISIKLI *et al.*, 2017). Por outro lado, para o sistema público de ônibus, que muitas vezes compartilham o tráfego geral, mudanças nas condições de trânsito, sinais de trânsito, dentre outros, podem facilmente induzir variações nos tempos de viagem, semelhante ao transporte privado (HCM 2003; VUCHIC, 2005).

Nos tópicos seguintes desta dissertação serão investigados na literatura os parâmetros nacionais e internacionais estabelecidos para a determinação dos tempos total de viagem e de transferência, bem como os valores de referência para a qualificação dos serviços de transporte público.

2.2.1 O tempo total de viagem

O tempo total de viagem, ou o tempo de deslocamento porta a porta, é uma importante variável em todo o sistema de transporte. O tempo total de viagem (EBTU, 1988; TCRP 2013), medido entre a origem e o destino, pode ser decomposto em componentes como o tempo de espera, ou o tempo de viagem embarcado, ou ainda o tempo de transferência, que é o foco nesta dissertação.

Vários fatores interferem com o valor do tempo total de viagem como, por exemplo, a geometria das linhas e dos ônibus. Em rotas diretas ou sem sinuosidades, as viagens são mais rápidas, pois os percursos são menores e as velocidades maiores (VUCHIC, 2007; POLAT, 2012). Vuchic (2007) postula que quando os ônibus circulam pelas vias em faixas segregadas ou exclusivas são verificados consideráveis ganhos de velocidade. Mas, quando trafegam junto com o trânsito geral, o grau de interferência na velocidade deste tráfego causa um sensível aumento do tempo de viagem. A velocidade depende, por exemplo, do grau de segregação da via destinada ao transporte coletivo, a distância entre os pontos de embarque e desembarque de passageiros, das condições da cobertura da pista de rolamento, das condições do trânsito, bem como do tipo de tecnologia aplicada ao controle de tráfego e dos veículos, entre outros fatores (RODRIGUES, 2006; KNOFLACHER, 2007)

Este tempo pode ser dividido em várias componentes cuja quantidade pode variar em função da complexidade do sistema de transporte envolvido. O tempo total de viagem para um sistema de transporte público dotado de integração pode ser decomposto em (EBTU 1988; TCRP, 2013; HCM, 2003; VUCHIC, 2007; POLAT, 2012):

- Tempo de acesso: tempo que o passageiro utiliza (em geral, caminhando) para atingir uma parada e/ou estação e, depois, sair desta parada rumo ao seu destino;
- Tempo de espera: é o tempo decorrido entre a chegada do passageiro à parada e a partida do seu modo de transporte;
- Tempo de viagem a bordo: é o tempo de duração da viagem a bordo do veículo;

- Tempo de transferência: é o tempo necessário para a transferência dos passageiros entre duas linhas ou modos, ou seja, o tempo entre o desembarque de um veículo e o embarque em outro.
- Tempo de viagem origem-destino: é o tempo total de viagem do passageiro entre seu ponto de origem até seu destino. Consiste na soma de todos os demais componentes.

A Figura 2.1 ilustra a disposição dos componentes do tempo total de viagem em sistemas de transportes. Destas componentes, o tempo de transferência só ocorre em sistemas com integração. Para situações mais simples, quando não há a integração, este tempo é nulo.



Figura 2.1: Componentes do tempo total de viagem em um sistema de transporte público.

O usuário sempre apresenta o desejo de reduzir, ao mínimo possível, o tempo gasto na viagem uma vez que o transporte consiste apenas em um meio de se atingir o objetivo (EBTU, 1988) tornando o tempo total de viagem um dos principais atributos para a escolha do modo de transporte a ser utilizado (CIVITAS, 2010). Assim, alguns autores estabelecem parâmetros que permitem avaliar a qualidade do sistema de transporte em função do tempo de viagem.

Devido à grande variabilidade possível para o tempo de viagem, os valores podem ser considerados de forma absoluta ou parametrizados em escalas que permitam a comparação, ou com outros modos, ou com valores ideais (TCRP 2013). O HCM (2003) pondera que o tempo de viagem não é adequado como medida de serviço sem definir diferentes categorias de tamanhos de cidade, pois varia de acordo com o tamanho de uma cidade e a quantidade de congestionamento de tráfego.

Santos e Duarte (2012) defendem que o valor do tempo de viagem e a percepção do usuário em relação a este deve ser ambos considerados no planejamento de transporte. Muitas vezes, por vários motivos, como ansiedade, angústia, nervosismo ou outro sentimento/fator, o “tempo percebido” pelo usuário pode não corresponder com o “tempo físico” decorrido na espera ou execução do serviço.

Este tempo de espera pode ser de duas a três vezes maiores que o “tempo físico”, assim possibilitando que o usuário julgue que o serviço é de má qualidade.

Alguns autores (FERRAZ e TORRES, 2004; CAMPOS e RAMOS, 2005) propõem a parametrização do tempo de viagem do transporte público com o tempo de viagem por automóvel particular, considerando o resultado como bom quando o tempo de viagem for 1,5 vezes inferior ao valor do tempo por automóvel. De forma semelhante, Alter (1976) propõe níveis de serviço valendo-se da razão entre o tempo de viagem por transporte público e por veículo particular, estabelecendo nível A para o melhor serviço, em que o transporte público possua um tempo total de viagem menor do que o realizado por automóvel e o nível F para viagens que durem o dobro ou mais do que por automóvel.

A EBTU (1988) utiliza parâmetros que são utilizados como referência por planejadores e gestores de transporte no Brasil. De acordo com estes parâmetros, a duração da viagem em minutos considerando como ótimo um serviço em que a viagem dure menos de 30 minutos. A Tabela 2.2 apresenta os parâmetros quantitativos utilizados para a comparação do tempo total de viagem.

Tabela 2.2 . Parâmetros para o tempo total de viagem.

Qualidade do serviço		EBTU (1988) (em minutos)	Ferraz e Torres (2004) *	Alter (1976)*, **	TCRP (2013)**
Excelente	A	< 15	-	<1,00	<0
Ótimo	B	15 a 30	-	De 1,00 a 1,10	De 1 a 15
Bom	C	30 a 45	<1,5	De 1,11 a 1,34	De 16 a 30
Regular	D	45 a 60	1,5 a 2,5	De 1,35 a 1,50	De 31 a 45
Ruim	E	60 a 90	>2,5	De 1,51 a 2,00	De 46 a 60
Péssimo	F	> 90	-	>2,00	> 60

* Razão entre o tempo de viagem por transporte público e por automóvel.

** Alter e TCRP não utilizam os conceitos de excelente, ótimo, etc., apenas níveis de serviço de A a F. TCRP utiliza como parâmetro a diferença de tempo entre a viagem realizada por transporte público e por automóvel em minutos.

2.2.2 O valor do tempo no transporte coletivo

Um importante fator ao se avaliar o tempo no transporte é a percepção e valorização diferenciada que os usuários possuem do tempo de viagem. Afirma-se que o tempo de viagem é uma mercadoria com demanda negativa, ou seja, aquela em que as pessoas estão dispostas a pagar mais para receber menos (USDOT, 2011). Esta percepção pode variar intensamente estando sujeita a fatores como a duração, o conforto, o nível de ocupação, bem como características do próprio usuário como a renda, o motivo da viagem, dentre outros fatores (LITMAN, 2017). Esta

percepção também varia para os diversos componentes do tempo de viagem: caminhada para acessar o veículo, tempo de espera, tempo no veículo e o tempo de transferência (WARDMAN, 2004).

Numerosos estudos quantificaram e monetizaram (medidos em unidades monetárias) os custos de tempo de viagem, avaliando como os viajantes respondem quando enfrentam um *trade-off* entre tempo e dinheiro, por exemplo, quando se ofereceu a opção de pagar mais por uma viagem mais rápida (MACKKE *et al.* 2001; WARDMAN, 2004; LITMAN, 2008).

Esta valorização do tempo de viagem é largamente estudada na literatura sob os conceitos de *value of time* (VOT), definido como a taxa de substituição marginal entre o tempo de viagem e os custos e, portanto, a proporção dos respectivos coeficientes (TSENG, 2007); e *value of travel time* (VTT) que se refere ao custo do tempo gasto no transporte. (TCRP, 2013). Estes custos podem ser expressos em unidades monetárias ou valor relativo (do tempo na espera em relação ao gasto na viagem dentro do veículo, por exemplo) e expressam o valor subjetivo como o usuário percebe a passagem do tempo no transporte.

Horowitz (1981) apresenta a descrição deste processo de valorização diferenciada do tempo de viagem pelo usuário:

Em contraste com os modos concorrentes, uma porcentagem relativamente pequena do esforço gasto em viagens de ônibus realmente resulta em progresso real em direção a um destino. Os usuários do transporte por ônibus gastam uma quantidade substancial de tempo planejando suas viagens, percorrendo áreas desconhecidas, lidando com a lotação, enfrentando as adversidades do clima, andando, esperando, fazendo conexões ou satisfazendo as restrições básicas do modo de ônibus. Os usuários reconhecem essas diferenças nas condições de viagem quando avaliam o tempo gasto no transporte por ônibus. (HOROWITZ, 1981, p. 149, tradução do autor)

Os estudos acerca da valorização do tempo de viagem já ocorrem desde os anos 1960 em países da Europa e América do Norte, principalmente. Quarmby (1967) publicou o primeiro artigo na Grã-Bretanha sobre a valorização dos tempos de viagem e descobriu que "os tempos, de caminhada e espera, valem entre duas e três vezes no tempo dentro do veículo". Horowitz (1981), utilizando-se de técnicas de escalonamento psicológico, mostrou o valor relativo de cada componente do tempo de viagem considerando a percepção dos usuários. O autor mostrou que o tempo de espera possuía um valor subjetivo maior e que a razão entre o valor percebido para o

tempo de espera e o de viagem embarcado aumentava em função do número de transferências e com a duração da transferência.

McKnight (1982 *apud* WARDMAN, 2004) analisou evidências de 17 estudos que abrangem quatro países sobre as relações entre os valores dos tempos de caminhada, espera e da viagem embarcada. O valor médio do tempo de caminhada foi de 1,85, enquanto os valores do tempo de espera tiveram uma média maior de 2,4. Ortúzar (1994) revisou os dez principais estudos chilenos de preferência revelada conduzidos entre 1983 e 1993 e, em média, o tempo de caminhada e espera foi avaliado em 2,4 e 5,4 vezes o tempo de viagem dentro do veículo mostrando as primeiras evidências de que os tempos de caminhada e espera eram mais duas vezes valorizados que o tempo de viagem embarcado, sendo o tempo de espera mais valorizado que o de caminhada. Wardman (2001), através de uma revisão dos artigos na Grã-Bretanha, verificou que os valores para os tempos de caminhada (1,66) e espera (1,47) foram, em média, mais valorizados quando comparados ao tempo de viagem embarcado.

A Tabela 2.3 apresenta os resultados obtidos para os vários componentes do tempo de viagem para viagens por motivo de trabalho (TCRP, 2013) em valores relativos ao tempo de viagem embarcado. Na tabela pode ser observado uma razão de importância de 2,5 para o tempo de transferência, nos estudos realizados nos Estados Unidos, indicando que um minuto deste componente de tempo de viagem em particular é percebido pelos passageiros como sendo 2,5 vezes tão oneroso como um minuto de tempo no veículo.

Tabela 2.3: Importância relativa dos componentes do tempo de viagem (TCRP 2013).

Tempo	Embarcado	Caminhada	Espera (antes da viagem)	Transferência
Valor (EUA)	1,0	2,2	2,1	2,5
Varição (EUA)	1,0	0,8-4,4	0,8-5,1	1,1-4,4
Valor (GBR)	1,0	1,7	1,8	N/A

Litman (2008) aponta que a valorização do tempo de viagem tende a aumentar com a renda e a ser mais baixa para as crianças e as pessoas que estão aposentadas ou desempregadas. O autor também conclui que diversos outros fatores que interferem no valor do tempo de viagem. Entre eles, que o valor do tempo unitário da viagem tende a aumentar se as viagens excederem cerca de 20 minutos ou o tempo total de viagem exceder 90 minutos por dia. O autor ainda identificou que

os tempos de caminhada e de espera são duas a cinco vezes maiores do que o tempo de viagem embarcado.

Engelson e Forsgerau (2011) utilizaram uma medida da variabilidade aleatória do tempo de viagem fundada na teoria microeconômica do comportamento do passageiro para estudar o desvio padrão estimado do tempo de viagem (e, portanto, da medida estimada de custo). Chen *et al.* (2011) mostraram que quando os passageiros usam serviços de transferência, os valores de tempo de transferência, de tempo de espera e do tempo dentro do veículo aumentam.

Tirachini *et al.* (2016) utilizaram as transações com cartão de créditos eletrônicos (*smart card*) para observar o comportamento de usuários do metrô em Singapura. Os usuários em questão, se mostravam dispostos a viajar mais tempo para garantir um assento para sua viagem. Os autores, estimaram a proporção de usuários que estão dispostos a viajar na direção oposta durante a primeira parte de sua viagem, a ocupação média de trem por seção para determinar as diferenças na avaliação do tempo de viagem sentado e parado. Os autores encontraram um resultado indicando que o fator multiplicador para o tempo em pé de até 1,55 relativo ao tempo sentado para uma densidade de 3 passageiros em pé por metro quadrado, durante o pico da manhã.

Por fim, Litman (2017) aponta as estratégias gerais a serem utilizadas na perspectiva de reduzir os custos percebidos por unidade de tempo de viagem de trânsito e, portanto, ajudar a atrair mais usuários para o transporte público:

- Aumente o conforto, como espaço adequado, temperatura confortável, limpeza, tranquilidade e movimento suave do veículo.
- Melhorar as condições de caminhada e de espera.
- Reduza o tempo de espera.
- Aumentar as velocidades de viagem e a confiabilidade.
- Melhorar as informações ao usuário (informações de horário, hora de chegada do veículo de trânsito, orientação de rota, anúncios fáceis de entender, etc.)

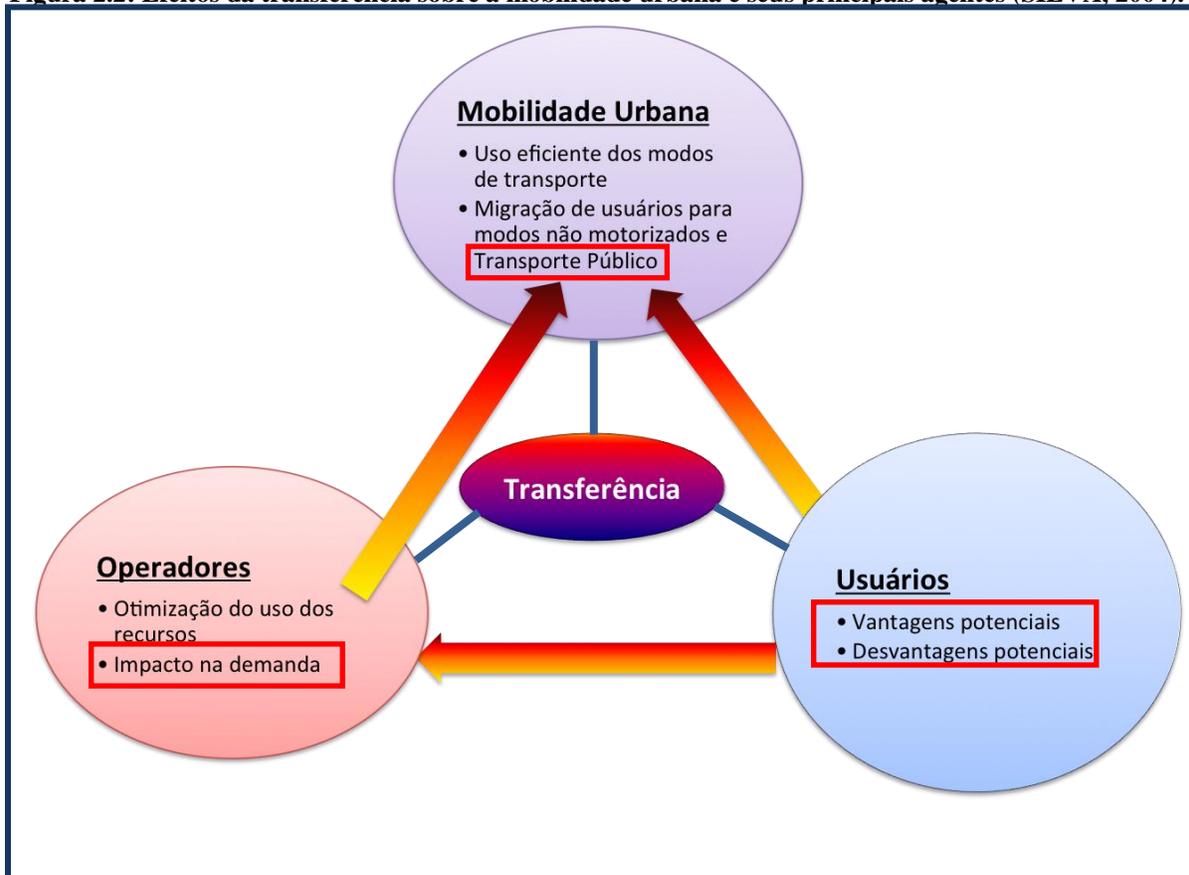
- Informações aos passageiros sobre problemas, atrasos e horários de chegada esperados.
- Aumentar a percepção de segurança.
- Melhorar o respeito e o prestígio das viagens por transporte público.

2.3 O tempo de transferência

A transferência é a necessidade que o passageiro tem de durante a sua viagem realizar uma ou mais trocas de veículo dentro do transporte público (HORN, 2004 *apud* POLAT, 2012). Para atrair passageiros em uma área urbana, competindo com o automóvel, o transporte público deve oferecer uma rede integrada de serviços de transporte. Para esta rede contar com integração intramodal confortável e eficiente, será necessária a transferência entre linhas (VUCHIC, 2005).

Para Silva (2004), os efeitos das transferências sobre a mobilidade urbana dependem das percepções e reações possíveis dos diferentes agentes diante da sua implementação. Uma análise dos efeitos das transferências sobre esses agentes torna-se essencial para compreensão de suas possibilidades e limitações. As duas principais partes interessadas são os operadores e os usuários. Na Figura 2.2 são apontados os efeitos teóricos esperados das transferências sobre a mobilidade urbana e estes dois agentes principais.

Figura 2.2: Efeitos da transferência sobre a mobilidade urbana e seus principais agentes (SILVA, 2004).



Avaliar o tempo de transferência em sistemas integrados de transporte público, avaliando também o seu desempenho com relação ao nível de serviço não é uma tarefa simples. O tempo utilizado durante a transferência depende de uma gama de fatores envolvidos como os modos, o tamanho e as características das estações, quantidade de linhas e passageiros, *headways* das linhas, entre outros. Alguns autores (ALTER, 1976; EBTU, 1988; LITMAN, 2017) definem valores parametrizados para a aferição do nível de serviço das transferências em um sistema de transportes.

Alter (1976) propõe sete níveis de serviço, sendo que no nível A não há transferência, o nível B conta com uma transferência realizada em no máximo 5 minutos. O pior nível de serviço seria o F para a ocorrência de três ou mais transferências. A EBTU (1988) propõe uma avaliação semelhante, também com seis níveis, substituindo os níveis A-F por Excelente-Péssimo. Ferraz e Torres (2004) propõem níveis de serviço parametrizados pelo tempo total de viagem (TTV) em que a transferência é considerada boa quando ocorre em até 15% do tempo de viagem, ou cerca

de cinco minutos para uma viagem de 30 minutos. Litman (2017) propõe três níveis de serviço considerando boa uma transferência de cinco minutos e ruim uma de 15 minutos. Na Tabela 2.4 são apresentados os valores completos destas escalas de níveis de serviço.

Tabela 2.4: Valores de referência para o nível de serviço como relação ao tempo de transferência.

Autores	Nível de serviço	Número de transferências	Tempo de espera na transferência (em minutos)
Alter (1976)	A	0	-
	B	1	<5'
	C	1	5 a 10'
	D	1 ou 2	>10' para 1 transferência < 5' por transferência - 2 transferências
	E	2	>5' por transferência
	F	3 ou mais	-
EBTU (1988)	Excelente	0	-
	Ótimo	1	< 5'
	Bom	1	5' a 10'
	Regular	1 ou 2	10' a 15'
	Ruim	2	> 15'
	Péssimo	3 ou mais	-
Ferraz e Torres (2004)	Bom	-	<15% do TTV* (5' para uma viagem de 30')
	Regular	-	15 a 30% do TTV
	Ruim	-	>30% do TTV
Litman (2017)	Bom	-	5'
	Regular	-	10'
	Ruim	-	15'

* TTV= Tempo total de viagem

Outra forma de parametrizar o tempo de transferência é através da definição geral, encontrada na literatura, para o tempo de espera ideal correspondendo à metade do *headway* da linha esperada. Welding (1957 *apud* Tumquist, 1981) propôs que o tempo de espera $E(w_r)$ poderia ser calculado conforme a equação (2.1). Nesta equação, o sub-índice r representa a chegada aleatória de passageiros, $E(h)$ é o *headway* médio, sendo CV o seu coeficiente de variação. De um modo geral, o tempo médio de espera para qualquer sistema de transporte único pode ser simplificado como sendo a metade do *headway* (OSSUNA e NEWELL, 1972).

$$E(w_r) = \frac{E(h)}{2} \cdot [1 + (CV)^2] \quad \text{Eq. 2.1}$$

Devido à grande variabilidade das condições e características dos sistemas de transportes, a parametrização do tempo de transferência torna-se uma tarefa complexa. Hsu *et al.* (2010) propuseram uma metodologia para estimar o tempo de espera para transferência em como uma função de distribuição normal correlacionada ao *headway* das linhas de conexão.

No entanto, a necessidade de se realizar transferências é tratada como uma inconveniência compulsória (EBTU, 1988) e implica em um novo tempo de espera para o usuário gerando uma resistência por parte do mesmo (VUCHIC, 2005; POLAT, 2012). Exigir transferências pode tornar o serviço mais eficiente para os operadores e gestores do sistema, mas pode ser inconveniente para os passageiros, dependendo das circunstâncias (HCM, 2003; TCRP, 2013).

Litman (2017) afirma que as transferências tendem a impor custos adicionais, chamados de penalização de transferência, a necessidade de transferências impõe acréscimos equivalentes a 5 a 15 minutos de tempo ao tempo de viagem no veículo. Isto implica, por exemplo, que um passageiro típico tende a escolher uma viagem de ônibus direta, de 40 minutos, ao invés de uma viagem de 30 minutos, mas que requer uma transferência. O apelo deste ganho reflete o esforço físico e mental envolvido, além do desconforto relativo, insegurança e incerteza que os passageiros do transporte público experimentam em paradas de ônibus ou estações.

Segundo o TCRP (2013), cada transferência significa um acréscimo (ou custo adicional, ou ainda penalidade) ao tempo total de viagem de um passageiro, devido à espera necessária entre ônibus, embora isto possa ser minimizado. No entanto, a introdução de uma transferência para o que antes era um serviço único desde a origem até ao destino pode ter um benefício positivo líquido para os passageiros, se a nova rota que os passageiros transferirem oferecer uma redução do tempo total de viagem, quando comparada ao antigo serviço.

Há ainda o risco de que as transferências aumentem a possibilidade de perda de uma conexão, o que aumentaria ainda mais a duração da viagem de um passageiro pelo montante de um percurso. A transferência também pode aumentar a complexidade de uma viagem de trânsito para os passageiros de primeira viagem ao impor, a estes últimos, um roteiro mais complexo que o de uma viagem direta (HCM, 2003; TCRP, 2013).

Walle e Steenbergher (2006), ao avaliarem o custo do tempo de transferência em estudos sobre o transporte público na Bélgica, mensuraram intervalos de duração para estes tempos de transferência de 5 a 20 minutos, enquanto para o TCRP (2013), este intervalo mensurado ficou entre 12 e 17 minutos. Litman (2017) aponta que o intervalo de tempo gasto nas transferências varia entre 5 e 15 minutos. Além disto, ele define três níveis de serviço para estes intervalos, considerando como boa a transferência que ocorre em até 5 minutos (Tabela 2.4).

Cavalcante (2002) encontrou um tempo de transferência de zero a 15 minutos para 60% dos usuários pesquisados na cidade de Fortaleza (CE). Em estudo realizado na Cidade do Cabo (África do Sul), Hitge e Vanderschuren (2015) mensuraram o tempo gasto em 856 transferências, sendo que em quinze delas, o tempo gasto foi de zero ou menos do que um minuto. Segundo os mesmos autores, o tempo médio de transferência foi de 15 minutos com uma mediana de 10 minutos. Em uma avaliação do sistema de ônibus em Abu Dhabi (Emirados Árabes Unidos), em 2009, HASSAN *et al.* (2013) determinaram que o tempo de espera para a transferência de passageiros e a frequência de ocorrência, sendo de 5-10 minutos, em 38% dos casos, 10-20 minutos, em 34% dos casos e menos de cinco minutos, em 13% dos casos.

Chen *et al.* (2011) realizaram uma pesquisa de preferência declarada para avaliar o valor do tempo de viagem que resultou em um modelo aperfeiçoado do valor do tempo nos transportes públicos de Pequim. Neste trabalho foram obtidos também a valorização dos tempos de espera e de transferência. Para realizar a pesquisa, os autores utilizaram cenários cujo intervalo de transferência variava entre um e nove minutos.

Além dos estudos mencionados, foram identificados também estudos que propunham a utilização da pesquisa operacional para otimização do tempo de transferência com objetivo de minimizá-lo (ERANKI, 2004; FENG *et al.*, 2014; NGANCHAI *et al.* 2003).

2.4 A percepção dos usuários sobre a qualidade do transporte público

A percepção e satisfação dos usuários são fundamentais para identificar os anseios do cliente sobre a organização e os serviços ofertados. A preferência do usuário sobre os parâmetros dos serviços de transporte público, tais como tamanho do *headway*, velocidade, confiabilidade, valor

da tarifa, entre outros, além da importância destes para sua escolha do modo que utilizam podem ser obtidas através de pesquisas de preferência (VUCHIC, 2005).

Este tipo de pesquisa vem sendo largamente utilizado na área de transportes, em particular no transporte público. Técnicas como preferência declarada e de preferência revelada, por exemplo, vem sendo utilizadas para determinar a valorização do tempo de viagem (*value of travel time*) (WARDMAN, 2001; LITMAN, 2017).

É comum, em pesquisas da área de transportes, o uso de escalas tipo Likert para a avaliação das dimensões e/ou fatores de satisfação a serem analisados. A escala Likert foi desenvolvida por Rensis Likert (1932) e é um tipo de escala psicométrica usada habitualmente em questionários que envolvem pesquisas de opinião. Nestas pesquisas, os entrevistados são instados a responder a todas as questões usando categorias idênticas de respostas para os vários itens que mensuram uma variável, cada um desses itens pode ser assim ponderado de maneira uniforme.

O nível de satisfação dos entrevistados pode ser avaliado através da escala de Likert quando estes são questionados a emitir um nível de concordância dos em relação a uma afirmação, com as opções de (i) muito satisfeito, (ii) satisfeito, (iii) indiferente, (iv) insatisfeito e (v) muito insatisfeito. Aos vários graus de concordância/discordância são atribuídos números ou pontos para indicar a direção da atitude do respondente. No entanto, a quantidade de pontos é definida pelo pesquisador, muitas vezes pelo que é comumente utilizado em outras pesquisas, sem saber exatamente qual a consequência dessa escolha.

São vários os exemplos de estudos com o objetivo de medir a percepção dos usuários a respeito das características do transporte público. Hanaoka e Qadir (2009) investigaram o comportamento e a percepção de passageiros sobre o uso de recursos potenciais do sistema de localização automática do veículo (do inglês, *Automatic Vehicle Location*, AVL) no sistema existente em Bangkok (Tailândia), para identificar os benefícios potenciais da estratégia de reduzir a formação de comboios usando a tecnologia AVL para reduzir os tempos de espera dos passageiros, minimizando o agrupamento de ônibus. Neste estudo, os autores realizaram uma comparação entre os valores para o tempo de espera percebido pelos usuários e efetivamente observado (Tabela 2.5).

Tabela 2.5: Comparativo entre o tempo de espera percebido e observado(HANOAKA e QADIR, 2009).

Tempo de Espera (min)	Percebido		Observado	
	Quantidade	%	Quantidade	%
(0-5)	45	17,7	268	72,6
(5-10)	103	40,6	80	21,7
(10-15)	54	21,3	17	4,6
(15-20)	25	9,8	3	0,8
(20-30)	20	7,9	1	0,3
(30-45)	4	1,6	-	-
(45-60)	2	0,8	-	-
(60-75)	1	0,4	-	-
Total	254	100	369	100

Utilizando para a análise dos dados o método dos intervalos sucessivos, Kumar *et al.* (2011) desenvolveram um modelo qualitativo baseado na percepção da segurança relativa da transferência dentro de um sistema multi-modal em Nova Delhi (Índia). Os resultados apontaram que os usuários avaliavam como mais segura a transferência metrô-BRT em estações e como mais insegura a espera em pontos de ônibus.

Mouter e Chorus (2016) realizaram na Holanda um estudo qualitativo para determinar o valor do tempo de viagem do ponto de vista do cidadão, cujos resultados apontaram que a disposição dos indivíduos de pagar a partir do dinheiro arrecadado anteriormente para ganhos de tempo de viagem criados por uma política governamental é significativamente maior do que a sua disposição de pagar, a partir de sua renda após impostos, pelos ganhos de tempo obtidos por seu próprio comportamento. Este resultado, segundo os autores, implica que o valor do tempo cidadão é maior que o valor do tempo consumidor..

Reis (2013) propôs um modelo para avaliar a percepção do usuário sobre a qualidade do serviço de transporte por ônibus no município de Itaperuna (RJ), cujo questionário utilizou uma escala para qualificar os serviços de ótimo a péssimo composta por nove itens e os resultados indicaram elevados índices de insatisfação por parte dos usuários. Os atributos que receberam os maiores índices de satisfação nesta pesquisa foram os itens que obtiveram classificações de Bom e Muito Bom que são: Habilidade e cuidado do motorista, Respeito do motorista e cobrador, Índices de assaltos, Índices de acidentes. Nenhum dos itens atingiu grau de Excelente e nem Péssimo.

Chen *et al.* (2011) examinaram a percepção de conforto dos passageiros e mostraram que tanto o tempo no veículo quanto a densidade de passageiros afetam significativamente a percepção dos passageiros a respeito do conforto. Stradlin *et al.* (2007) investigaram os motivos que desencorajam os moradores de Edimburgo a usar o ônibus. Os resultados indicaram oito elementos chave para o usuário não gostar das viagens por ônibus sendo a extensão da viagem e interação em situações diferentes e com diferentes tipos de pessoas os pontos mais apontados pelos entrevistados.

2.5 Conclusões do Capítulo

O principal objetivo deste capítulo é investigar a importância do tempo de viagem e da transferência em sistemas de transportes públicos e como o desempenho em relação a estes atributos interfere na qualidade do sistema. Os resultados encontrados mostram o tempo como um importante parâmetro para determinação da qualidade em serviços de transportes públicos e a forma como os usuários percebem e valorizam este parâmetro. Pode-se destacar como os elementos mais importantes identificados:

- A qualidade de um serviço está intimamente relacionada a percepção do cliente, no caso, o usuário de transporte público sobre este serviço;
- Em geral, a qualidade de um serviço de transporte é mensurada para diversos atributos, em escalas parametrizadas, com o objetivo de apontar o nível de serviço em que ele opera;
- O tempo de viagem é importante atributo para a identificação do nível de serviço dos sistemas de transporte, sendo considerado um dos fatores fundamentais para a escolha do modo a ser utilizado (BRUTTON, 1987) e para a atração de novos usuários;
- O tempo total de viagem é o intervalo de tempo decorrido entre a saída do usuário de sua origem até a chegada a seu destino, incluindo os tempos de caminhada para acessar o meio de transporte, acessar o local de destino e os tempos de espera e transferência;
- Diferentes autores (ALTER, 1976; FERRAZ E TORRES, 2004; OSSUNA e NEWELL, 1972) propõem diferentes formas de parametrizar o nível de serviço do transporte público ao considerar o tempo de viagem. Um ponto de concordância é que o melhor nível, A, ótimo ou excelente, é aquele em que a viagem por transporte público possui duração igual ou inferior à do transporte privado;

- O usuário percebe a passagem do tempo de forma diferenciada o tempo, buscando toda possibilidade de ganho de tempo de viagem, Diz-se que o tempo de viagem é uma mercadoria com demanda negativa, ou seja, aquela em que as pessoas estão dispostas a pagar mais para receber menos (USDOT, 2011);
- Os tempos de espera e transferência são atributos ainda mais valorizados. Tomando-se como referência o valor unitário para o tempo de viagem dentro do veículo, o tempo de espera e transferência pode valer até cinco vezes maior;
- A capacidade e a quantidade de transferências realizadas são fatores que podem incrementar o valor do tempo;
- As transferências agregam eficiência ao sistema, mas implicam em inconveniência aos usuários;
- Um sistema de transporte para ter um nível de serviço considerado como ótimo pode ter no máximo uma transferência com duração máxima de 5 minutos. Os estudos que abordaram o tempo de transferência o fixaram em intervalos de tempo da ordem de 5 a 20 minutos;
- O uso de pesquisas sobre a percepção dos usuários é o recurso mais usado para a mensuração da valorização do tempo de viagem e de transferência.

3 ESTAÇÃO DE INTEGRAÇÃO PAMPULHA E O SISTEMA BRT DE BELO HORIZONTE

Situado às margens da Lagoa da Pampulha, adjacente à cabeceira da pista do aeroporto da Pampulha, a Estação de Integração da Pampulha localiza-se também próxima ao conjunto arquitetônico da lagoa, ao Estádio Governador Magalhães Pinto (Mineirão) e ao *campus* da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). A Estação Pampulha é uma das mais importantes do sistema de transporte coletivo por ônibus de Belo Horizonte, tanto por suas dimensões, como pelo fluxo de passageiros transportados e por sua localização tornando-se ponto de ligação entre as regionais Pampulha, Norte e Venda Nova com a área central e zona sul da cidade. Dentre os terminais da cidade, é o único com níveis diferenciados para as plataformas de embarque das linhas alimentadoras e troncais. As seções seguintes detalharão as características do terminal dentro do sistema de transporte coletivo da cidade.

3.1 Sistema BRT em Belo Horizonte

O sistema BRT de Belo Horizonte, denominado de MOVE, que começou a operar em 08 de março de 2014 com o objetivo de tornar-se o sistema estruturador do transporte coletivo na cidade e prover maior mobilidade aos seus usuários, é formado na verdade por dois sistemas independentes, o municipal e o metropolitano. Apesar de terem sido implantados conjuntamente e compartilharem os mesmos corredores e algumas das estações de integração, o BRT de Belo Horizonte não possui nenhuma forma de integração com o sistema metropolitano. Utilizam diferentes estações de transferência, cobram diferentes tarifas e mesmo a caracterização visual dos veículos é diferente, tendo em comum apenas a marca MOVE.

O sistema BRT foi implantado em etapas, tendo sido a última no dia 16 de agosto de 2014. O sistema tem corredores exclusivos que somam 23,1 km de extensão, quatro estações de integração, entre elas o terminal da Pampulha e 39 estações de transferência (Tabela 3.1). Cabe também o registro de que o sistema conta com faixas exclusivas em importantes corredores e em algumas vias na área central.

Tabela 3.1: Descrição dos corredores exclusivos do BRT de Belo Horizonte (BHTRANS, 2014a).

Corredor	Extensão de via com tratamento para ônibus (km)	Número de estações de transferência
Vilarinho	2,7	4
Pedro I	3,3	6
Antônio Carlos	8,7	14
Cristiano Machado	7,1	9
Rotor Área Central (Avenidas Paraná/Santos Dumont)	1,3	6

A Estação de Integração da Pampulha encontra-se no corredor exclusivo Antônio Carlos que possui uma extensão de 14,7 km . Este corredor abrange os corredores exclusivos das avenidas Vilarinho, Pedro I e Antônio Carlos, conectado ao corredor exclusivo na área central formado pelas avenidas Santos Dumont e Paraná, conectadas e formando um rotor. Ao longo do corredor existem três estações de integração e 24 estações de transferência.

O transporte coletivo por ônibus em Belo Horizonte compreende 296 linhas. Destas, 97 pertencem ao Sistema MOVE, sendo este composto por 26 linhas troncais ou diametrais do BRT e 71 alimentadoras. As 26 linhas troncais operam com veículos articulados e/ou do tipo *padron* BRT (Figura 3.1: direita e centro). Os veículos articulados têm quatro portas à esquerda para embarque em nível e duas ou três portas à direita, sendo que, aqueles que possuem três portas a direita podem operar fora do corredor exclusivo. Os veículos do tipo *padron* BRT têm três portas à direita e duas à esquerda para a realização de embarque em nível. As linhas que utilizam estes veículos possuem itinerários que utilizam os trechos dos corredores exclusivos e o tráfego misto.

As 71 linhas alimentadoras do sistema transportam os usuários dos bairros até as estações de integração. As linhas alimentadoras utilizam veículos do tipo básico ou convencional (Figura 3.1, Figura 2.2 a esquerda). Estes veículos possuem apenas três portas à direita, não realizam embarque em nível e não possuem nenhuma parte do itinerário nos corredores exclusivos.

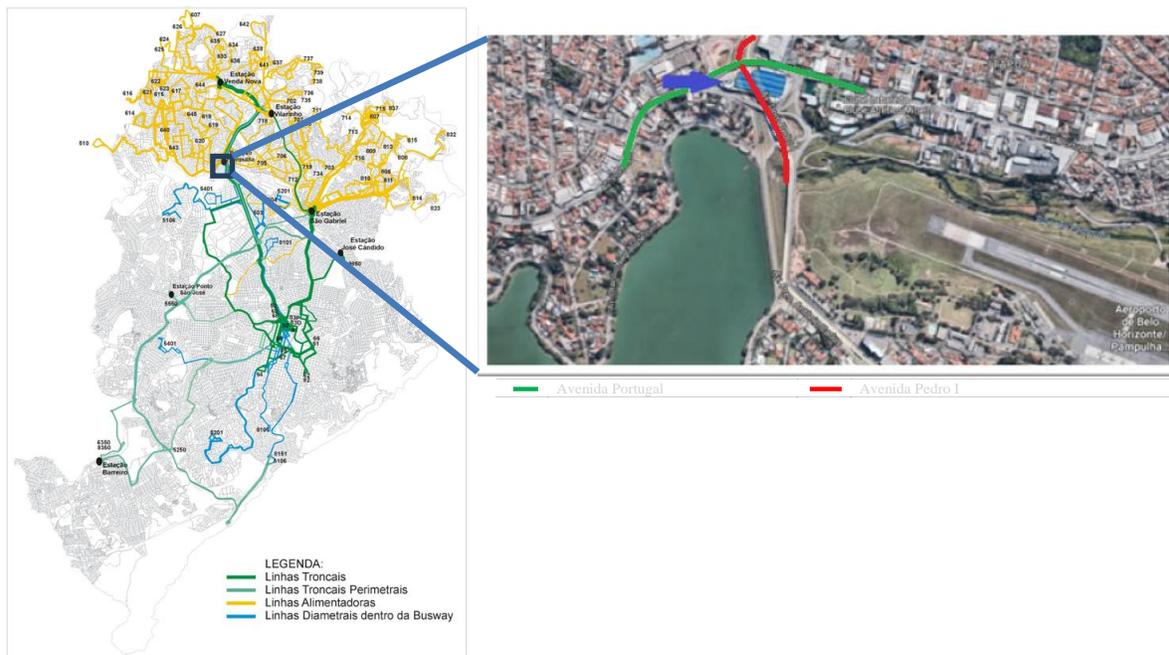
Figura 3.1: Veículos do Transporte coletivo por ônibus de Belo Horizonte (Fonte: GEAUQ, 2014).



Na Figura 3.2 são apresentados os itinerários de todas as linhas que compõem o sistema BRT MOVE em Belo Horizonte, bem como a localização da Estação Pampulha. Os itinerários em linhas amarelas representam as linhas alimentadoras que fazem a ligação dos bairros até as estações de integração. As linhas verde correspondem aos itinerários das linhas troncais do sistema que conectam as estações de integração até a área central, passando por corredores ou faixas exclusivas e parando nas estações de transferência alocadas ao longo dos corredores exclusivos e no rotor da área central. Em azul e verde claro estão, respectivamente, as linhas diametrais e perimetrais que utilizam os corredores exclusivos (*busway*) ligando bairros de diferentes regiões da cidade e integrando-os ao BRT, diferindo pelo fato de as perimetrais não trafegarem pela área central.

As quatro estações de integração do BRT e as respectivas regiões atendidas pelas alimentadoras localizam-se na parte norte da cidade. Há, no entanto, linhas do sistema BRT conectando-se a outras regiões da cidade e a outras três estações de integração que não pertencem ao sistema BRT, a saber, as estações José Cândido (integrada ao metrô), Barreiro e São José.

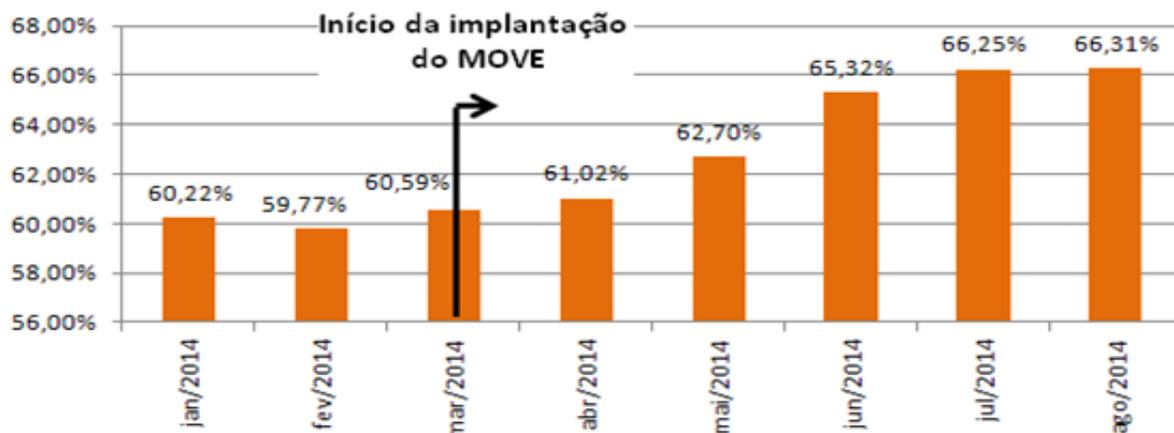
Figura 3.2: Linhas componentes do Sistema BRT MOVE e a Estação Pampulha . (BHTRANS, 2014a)



As linhas que compõem o sistema BRT possuem integração física e tarifária, ou seja, o usuário pode realizar a transferência de veículos sem a necessidade de pagar outra tarifa, pagando apenas o complemento quando a migração é feita de uma linha alimentadora para uma troncal. A tarifa das alimentadoras é inferior ao da tarifa cheia do sistema que é o valor pago por usuários das linhas convencionais do sistema. Esta diferença privilegia aqueles usuários que não se dirigem à área central e utilizam apenas as linhas alimentadoras, mesmo quando usam mais do que uma, ou seja, o usuário que permanece na mesma região de domicílio ou que migra entre regiões servidas por alimentadoras da mesma estação.

Os usuários do sistema de transporte coletivo podem efetuar o pagamento da tarifa em dinheiro ou utilizar de cartão de crédito eletrônico, denominado BHBUS. O uso do cartão BHBUS aumentou de 60% (antes do início das operações do BRT) para 66% cinco meses depois, como pode ser observado na Figura 3.3. Esta tendência de alta se explica devido à, principalmente, três fatores: a economia de tempo do usuário ao evitar filas para comprar os tickets unitários; a facilidade em adquirir os cartões e efetuar as recargas dos mesmos nas estações criadas e a possibilidade de usufruir da integração temporal possível em um prazo de até 90 minutos após a primeira utilização do cartão (BHTRANS, 2014a).

Figura 3.3: Uso de créditos eletrônicos no transporte coletivo de Belo Horizonte. (BHTRANS, 2014a).



3.2 Estação de Integração da Pampulha

Inicialmente com três linhas troncais e sete alimentadoras, o Terminal de Integração da Pampulha iniciou a operação no dia 17 de maio de 2014 (BHTRANS, 2014a). Depois de encerradas as demais etapas de implantação, o terminal, localizado na região norte de Belo Horizonte, passou a contar com os serviços de 15 linhas alimentadoras e 8 linhas troncais, cinco delas com partida do terminal. Diariamente, trafegam pelo corredor Antônio Carlos mais de 300 mil passageiros, sendo que, destes, cerca de 40 mil usuários passam pelo terminal Pampulha (Tabela 3.2), correspondendo a 19% da demanda transportada pelo sistema BRT e a 6% da demanda total de passageiros transportados no sistema de transporte coletivo por ônibus em Belo Horizonte.

Segundo a Gerência de Contratos e Concessões (GECET) da BHTRANS, o sistema de transporte coletivo por ônibus de Belo Horizonte transporta, diariamente, em média, 1,5 milhão de passageiros. Destes, cerca de 450 mil são transportados nas 97 linhas do MOVE (BHTRANS, 2015). A quantidade de passageiros diariamente transportada pelas linhas que servem ao terminal Pampulha é apresentada na Tabela 3.2, bem como o total de passageiros transportados pelo BRT, nos dois corredores exclusivos: Antônio Carlos (AC) e Cristiano Machado (CM). A tabela apresenta também uma avaliação da participação percentual no transporte de passageiros do terminal da Pampulha em comparação com o sistema BRT e com transporte coletivo por ônibus em Belo Horizonte.

Alocada no entroncamento das avenidas Portugal e Pedro I (Figura 3.2), a Estação de Integração de Passageiros da Pampulha está dentro da regional administrativa da Pampulha da Prefeitura de Belo Horizonte e dista cerca de 10 quilômetros da área central da cidade. Além da área central, o terminal está conectado a todas as regiões da cidade através das linhas que compõem o sistema BRT.

Desprezando-se as linhas troncais que atendem o terminal, apenas a região formada pelos bairros atendidos pelas linhas alimentadoras do terminal totaliza 36 bairros atendidos em três (de um total de nove) diferentes regionais administrativas da cidade (Pampulha, Venda Nova e Norte) incluindo bairros do município de Ribeirão das Neves (Xangri-lá, Eliane). A população atendida nestes bairros, segundo o Censo IBGE 2010, totalizava 293 mil habitantes distribuídos conforme pode ser visualizado na Tabela 3.3.

Tabela 3.2: Comparativo entre passageiros transportados na Estação Pampulha, no BRT MOVE e no Sistema de Belo Horizonte (BHTRANS, 2015).

PERÍODO	FEVEREIRO/2015		MARÇO/2015		ABRIL/2015		MAIO/2015	
Linhas	TOTAL	MÉDIA Dia Útil	TOTAL	MÉDIA Dia Útil	TOTAL	MÉDIA Dia Útil	TOTAL	MÉDIA Dia Útil
Troncais Pampulha	877.916	40.698	1.090.067	42.573	968.741	41.848	993.074	40.717
Alimentadoras Pampulha	1.106.655	50.888	1.382.131	53.394	1.261.251	53.646	1.295.409	52.284
BRT Corredor AC	6.425.817	296.156	8.241.977	319.237	7.531.833	321.352	7.761.057	314.221
BRT Corredor CM	3.710.424	168.801	4.512.916	173.034	4.133.412	173.631	4.259.753	170.646
Total do Transporte Coletivo	32.699.008	1.526.377	40.489.413	1.579.213	36.618.957	1.575.993	37.683.761	1.542.168
Participação Pampulha no BRT	19,58%	19,70%	19,38%	19,49%	19,12%	19,29%	19,04%	19,18%
Participação no Transporte Coletivo BH	6,07%	6,00%	6,11%	6,08%	6,09%	6,06%	6,07%	6,03%

Tabela 3.3: Bairros da bacia da estação Pampulha com a respectiva população (BHTRANS, 2016a).

Bairro	Linhas que atendem ao bairro	População	% Belo Horizonte
APOLONIA	618	6.568	0,3%
BACURAU	718, 719	104	0,0%
BISPO DE MAURA	614	189	0,0%
CAMPO ALEGRE	717, 718, 719	2.776	0,1%
CANDELARIA	617, 644	7.495	0,3%
CEU AZUL	614, 615, 616	23.817	1,0%
CONJ.FLORAMAR	719	916	0,0%
COPACABANA	510, 614, 615, 616, 618, 643	13.333	0,6%
ELIANE	616	1.033	0,0%
FLORAMAR	719	9.775	0,4%
GARCAS	510, 615	966	0,0%
HELIOPOLIS	712	6.675	0,3%
ITAPOA	617, 644, 712, 717, 718, 719	9.476	0,4%
JARDIM ATLANTICO	510, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 643, 644, 645	1.459	0,1%
JARDIM FELICIDADE	719	15.486	0,7%
JARDIM GUANABARA	719	11.635	0,5%
JARDIM LEBLON	617, 618, 643	9.460	0,4%
PIRATININGA	617, 618	21.149	0,9%
PLANALTO	618, 644, 712, 717, 718, 719	16.814	0,7%
RIO BRANCO	617, 618, 619, 644	12.768	0,5%
SANTA AMELIA	510, 614, 615, 616, 618, 620, 643, 645	18.188	0,8%
SANTA BRANCA	614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 644, 645, 717, 719	5.355	0,2%
SANTA MATILDE	616	139	0,0%
SANTA MONICA	617, 618, 619, 620, 644, 645	23.883	1,0%
SAO BERNARDO	712	9.092	0,4%
SAO JOAO BATISTA	617, 619, 644	16.503	0,7%
SAO TOMAZ	712, 717, 719	7.415	0,3%
SERRA VERDE	644	14.005	0,6%
TREVO	510	4.311	0,2%
TUPI A	719	10.668	0,4%
UNIDAS	643	119	0,0%
VENDA NOVA	644	2.684	0,1%
VILA CLORIS	718, 719	7.157	0,3%
VILA JARDIM LEBLON	617, 618	225	0,0%
XANGRI LA	510	800	0,0%
XODO MARIZE	719	1.499	0,1%
Total		293.937	12,4%
População de BH		2.375.151	100,0%

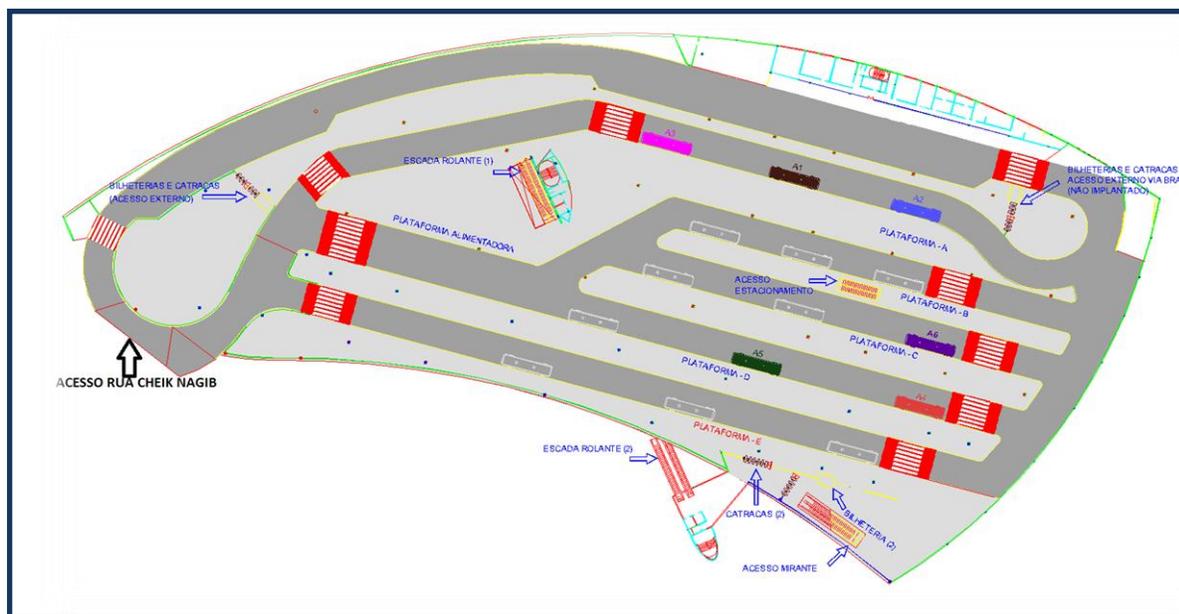
Com o objetivo de servir como terminal de integração do BRT, a estação Pampulha também pode ser acessada por automóvel, tendo uma área de estacionamento rotativo (Figura 3.7.h) que possibilita ao usuário do transporte privado estacionar o carro e seguir o restante da viagem por ônibus, devendo o mesmo neste caso realizar o pagamento da tarifa e do valor do estacionamento, com limite de permanência de 12 horas .

A área construída do terminal, superior a 60 mil m² (plantas no Anexo I) está distribuída em dois pavimentos destinados principalmente ao embarque e desembarque (plantas originais no anexo, e terceiro nível para o qual está projetado um restaurante e um terraço com mirante. O terminal necessita ainda de um tratamento acústico para amenizar a intensidade dos ruídos, principalmente no nível inferior destinado à operação das linhas troncais, paralelo à Avenida Pedro I com as pistas tanto do tráfego misto, como do corredor exclusivo. Tanto a Avenida Pedro I como as plataformas do nível inferior estão cobertas pelo piso do nível superior causando um aumento significativo da intensidade de ruído. Nenhum dos dois níveis possuía tratamento acústico até o fechamento deste trabalho.

O segundo nível (

Figura 3.4) é destinado ao embarque e desembarque das linhas alimentadoras que, depois de trafegarem pela Avenida Portugal, acessam a plataforma pela Rua Cheik Nagib Assrauy, setor sudoeste do terminal. Há um segundo acesso pela Rua Barragem da Pampulha (setor nordeste do terminal) que até o mês de fevereiro de 2017 não estava operacional. Possui cinco plataformas (A, B, C, D e E), que operam as 15 linhas alimentadoras, com três berços para embarque e desembarque em cada uma das plataformas. Possui uma bilheteria e uma linha de bloqueio de catracas para a transferência alimentadora/troncal ou troncal/alimentadora.

Figura 3.4: Plataforma Linhas Alimentadoras da Estação Pampulha (Adaptado de BHTRANS, 2016b).



Neste nível há ainda duas linhas de catraca com bilheteria em anexo para acesso externo, destinada ao acesso de pedestres ao terminal, mas apenas uma (acessada pela Av. Portugal com Rua Cheik Nagib Assrauy, setor sudoeste,) estava em operação até o mês de fevereiro de 2017. Há ainda um acesso ao terceiro nível, superior, fora da área paga e que pode ser acessado também da área externa ao terminal.

O nível inferior (Figura 3.5) é destinado às operações de embarque/desembarque das linhas troncais e possui duas plataformas (F e G), cuja disposição é paralela à Avenida Pedro I. Estas plataformas só podem ser acessadas pelos ônibus utilizando o corredor exclusivo. O acesso dos pedestres só é possível, ou passando antes pelo nível das linhas alimentadoras, ou ao desembarcarem de um dos ônibus em uma das linhas troncais. Este nível possui uma bilheteria e uma linha de catracas (Figura 3.7(e)).

A ligação entre os dois pisos é realizada por meio de dois conjuntos de escadas rolantes, duas escadarias, além de dois elevadores destinados ao transporte de pessoas com mobilidade reduzida como idosos e cadeirantes (Figura 3.6 e Figura 3.7). A disposição das escadarias, escadas rolantes e elevadores funciona de forma que o usuário pode passar por uma linha de catraca no nível inferior ou superior, dependendo do caminho escolhido. Se o usuário se dirige ao conjunto de escadas rolantes 01, terá que passar pela linha de catraca 01 que fica no nível das

linhas troncais. Entretanto, se o caminho escolhido é pelo conjunto 02, ele terá que transpor a linha de catracas 02 que fica no nível superior das linhas alimentadoras (ver mapas de caminhamento da Figura 5.2 p.71 e Figura 5.3, p. 72).

Há nestes dois níveis, instalações sanitárias (Figura 3.7 (g)). Todas as plataformas dispõem ainda de rebaixamento para acesso de cadeirantes, possuem piso podotátil e bancos de concreto para a espera dos veículos. Há sinalização indicando as plataformas e os berços para embarque e desembarque das respectivas linhas. Entretanto não há quadro de horário afixado em local visível, parte da sinalização destinada à indicação das linhas encontra-se parcial ou totalmente rasgada. Há poucas fontes de informação destinadas a deficientes visuais. O nível das plataformas das linhas alimentadoras possui gradis para a canalização do fluxo de pedestres.

As vias de acesso externo possuem intenso fluxo de veículos e representam grande dificuldade e risco para pedestres e ciclistas. Há calçadas para o acesso à estação, entretanto há um estreitamento destas no viaduto sobre a avenida Pedro I que é muito utilizado por usuários de dois importantes polos geradores de tráfego, sendo um hipermercado e uma escola de educação básica da rede estadual. Não há arborização ou quaisquer outros abrigos das intempéries. Não havia até fevereiro de 2017 pisos podotáteis e a iluminação a noite era precária.

O acesso ao estacionamento só é possível para quem sobe a avenida Pedro I no sentido centro-bairro, oposto ao sentido esperado como sendo o da maior parte da demanda, devendo os usuários que vem de diferentes direções utilizar as alças de acesso em meio a um intenso tráfego.

Figura 3.5: Plataforma Linhas Alimentadoras da Estação Pampulha (Adaptado de BHTRANS, 2016b)

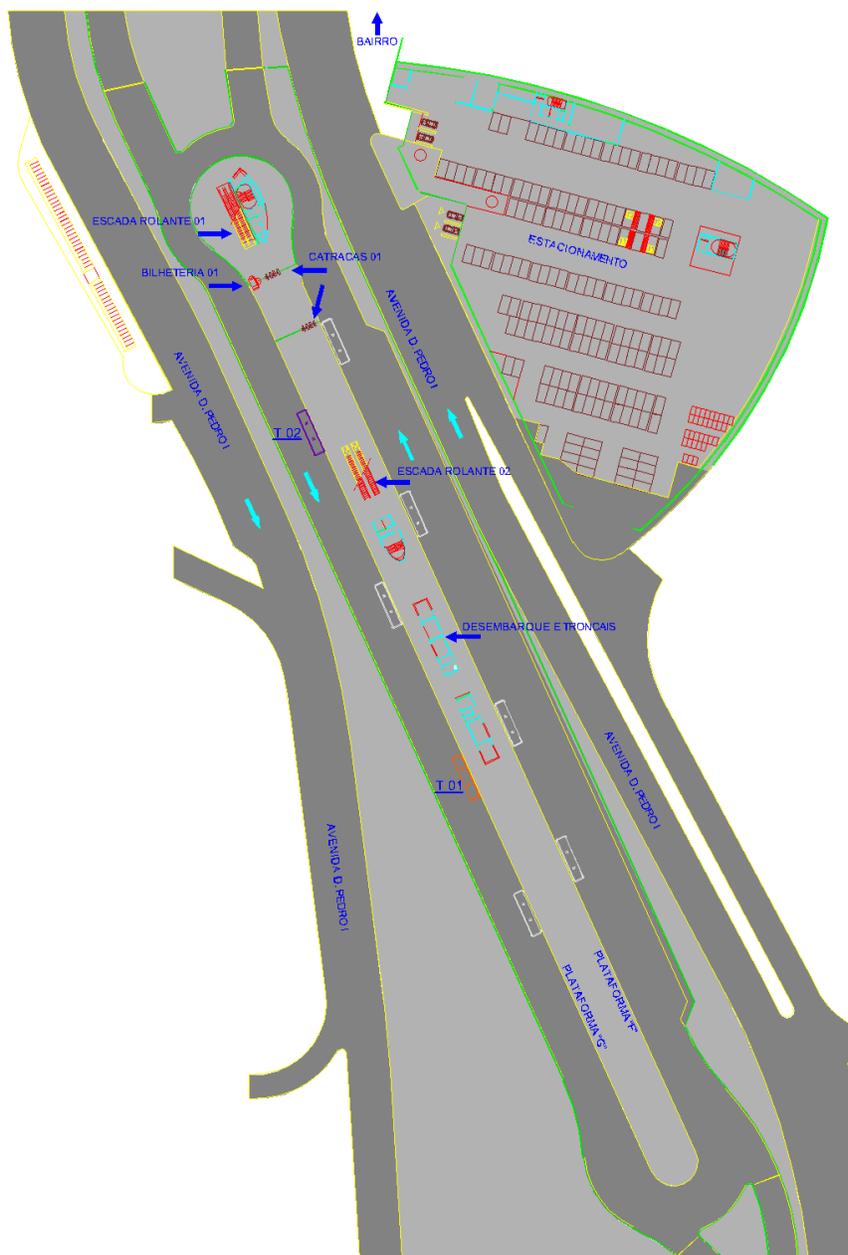


Figura 3.6: Imagens das características do piso das linhas alimentadoras.



(a) Acesso rua Cheik Nagib Assrauy



(b) Bilheteria acesso externo setor sudoeste



(c) Acesso Rua da Barragem (não operacional)



(d) Bilheteria 02 na plataforma E



(e) Linha de catracas 02, acesso às escadas rolantes e escadarias 02, plataformas E e D.



(g) Escadas rolantes 01 com bilheteria 01 (ao fundo)



(h) Plataformas B e C com banco de concreto

Figura 3.7: Imagens das características piso linhas troncais.



(a) Plataforma F desembarque troncais



(b) Piso troncais escada rolante 02



(c) Plataforma F e acesso a escadarias 02



(d) Plataforma G embarque troncal T01



(e) Bilheteria 01 e linha de catracas 01



(f) Embarque linha troncal T01



(g) Banheiros



(h) Estacionamento rotativo

4 METODOLOGIA

Nesta dissertação propõe-se uma metodologia que consiste em um estudo quali-quantitativo do tempo despendido pelo usuário do transporte coletivo ao realizar a transferência em terminais de integração. A metodologia proposta compõe-se de quatro etapas: (i) a primeira caracteriza a estação e o sistema de transporte do qual o terminal é um dos componentes; (ii) na segunda procede-se a coleta de dados para a mensuração do tempo de transferência; (iii) na terceira etapa, o objetivo é identificar, dentre os atributos encontrados na literatura e relacionados à transferência de passageiros em terminais de integração, os mais valorizados de acordo com a percepção dos usuários e especialistas; (iv) na quarta etapa, define-se uma hierarquização dos atributos considerando a percepção dos usuários do transporte público sobre o desempenho do transporte coletivo, tanto na estação como no sistema. Estas etapas estão detalhadas nas subseções a seguir.

4.1 Caracterização da Estação de Integração

O objeto de estudo nesta dissertação é uma estação de integração de passageiros. Esta primeira etapa consiste em uma descrição pormenorizada do terminal, elencando os pontos principais que interferem ou impactam no tempo que o passageiro despende para realizar sua passagem por este terminal ao realizar a transferência de um ônibus para outro.

Esta descrição deve responder, de forma precisa, às questões relevantes sobre o terminal que permita sua identificação e compreensão da sua importância para o sistema de transporte da cidade e para usuários. Na descrição devem ser abordados os seguintes itens:

- **Localização:** Qual o posicionamento do terminal na cidade? Quais são as principais vias de acesso e pontos de referência? Qual a área de abrangência e população atendida pelo terminal?;
- **Fluxo de passageiros:** Quantos passageiros passam pelo terminal por período de tempo? Qual a relevância deste fluxo dentro do sistema a que pertence o terminal?;
- **Serviços de transportes:** O terminal é intermodal? Em caso positivo, quais os modos de transporte integrados ao terminal? Quais e quantas linhas servem ao terminal? Quantas são as viagens diárias?;

- **Arquitetura:** Quais os aspectos construtivos do terminal? Quais as qualidades e problemas apresentados referentes ao conforto, à segurança e ao bem estar do usuário?;
- **Comodidades e serviços:** Quais são os serviços oferecidos aos usuários como lojas, lanchonetes, postos de atendimento e de informações, instalações sanitárias, dentre outros?;
- **Acessibilidade:** O terminal garante a acessibilidade para todos os seus usuários?

Para tal descrição, pode-se utilizar dados do operador do sistema, dados públicos e/ou visitas técnicas para obtenção das informações. Os resultados desta etapa foram apresentados na seção anterior (Capítulo 3) e foram utilizados para subsidiar o desenvolvimento das etapas seguintes.

4.2 Determinação do Tempo de Transferência em Estações de Integração

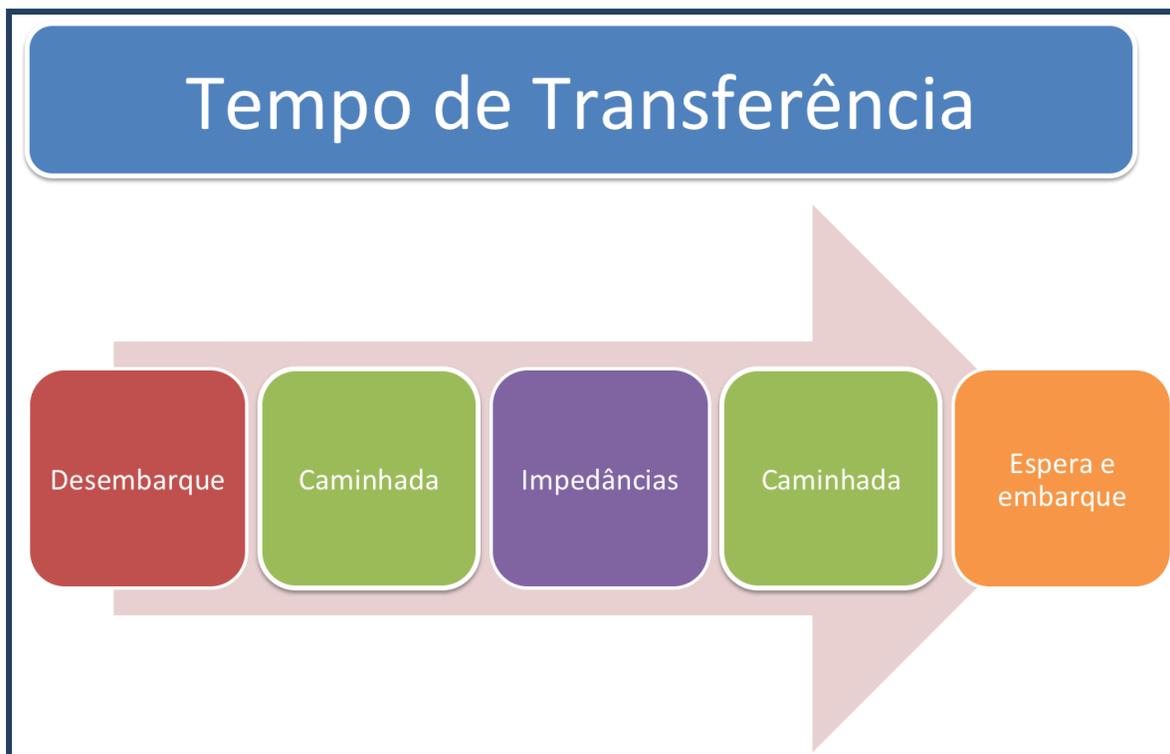
Quando há integração física ou integração dos modos de transporte, a transferência de passageiros é realizada de um veículo para outro realizado em local apropriado, exigindo pequenas distâncias de caminhada por parte dos usuários. A integração física pode ser intermodal, quando a transferência de passageiros ocorre entre veículos de modos diferentes, ou intramodal, quando do mesmo modo. Em sistemas integrados de transportes, as transferências de passageiros são usualmente realizadas em estações ou terminais.

No caso de Belo Horizonte, na maioria das estações, a integração é realizada entre veículos do mesmo modo de transporte: o ônibus. Na estação de integração, durante a transferência, o usuário deve transpor uma série de etapas para migrar de um veículo a outro. A proposta desta metodologia consiste em mensurar individualmente o tempo de cada uma das etapas para, ao final, compor o tempo total de transferência. O tempo total de transferência é definido como a soma dos tempos de cada uma das etapas.

Como a transferência realizada depende de uma série de fatores como, por exemplo, a morfologia do terminal de integração, a quantidade de passageiros e os modos de transportes, o tempo despendido pode variar muito, sendo ideal que este tempo seja mínimo possível. Na maioria dos sistemas de transporte em que o usuário necessita realizar uma transferência entre veículos, esta transferência pode ser descrita em ao menos três partes: desembarque, deslocamento e embarque, com o deslocamento podendo ser composto de caminhadas e transposição de impedâncias, ou apenas a caminhada conforme for o caso.

Nesta metodologia, estas partes foram organizadas em quatro etapas. A primeira delas é o desembarque do veículo de origem. Depois, o usuário deve ter realizar algum deslocamento para chegar ao segundo veículo. Durante este deslocamento, geralmente o usuário deve transpor alguns obstáculos, como escadas rolantes, catracas, bilheterias, dentre outros. À estes obstáculos corresponde o tempo despendido nas impedâncias. Por fim, o usuário deve embarcar, após algum tempo de espera, no veículo de destino (Figura 4.1).

Figura 4.1: Componentes do tempo de transferência.



No processo de coleta dos dados, a equipe deve ser orientada a não interferir com a rotina do usuário, realizando as mensurações de maneira incógnita sempre que possível. Outra orientação a ser seguida pela equipe refere-se a escolha aleatória dos usuários cujo tempo esteja sendo mensurado, evitando que os dados coletados possam conter algum viés.

Os tempos devem ser medidos acompanhando o sentido do maior fluxo de usuários, ou seja, no período da manhã a mensuração deve ser realizada com o usuário deslocando-se no sentido bairro-centro, desembarcando da linha alimentadora e seguindo para embarcar em uma linha troncal, enquanto, para o período da tarde, inverte-se o processo, tomando-se o tempo despendido no sentido centro-bairro, seguindo o fluxo de usuários desde desembarque na troncal

até o embarque na linha alimentadora. Os tempos analisados nesta etapa do trabalho estão detalhados nas seções a seguir.

A amostragem foi definida a partir das equações 4.1 e 4.2. A equação 4.1 é utilizada para a determinação de uma amostra para uma população infinita, enquanto a equação 4.2 é utilizada para o caso geral em que necessita-se da amostragem para uma população N finita.

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{e^2} \quad \text{Equação 4.1}$$

Sendo que:

n é o tamanho da amostra

Z é o desvio do valor médio que aceitamos para alcançar o nível de confiança desejado. Em função do nível de confiança que buscamos, usaremos um valor determinado que é dado pela forma da distribuição de Gauss. Os valores mais frequentes são:

Nível de confiança 90% - Z=1,645

Nível de confiança 95% - Z=1,96

Nível de confiança 99% - Z=2,575

p é a probabilidade do evento ou proporção que se espera encontrar. Como é normalmente difícil de estimar este valor, trabalha-se com o pior cenário em que $p = 50\%$.

e é o erro amostral de 5%.

$$n = \frac{N * \sigma^2}{(N - 1) * \left(\frac{e}{Z}\right)^2 + \sigma^2} \quad \text{Equação 4.2}$$

Sendo que:

N é a população;

σ é o desvio padrão da grandeza que se deseja medir.

4.2.1 Tempo Médio de Desembarque

O tempo médio despendido pelo usuário para realizar o desembarque é definido, nesta dissertação, como a metade do intervalo de tempo decorrido entre a abertura da(s) porta(s) do veículo e o último passageiro desembarcar. Para seguir o sentido de maior fluxo, os tempos foram medidos no período da manhã para as linhas alimentadoras e a tarde, das linhas troncais.

4.2.2 Tempo de caminhada

É o tempo que o usuário utiliza para transpor por caminhamento a distância entre as plataformas de embarque e desembarque, ou vice versa, excluindo-se deste tempo aquele gasto na transposição das impedâncias (catracas, bilheterias, escadas, etc.) de forma semelhante ao definido por Chen *et al* (2014) e Wardman (2001). Nesta metodologia, o tempo de caminhada está seccionado em dois trechos, sendo o primeiro compreendido entre as plataformas de desembarque e as impedâncias e o segundo trecho das impedâncias até a plataforma de embarque. Considera-se, para a totalização do tempo de caminhada, que o usuário desembarca de sua linha, segue até uma das impedâncias e, após vencê-la, caminha até a plataforma de embarque da linha desejada. Cada um destes trechos conta com processo de cronometragem independente do outro.

O processo de caminhada do usuário dentro do terminal deve ser observado e esquematizado para a configuração de um roteiro que permita fazer a mensuração do tempo para os usuários de cada uma das linhas avaliadas. A cronometragem deste tempo deve ser realizada para usuários escolhidos aleatoriamente ao se deslocarem entre os pontos escolhidos para controle, a saber: o desembarque, as impedâncias e a plataforma para embarque. Tudo cronometrado a distância, de forma incógnita e sem que o pesquisador interfira com o caminhamento do usuário.

A dinâmica estabelecida para a cronometragem, deve possibilitar cobrir todas as possibilidades de caminhamento por parte dos usuários, uma vez que, devido a amplitude das plataformas e o estabelecimento de pontos de controle a partir dos quais o usuário seria observado, esta cronometragem pode ser realizada acompanhando-se um usuário a partir de um dos pontos de controle até o destino do usuário (sem conhecimento prévio de qual seria o destino do usuário). Todas as possibilidades que se apresentarem podem ser mensuradas e armazenadas em banco de dados.

4.2.3 Tempo de impedâncias

Existem nas estações de transporte públicos diversos dispositivos que aqui foram denominados de impedâncias. Esses dispositivos operam para organizar o tráfego de pedestres e veículos, realizar a cobrança de tarifas, para facilitar o fluxo dentro da estação ou mesmo garantir um conforto ao usuário e facilitar sua passagem pela estação. O usuário, ao chegar a uma impedância (a bilheteria, por exemplo) permanece ali por um tempo e depois inicia nova caminhada ou para a plataforma de embarque desejada ou para uma nova impedância. O tempo despendido para transpor as impedâncias deve ser cronometrado separadamente por impedância.

Para os casos em que os usuários deslocam-se de uma impedância para outra, o tempo deve ser obtido a partir da cronometragem do tempo gasto desde a chegada do usuário à impedância até o momento, posterior à sua saída, em que este chegar a próxima impedância, incorporando o tempo de caminhamento entre elas ao tempo da primeira impedância. Por exemplo, o tempo na bilheteria será cronometrado até que o usuário chegue a próxima impedância, neste caso, as catracas, o tempo das catracas até o usuário atingir a próxima impedância que é a escada rolante, assim por diante.

4.2.4 Tempo de espera e embarque

Este tempo é, de fato, a junção entre os tempos de espera e de embarque. O tempo de espera consiste no intervalo entre a chegada do usuário ao local de embarque e a chegada do veículo (TCRP, 2013; FERRAZ E TORRES, 2004; VUCHIC 2007), enquanto o tempo de embarque pode ser definido como o necessário para que o usuário entre no veículo depois que este abra suas portas. Esta junção tem por objetivo simplificar o processo de medição destes tempos por demandar menor quantidade de pessoas para fazer a medição, melhorar a precisão deste tempo ao reduzir o número de medidas e contornar a dificuldade verificada em campo de se delimitar onde começa o tempo de embarque e onde termina o tempo de espera.

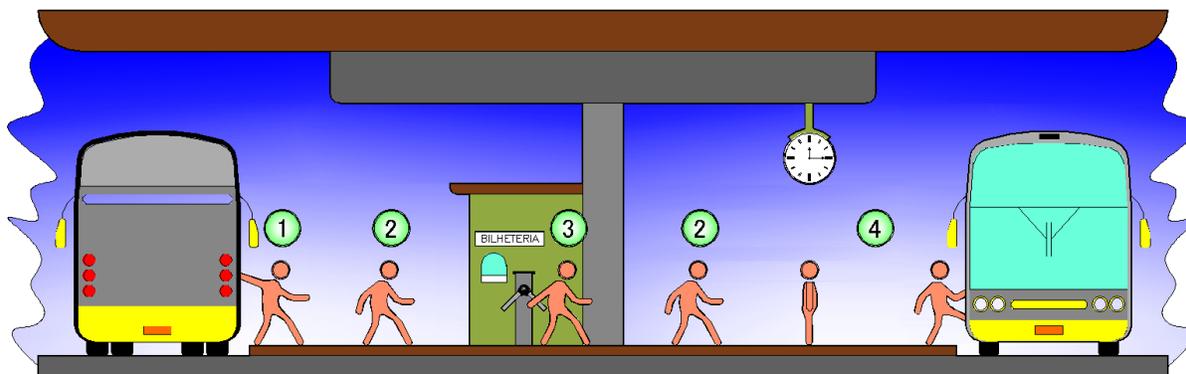
Este tempo é definido nesta dissertação como o tempo médio que o usuário, após chegar à plataforma, tem de esperar para poder embarcar em um veículo. Deverá ser cronometrado a partir do momento em que o usuário chega à plataforma até o momento em que, após o seu embarque, as portas são fechadas.

No caso das linhas troncais, em que há, opcionalmente, a formação de filas, o tempo médio do usuário na fila será cronometrado desde o momento que ingressa na fila até que o momento em que ele consiga embarcar.

4.2.5 Tempo total de transferência

O tempo total de transferência é a soma aritmética dos tempos determinados em cada uma das etapas anteriores, seguindo o sentido do maior fluxo de passageiros da estação. As etapas que compõem a transferência de passageiros em uma estação podem ser visualizadas esquematicamente na Figura 4.2. O tempo de caminhada, como exposto anteriormente, engloba duas parcelas, uma parcela correspondente a etapa anterior à chegada do usuário até a primeira impedância e segunda posterior a última impedância. Os resultados para o tempo total de transferência estão apresentados com sua conformação mais curta possível, sem a inclusão dos tempos de bilheteria e de fila. O impacto do acréscimo destes dois componentes será discutido depois.

Figura 4.2: Representação das quatro etapas que compõem a transferência.



4.3 Pesquisa com Usuários e Especialistas

O objetivo principal desta etapa é identificar, dentre os critérios apurados na literatura de pesquisa em transportes, aqueles mais importantes para especialistas e usuários, ao avaliar a transferência de passageiros em terminais de integração do sistema BRT de Belo Horizonte. Para tanto, utilizou-se da técnica de entrevista, que segundo Britto Júnior e Feres Júnior (2011), permite extrair informações necessárias para uma análise bastante rica. Os mesmos autores indicam que se recorre à entrevista sempre que se tem ‘necessidade obter dados que não podem

ser encontrados em registros e fontes documentais, podendo estes ser fornecidos por determinadas pessoas' (Britto Júnior e Feres Júnior, 2011, p.239).

A técnica de entrevista estruturada, apresenta ainda a vantagem de possuir maior facilidade no tratamento quantitativo dos dados, através da análise estatística. Outra vantagem relacionada ao uso de entrevista estruturada é o seu baixo custo de aplicação (*ibid*).

Para a entrevista estruturada, foram formulados dois questionários com os atributos identificados na revisão da literatura, sendo um para cada grupo de entrevistados (especialistas e usuários). O questionário para especialista solicitava a identificação da área de atuação do especialista, (poder público, universidade ou iniciativa privada), a identificação dos atributos relevantes durante a transferência dos passageiros em estações de integração, além de um campo para identificar algum atributo considerado importante, contudo, não abordado na pesquisa.

Para simplificar o processo de coleta e tabulação dos dados, ambos os questionários foram formulados a partir do Google *Forms*. O questionário destinado aos usuários deve ser elaborado com linguagem mais acessível, apresentando quinze atributos para escolha e um espaço para inclusão de algum atributo não incorporado à pesquisa. Para se conseguir uma quantidade de entrevistas que possa ser estatisticamente representativa, o recomendável é que as entrevistas sejam realizadas com os usuários na própria estação.

A escolha dos atributos a serem investigados baseia-se naqueles que foram apontados durante a revisão da literatura, com preferência para aqueles que possuíam alguma relação com a transferência em estações de integração. Ao avaliar a relação de atributos, tanto especialistas quanto usuários, puderam escolher mais de um atributo. Os atributos investigados são apresentados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1: Atributos definidos para a pesquisa com especialistas e usuários.

Atributo	Especialistas	Usuários
Comportamento dos operadores	•	•
Disponibilidade de bicicletário na estação	•	•
Dispositivos para facilitar o deslocamento dentro da estação, como	•	•
Distância de caminhada dentro da estação	•	•
Eficiência da transferência	•	
Facilidades de estacionamento na estação	•	•
Frequência dos ônibus		•
Informação ao usuário	•	•
Número de passageiros na linha troncal		•
Número de passageiros na linha alimentadora		•
Número total de passageiros transferidos	•	
Tempo de espera pela linha alimentadora	•	•
Tempo de espera pela linha troncal	•	•
Tempo de viagem na linha troncal		•
Tempo de viagem na linha alimentadora		•
Tempo de viagem	•	•
Tempo total de transferência	•	•
Tempo utilizado nas bilheterias, catracas, escada rolante.	•	•

4.4 Pesquisa de percepção da qualidade do transporte com os usuários da estação sobre os serviços de transportes na Estação da Pampulha.

Nesta dissertação foram realizadas duas pesquisas. A primeira pesquisa, descrita no tópico anterior, tem natureza exploratória constituindo-se em uma sondagem realizada com usuários e especialistas sobre os atributos da qualidade do transporte, no que se refere ao funcionamento de uma estação de integração.

A segunda pesquisa destina-se apenas ao grupo de usuários da estação e tem como objetivo investigar a percepção dos mesmos sobre os atributos identificados na literatura e confirmados na etapa anterior desta pesquisa, utilizando-se para isto um questionário formatado na escala Likert. O questionário, apresentado na Figura 4.3, possui duas partes, sendo a primeira destinada a coletar as características gerais da amostra, como sexo, idade, renda e informações da linha alimentadora que o usuário aguarda.

Na segunda parte do questionário, o usuário é chamado a avaliar o desempenho dos principais atributos associados ao uso das linhas (alimentadora e troncal) e da estação propriamente dita. São feitas afirmações, em linguagem acessível, que o usuário emitirá sua opinião dizendo se concorda ou não com a afirmação, utilizando como opções de respostas possíveis ‘discordo

totalmente’, ‘discordo parcialmente’, ‘nem concordo ou discordo’, ‘concordo parcialmente’ e ‘concordo totalmente’.

As questões de 1 a 9 que tratam dos atributos diretamente relacionados ao sistema de transporte, possuem uma conotação negativa, o que significa que a concordância do usuário implica na realidade em insatisfação com relação ao desempenho deste atributo. As notas distribuídas seguem portanto, critérios diferentes a depender da questão, conforme a Tabela 4.2.

Tabela 4.2: Critérios de distribuição das notas na escala Likert.

Avaliação	Questões 1 a 9		Questões 10 a 16	
	Satisfação	Nota	Satisfação	Nota
Discordo totalmente	Muito satisfeito	5	Muito insatisfeito	1
Discordo parcialmente	Satisfeito	4	Insatisfeito	2
Nem concordo ou discordo	Indiferente	3	Indiferente	3
Concordo parcialmente	Insatisfeito	2	Satisfeito	4
Concordo totalmente	Muito insatisfeito	1	Muito satisfeito	5

A amostra necessária é determinada por meio da equação para cálculo de amostra mínima, considerando uma população infinita e um nível de confiança de 95%, de acordo com a equação 4.1.

Figura 4.3: Questionário de avaliação da percepção dos usuários.

UFMG DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES E GEOTECNIA
 OBJETIVO DA PESQUISA: avaliar a percepção dos usuários da estação Pampulha a respeito dos fatores relacionados à transferência e à estação

Dados Gerais

Plataforma _____ Linha: _____ Horário: _____ Dia: __/__/__

Dados do Entrevistado

Sexo Masculino Feminino

Idade Menor que 18 Entre 18 e 30 Entre 31 a 60 Maior que 60

Renda Menor que 1 SM Entre 1 e 3 SM Mais do que 3 SM ND

Percepções analisadas

		Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Nem concordo ou discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente	NA
1	O tempo de espera por esta linha é muito longo.						
2	O tempo de espera pelo ônibus no centro (linha do MOVE) é longo.						
3	O tempo gasto aqui na estação é longo.						
4	O tempo de espera pelo ônibus no seu bairro é longo.						
5	O tempo gasto nas bilheterias é longo.						
6	O tempo de viagem do bairro até a estação é longo.						
7	O tempo de viagem da estação até o centro (linha do MOVE) é longo.						
8	A viagem entre o seu bairro e a estação é muito lotada.						
9	A viagem entre o centro e a estação é muito lotada.						
10	A quantidade de bancos disponíveis para a espera dos ônibus na estação é suficiente.						
11	Os dispositivos para facilitar a caminhada na estação (escadas rolantes, elevadores) são suficientes.						
12	As distâncias que você caminha dentro da estação são curtas.						
13	As bilheterias da estação são suficientes.						
14	Você se sente seguro (a) nas dependências da estação.						
15	A estação é bem sinalizada.						
16	As informações ao usuário (a) da estação são suficientes.						

4.5 Método dos intervalos sucessivos

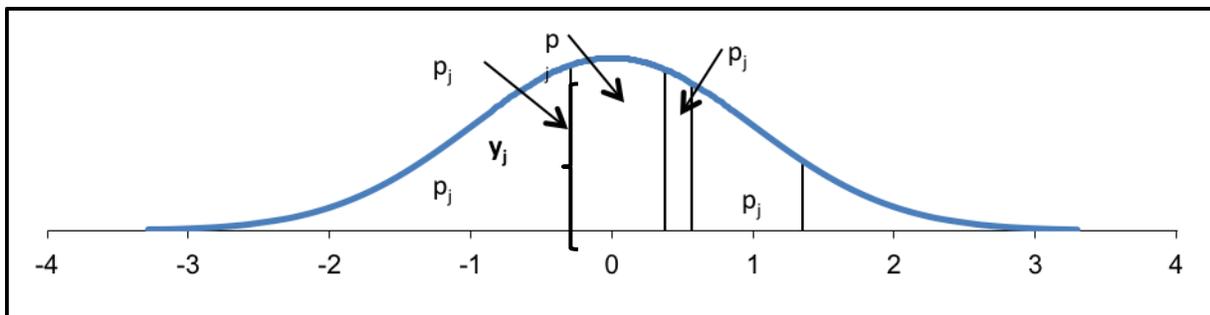
Segundo Providelo e Sanches (2011), as percepções dos indivíduos sobre as características do transporte público, obtidas por meio de pesquisas que utilizam uma escala de tipo Likert, podem ser interpretadas sob a forma de categorias ordenadas ou uma escala ordinal. A partir de uma escala ordinal pode-se inferir a ordem de importância que os respondentes atribuem às

características. No entanto, não é possível saber diretamente o quanto uma categoria é mais importante que a outra (os pesos das características). A distância entre duas categorias consecutivas, ou o grau de importância, é desconhecida e, geralmente, não uniforme. Assim, é necessário usar algum procedimento para transformar dados categóricos em uma escala de intervalo que permita a avaliação da importância relativa entre características.

Uma forma de fazer tal avaliação é utilizando o Método de Intervalos Sucessivos (MIS), desenvolvido por Guilford em 1954 (PROVIDELO e SANCHES, 2011), como o procedimento computacional para fornecer as medidas dos intervalos a partir dos dados categóricos ordinais obtidos a partir da aplicação dos questionários da escala Likert. O método baseia-se em escalas psicométricas para a estimativa da opinião dos indivíduos, originalmente proposto por Thurstone (1927). A psicometria e a teoria da escala psicológica têm se dedicado a estudar o comportamento de sujeitos, amostrados de uma população específica, ao escolherem entre alternativas postas (BOCK e JONES, 1968).

Este método vem sendo aplicado nas áreas da psicologia, saúde, marketing e seu uso tem crescido também em transportes (CORREIA e WIRASINGHE, 2007; KUMAR *et al.*, 2011; PROVIDELO e SANCHES, 2011). O método considera que a variável relacionada à escolha dos indivíduos segue uma distribuição de probabilidade normal. Portanto, os valores das categorias podem ser estimados a partir das frequências com que as respostas em uma escala comparativa ocorrem, ou seja, as categorias observadas correspondem a diferentes segmentos sob uma curva normal padrão (Figura 4.4).

Figura 4.4: Valores das categorias apontados na curva normal.



Os níveis de concordância/discordância obtidos por meio das respostas dadas ao questionário podem ser codificados em valores numéricos. A distribuição das notas, ou categorias, são

distribuídas conforme descrito na seção anterior e mostrado na Tabela 4.2. As percepções individuais acerca dos atributos supracitados são assim obtidas através da escala Likert, na forma de categorias ordenadas (escala ordinal).

Nesta dissertação, os resultados obtidos com a aplicação da escala Likert encontram-se analisados utilizando o Método dos Intervalos Sucessivos (MIS) que permite transformar, através de alguns procedimentos, dados categóricos em escala de intervalos. O MIS foi desenvolvido por Guilford (1957, *apud* PROVIDELO e SANCHES, 2011) baseado em escala psicométrica que visa estimar a importância relativa entre as características das opiniões individuais. A aplicação do MIS permite demonstrar que a distância entre as categorias possui diferenças, sendo possível verificar a falta de exatidão na atribuição de valores originais (1 a 5) para categorias. Utilizar valores originais seria considerar que as distâncias entre as categorias são iguais.

Para determinar a distância entre as categorias (x_j) e a escala ordinal de zero a um (0- 1) para os atributos medidos por essas categorias, o MIS desenvolve uma série de passos, com suas respectivas equações a partir da frequência de ocorrência das avaliações dos respondentes (a quantidade de vezes em que cada nota, de 1 a 5, foi dada). A partir desta distância obtém-se uma nota média para os atributos e, a partir desta média, obtém-se uma escala de 0 a 1 com a ordem de priorização dos atributos conforme a percepção dos usuários.

O primeiro passo consiste na determinação da frequência relativa que é o peso de cada uma das categorias atribuídas. Essa frequência é calculada pela razão entre a frequência de cada categoria e o somatório das frequências de todas as categorias (Equação 3.2). Na Tabela 4.3 são listados as equações necessárias à aplicação do método, dispostas na ordem em que são utilizadas.

O cálculo da frequência acumulada da categoria (P_j) é a soma da frequência relativa (p_j) das categorias anteriores até a categoria atual. Os limites inferior e superior, z_1 e z_2 , O limite inferior da categoria (z_{1j}) e o limite superior da categoria (z_{2j}). foram calculados utilizando a fórmula “INV.NORMP” do software Microsoft Excel 2013, que retorna o inverso da distribuição cumulativa normal padrão, aplicada a frequência acumulada da categoria anterior (P_{j-1}). Com estes valores são calculados as ordenadas (y_j) dos limites inferior e superior (Equação 3.3).

A partir do valor das ordenadas é obtido o valor estimado da categoria x_j (Equação 3.4) e, então, são obtidas as distâncias entre as categorias (Equação 3.5). A escala de referência índice j é obtida como a média das distâncias j entre as categorias. A escala de referência acumulada é dada pela média dos valores das distâncias entre as categorias j somada à média das escalas de referência das categorias $j-1$ (Equação 3.6), conforme pode ser observado na tabela 5.19 pag. 90.

A Diferença entre cada escala de referência e o valor da categoria é dada pela equação 3.7. Com este valor determina-se o valor de m_j que é a média por atributo dos valores de D_{Ex} . Por fim, para calcular a escala 0-1 utiliza-se a equação 3.8 que fornece o valor do atributo na escala de 0 a 1. O produto final do método é a escala de 0-1 que fornece a estimativa da importância relativa das características que descrevem a os atributos da transferência na estação.

Tabela 4.3: Equações para cálculo das etapas do Método dos Intervalos Sucessivos.

Equação	Etapa	Fórmula	Variáveis
3.2	Frequência relativa (p_j)	$p_j = \frac{f_j}{\sum f}$	f_j : frequência da categoria $\sum f$: somatório das frequências de todas as categorias
3.3	Ordenada do limite inferior e superior (y_{1j} e y_{2j})	$y_j = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \times e^{-0,5z_j^2}$	z_j : limites inferior (z_1) e superior (z_2) da categoria
3.4	Valor estimado da categoria	$x_j = \frac{y_{1j} - y_{2j}}{p_j}$	y_{1j} e y_{2j} : Ordenadas do limite inferior e superior P_j : frequência acumulada da categoria
3.5	Distância entre categorias	$d_{j,j+1} = x_{j+1} - x_j$	
3.6	Escala de referência acumulada	$ERAC_j = média_j + média_{j-1}$	$média_j$: média dos atributos da coluna j
3.7	Diferença entre cada escala de referência e o valor da categoria	$D_{Err(j)} = ERAC_j - x_j$	
3.8	Escala 0-1	$m'_j = \frac{m_j - \min_{(m)}}{\max_m - \min_{(m)}}$	m_j é a média por atributo dos valores de D_{Err} ; $\min_{(m)}$ é o valor mínimo encontrado para a m_j ; \max_m é o valor máximo encontrado para m_j ;

5 RESULTADOS

O presente capítulo apresenta os resultados da aplicação da metodologia proposta, com exceção da caracterização do terminal que está apresentado no Capítulo 3. Nos itens 5.1 e 5.2 encontram-se os resultados da mensuração do tempo de transferência na estação. O item 5.3 apresenta os resultados da pesquisa junto a usuários e especialistas para a definição dos atributos mais importantes na transferência, enquanto no item 5.4 constam os resultados da pesquisa de percepção dos usuários, com a hierarquização dos atributos referentes a transferência de passageiros.

5.1 Mensuração do Tempo de Transferência na Estação Pampulha

O tempo de transferência foi determinado seguindo a metodologia descrita no capítulo anterior, para as linhas da Estação de Integração Pampulha. Foram escolhidas duas das 8 linhas troncais e seis das 15 linhas alimentadoras que atendem a estação. O principal critério para a escolha das linhas foi a quantidade de passageiros transportados, para garantir que a amostra da pesquisa contemplasse o maior percentual possível do fluxo diário de passageiros da estação. O número de passageiros transportados por estas linhas, troncais e alimentadoras estão apresentados na Tabela 5.1 e foram extraídos do Relatório Gerencial do Transporte Coletivo da Gerência de Contratos de Concessão e Tarifas (GECET) da BHTRANS S/A. O conjunto formado pelas linhas escolhidas corresponde a 56% para as linhas alimentadoras e 66% para as linhas troncais, motivo pelo qual foram selecionadas para compor esta pesquisa.

Tabela 5.1 – Número Diário de Passageiros no Terminal Pampulha.

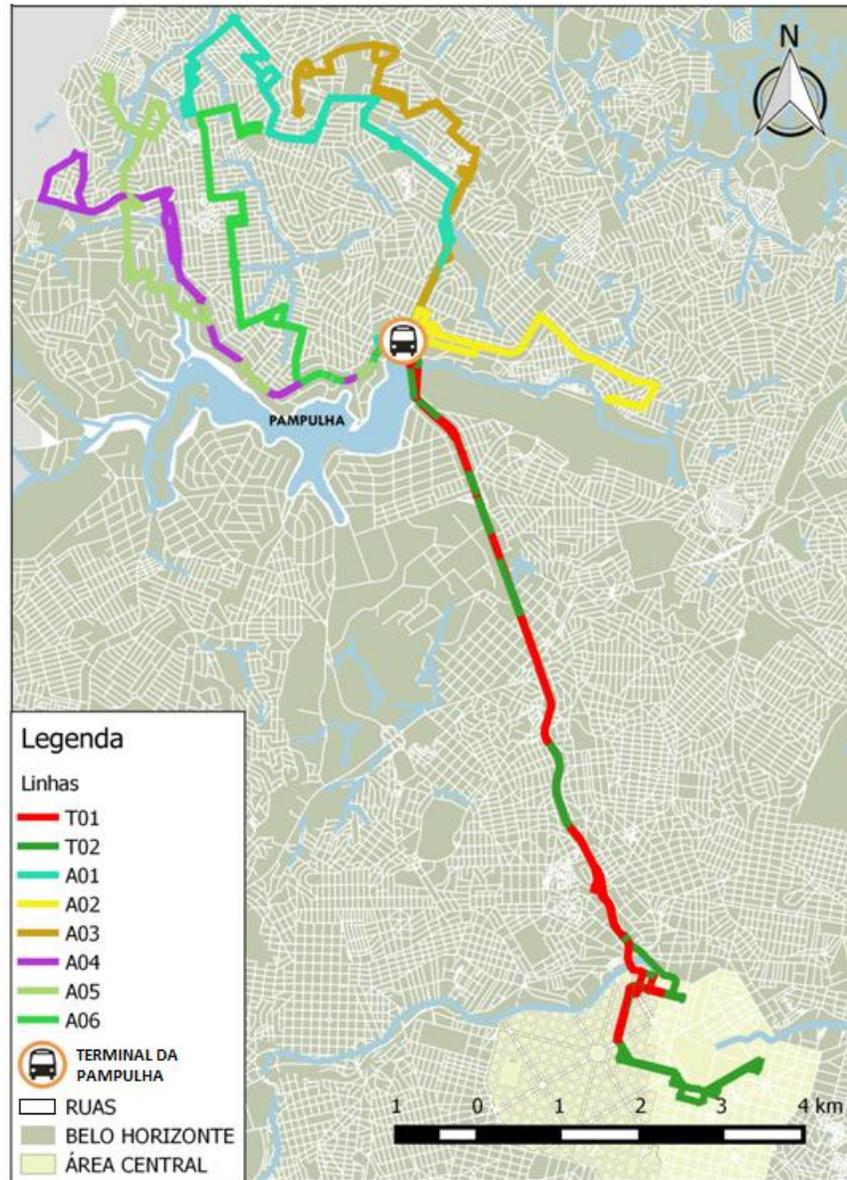
Linha/Estação	Média diária de passageiros	Percentual do total do terminal
Terminal Pampulha	42.573	100%
Troncal T01	19.970	47%
Troncal T02	8.042	19%
Alimentadora A01	7.756	15%
Alimentadora A02	2.838	5%
Alimentadora A03	3.440	6%
Alimentadora A04	5.664	11%
Alimentadora A05	3.743	7%
Alimentadora A06	6.230	12%
Outras alimentadoras	23.723	44%
Total alimentadoras	53.394	100%

Importante destacar que as informações constantes na Tabela 5.1 são baseadas na quantidade de passageiros aferidos nas catracas dos ônibus e do terminal de passageiros, exceção feita à linha troncal T01 que por trafegar apenas dentro do corredores exclusivo e realizar as operações de embarque e desembarque apenas em estações de integração ou de transferência, não possui catracas e seus passageiros foram estimados a partir de pesquisa disponibilizada pela Gerência de Serviços e Programação (GESPR) da BHTRANS (BHTRANS, 2016c).

A discrepância entre os totais de passageiros das alimentadoras e do terminal deve-se ao principalmente ao fato de que nem todos os usuários das linhas alimentadoras dirigem-se ao terminal Pampulha. Muitos deles descem antes do terminal, ou ainda, chegam ao terminal, mas não utilizam as linhas troncais pois podem embarcar em outra alimentadora ou deixar a estação a pé ou de bicicleta, não sendo assim, contabilizados nas catracas de acesso ao nível das linhas troncais.

As linhas troncais escolhidas para o estudo fazem a ligação entre o Terminal Pampulha, a área central e a região hospitalar da cidade. As linhas alimentadoras atendem a importantes bairros de três das regionais administrativas da Prefeitura de Belo Horizonte, a saber: Região Norte (uma linha), Venda Nova (duas linhas) e Pampulha (três linhas). Os itinerários das linhas que foram objeto do estudo são mostrados na Figura 5.1.

Figura 5.1: Itinerário das linhas escolhidas para a pesquisa.



A mensuração do tempo de transferência do terminal foi realizada por uma equipe de campo composta por 16 pessoas, dividida em dois grupos de 8, que atuaram em dois turnos diferentes. O primeiro turno era no período da manhã entre as 06 e 11 horas, enquanto o segundo turno entre 14 e 19 horas. Os dados foram coletados entre os dias 09 e 11 de dezembro de 2014 e entre os dias 02 a 04 de março de 2015.

A maior parte dos componentes do tempo de transferência foi mensurada em ambas as etapas, exceção feita aos tempos de desembarque e de espera/embarque das linhas alimentadoras cuja

medição foi escalonada da seguinte forma: para as três primeiras linhas alimentadoras (A1, A2, e A3) estes tempos foram coletados em dezembro de 2014, e para as três restantes (A4, A5 e A6), foram coletados em março de 2015.

Todos os tempos, exceção feita ao tempo de desembarque, foram mensurados individualmente, ou seja, tomou-se a medida do tempo para os usuários que transitavam pela estação. O tempo de desembarque foi medido por veículo, como a metade do tempo necessário para o desembarque do último passageiro, cronometrado a partir da abertura das portas.

Os dados gerais sobre a pesquisa realizada, como a população, a amostra estimada e coletada estão descritas na Tabela 5.2. Nesta tabela é possível observar que em todas as variáveis, a amostra coletada supera a estimada. A estimativa da amostra deu-se pelas equações 4.1 e 4.2, apresentados no Capítulo 4.

Tabela 5.2: Amostra da pesquisa.

Variável	População	Amostra	Amostra	Unidade
Desembarque linhas troncais	327	246	300	Ônibus
Desembarque linhas alimentadoras	809	491	526	Ônibus
Catracas	42.573	384	1.302	Pessoa
Bilheterias	42.573	384	680	Pessoa
Escadas rolantes	42.573	384	920	Pessoa
Escadarias	42.573	384	314	Pessoa
Caminhada	42.573	384	927	Pessoa
Espera e Embarque troncais	42.573	384	847	Pessoa
Espera e embarque alimentadoras	42.573	384	449	Pessoa
Fila nas linhas troncais	42.573	384	424	Pessoa

5.1.1 Tempo de desembarque

O desembarque nas linhas alimentadoras é realizado por duas portas traseiras com largura que variam entre 0,90 e 1,05 metros, devendo o usuário vencer três degraus de escada em função do desnível entre o piso do ônibus e da plataforma de desembarque. Já nas linhas troncais, este desembarque é realizado em nível com a plataforma através de quatro portas com largura de 1,25 metros (BHTRANS, 2014a) tornando a operação de desembarque nas troncais mais rápida. Os resultados podem ser observados nas tabelas 5.3 e 5.4 com o resultado para as alimentadoras e a para as linhas troncais.

Tabela 5.3 - Tempo de desembarque manhã – Linhas alimentadoras (todos os tempos em s).

Faixa Horária	A01		A02		A03		A04		A05		A06	
	Tempo	Desvio Padrão										
06:00 - 06:59	18	6	20	9	15	3	32	12	26	11	61	10
07:00 - 07:59	17	5	15	6	23	10	27	20	28	19	38	18
08:00 - 08:59	20	9	21	7	18	11	17	9	16	8	27	13
09:00 - 09:59	17	5	15	6	15	5	15	9	16	5	19	9
10:00 - 10:59	14	4	11	5	12	4	10	3	12	5	14	5

Tabela 5.4 - Tempo de desembarque tarde – Linhas troncais (todos os tempos em s).

Faixa Horária	T01		T02	
	Tempo	Desvio Padrão	Tempo	Desvio Padrão
15:00 -15:59	15	6	14	4
16:00 -16:59	18	4	13	3
17:00 -17:59	19	4	15	5
18:00 -18:59	20	4	16	2
19:00 -19:59	19	3	14	3

5.1.2 Tempo de caminhada

Como o usuário deve passar por impedâncias no seu trajeto (catracas, bilheterias, etc.), o tempo foi medido em duas partes: do desembarque até a primeira das impedâncias (trecho 01) e da última impedância vencida pelo usuário até a plataforma de embarque (trecho 02).

Para as três linhas alimentadoras avaliadas em dezembro de 2014, as linhas A01, A02 e A03, não houve tempo de caminhada no período da manhã do desembarque até a primeira impedância, pois o desembarque já era efetuado em frente, e a menos de 2 m, da escada rolante 01, que era a primeira impedância. Este tempo foi incorporado ao tempo da escada rolante 01, apresentado junto aos demais tempos das impedâncias.

Entretanto, embora haja mais de uma possibilidade de caminhada, a grande maioria dos usuários opta pelo caminho mais curto ou mais confortável. Os resultados apresentados referem-se ao caminho praticado por esta maioria, desprezando-se as demais opções. A Tabela 5.5 apresenta uma descrição pormenorizada do caminhada medido para cada conjunto de alimentadoras. De forma simplificada, esse caminhada descrito encontra-se mapeado na Figura 5.2 para o piso das linhas alimentadoras e na Figura 5.3 para o piso das linhas troncais. As figuras denotam também as distâncias percorridas em cada caminhada, utilizadas depois para o cálculo das velocidades de caminhada dos usuários na estação.

Tabela 5.5: Descrição dos trechos de caminhada dos usuários.

Turno	Linhas Alimentadoras A01, A02 e A03	Linhas Alimentadoras A04, A05, A06
Manhã	-	Da plataforma de desembarque no piso das alimentadoras até a linha de catracas 02
	Da escada rolante 01 até a plataforma F de embarque das linhas troncais T01 ou T02	Da escada rolante 02 ou escadaria 02 até a plataforma de embarque da troncal T01 ou T02
Tarde	Da plataforma de desembarque das troncais, até linha de catracas 01.	Da plataforma de desembarque das troncais até escada rolante ou escadaria 02
	Da escada rolante 01 até as plataformas de cada alimentadora	Da linha de catracas 02 até as plataformas de cada alimentadora

Os tempos foram mensurados para os períodos da manhã e tarde. Cada período em duas partes, sendo a primeira entre o desembarque até impedância e a segunda da impedância até plataforma de embarque. A soma destas duas parcelas fornece o tempo total de caminhada do usuário, mensurado aqui cada possibilidade de conexão entre as seis linhas alimentadoras e as duas linhas troncais, apresentado na Tabela 5.6: Tempo de caminhada dos usuários.

Tabela 5.6: Tempo de caminhada dos usuários.

Conexão		Troncal T01		Troncal T02	
Alimentadora	Período	Tempo (min)	Desvio Padrão (min)	Tempo (min)	Desvio Padrão (min)
A01	Pico manhã	1,7	0,3	0,4	0,1
	Fora pico manhã	1,7	0,3	0,3	0,1
	Pico tarde	2,1	0,6	1,5	0,6
	Fora pico tarde	1,9	0,7	1,7	0,6
A02	Pico manhã	1,7	0,3	0,4	0,1
	Fora pico manhã	1,7	0,3	0,3	0,1
	Pico tarde	1,9	0,6	1,3	0,6
	Fora pico tarde	1,7	0,6	1,5	0,6
A03	Pico manhã	1,7	0,3	0,4	0,1
	Fora pico manhã	1,7	0,3	0,3	0,1
	Pico tarde	2,5	0,6	1,9	0,6
	Fora pico tarde	2,3	0,7	2,0	0,6
A04	Pico manhã	2,3	0,5	0,7	0,3
	Fora pico manhã	2,2	0,5	0,7	0,2
	Pico tarde	0,9	0,4	0,9	0,3
	Fora pico tarde	1,0	0,4	1,0	0,4
A05	Pico manhã	2,2	0,6	0,6	0,4
	Fora pico manhã	2,1	0,6	1,3	0,8
	Pico tarde	0,9	0,4	0,9	0,4
	Fora pico tarde	1,0	0,4	1,0	0,4
A06	Pico manhã	2,4	0,4	0,8	0,2
	Fora pico manhã	2,3	0,5	0,8	0,2
	Pico tarde	1,1	0,4	1,1	0,4
	Fora pico tarde	1,3	0,4	1,3	0,4

Figura 5.2: Rotas de caminhada do usuário da estação Pampulha avaliadas neste estudo na plataforma das linhas alimentadoras.

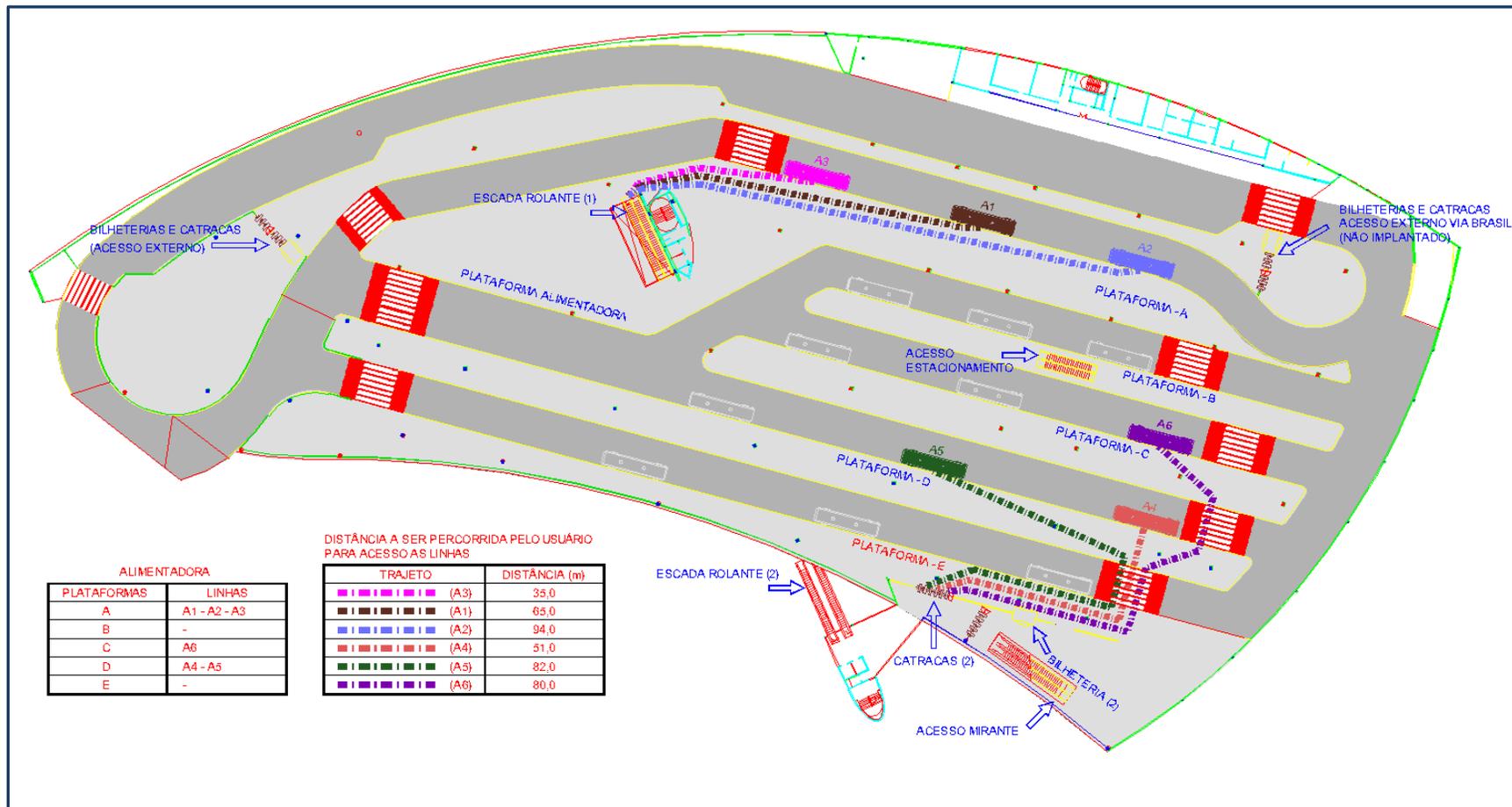
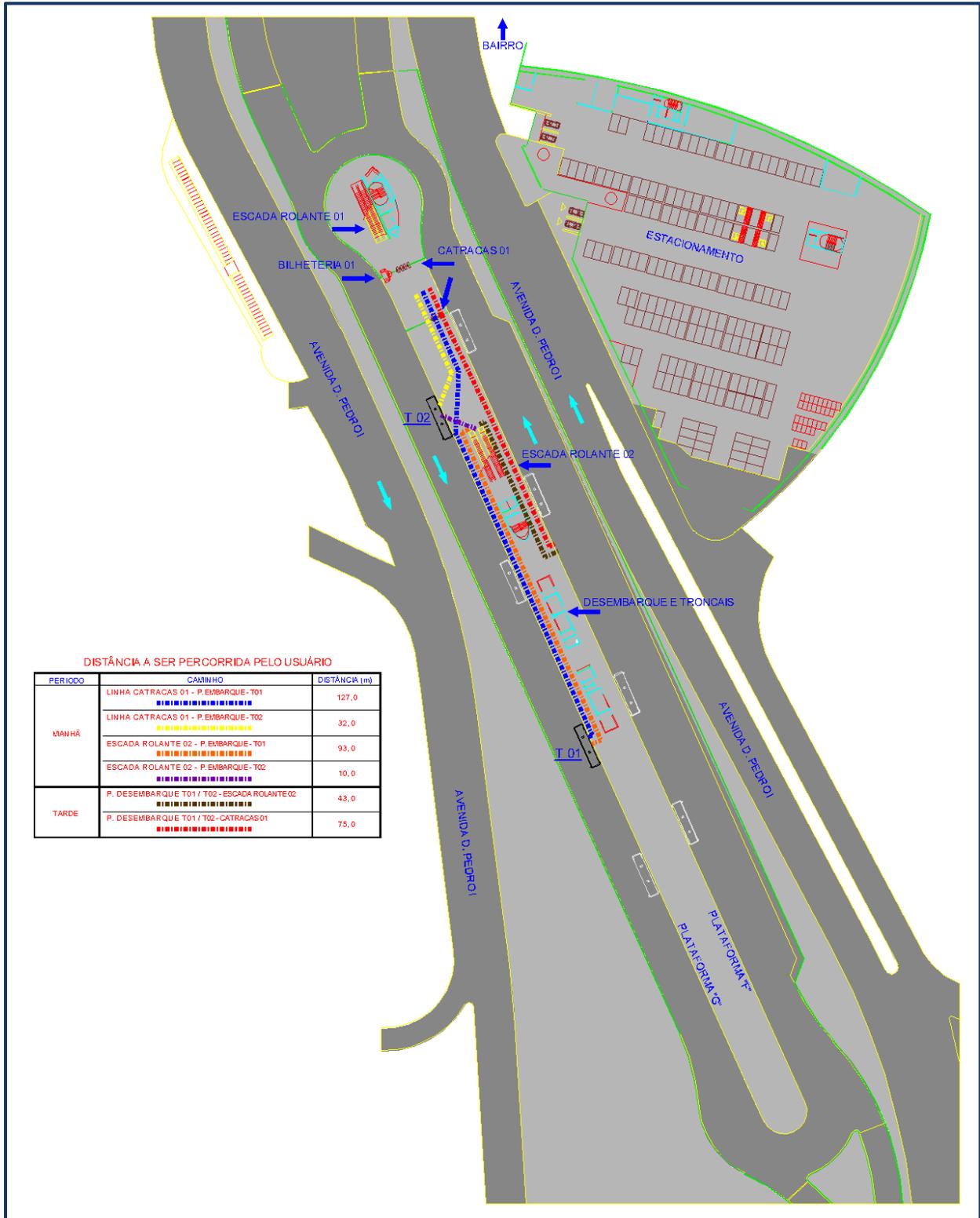


Figura 5.3: Rotas de caminhada do usuário da estação na plataforma das linhas troncais.



Nas figuras 5.2 e 5.3 há também uma tabela com as distâncias percorridas em cada caminho. A partir desses valores e do tempo gasto na caminhada é possível calcular a velocidade de caminamento do usuário dentro da estação e verificar se o valor obtido corresponde aos valores identificados na literatura. A Tabela 5.7 apresenta a velocidade de caminamento estimado para as linhas alimentadoras que fazem conexão com a troncal T01 no período da manhã. Tais valores de velocidade de caminhada encontram-se dentro do previsto para a velocidade de caminhada do pedestre que vai de um mínimo de 0,74 m/s a um máximo de 2,39 m/s. Considera-se como um valor médio de referência o valor de 1,20 m/s, segundo o HCM (2000).

Tabela 5.7: Velocidade de caminamento do usuário na conexão entre as linhas alimentadoras e troncal T01.

Linha	Distância (m)	Tempo (min)	Velocidade (m/s)
A01	127	1,7	1,25
A02	127	1,8	1,18
A03	127	1,7	1,25
A04	144	2,3	1,04
A05	175	2,2	1,33
A06	173	2,4	1,20

5.1.3 Tempo nas impedâncias

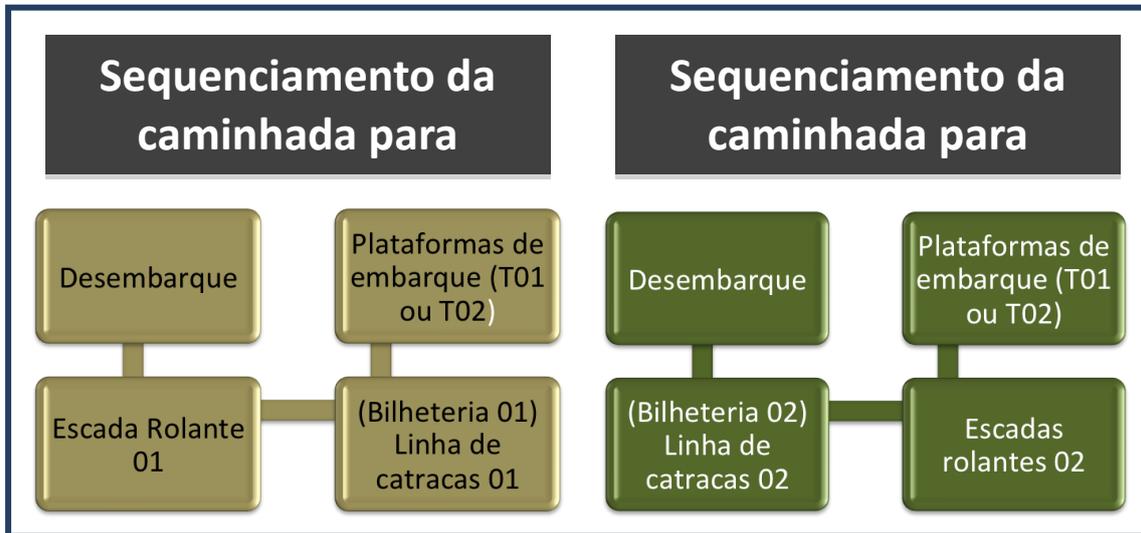
Ao todo, para a transferência entre as linhas analisadas neste estudo, existem oito impedâncias, cujo tempo foi medido: dois conjuntos de linhas de catracas (Catracas 01 e 02), dois conjuntos de bilheterias (Bilheterias 01 e 02), sendo um conjunto de catracas e uma bilheteria por piso, duas escadarias (Escadarias 01 e 02) e dois conjuntos de escadas rolantes (Escadas Rolantes 01 e 02).

Das impedâncias da estação, o elevador é utilizado por uma parcela muito pequena dos usuários, portanto mais difícil para se definir uma amostragem. Ainda assim, foi efetuada a medida e os resultados ficaram muito próximos do tempo despendido nas escadas rolantes, com o tempo de viagem no equipamento fixo em 20s e a espera variando entre 0 e 20s, o que, em média significa um tempo no elevador de 0,5 minutos.

A contribuição das impedâncias para o tempo total de transferência não foi idêntica para todos os usuários. Os usuários que desembarcavam das linhas alimentadoras A01, A02, A03 utilizavam as impedâncias do conjunto 01 (catracas 01, escada rolante 01 e bilheterias 01), as demais alimentadoras, A04 a A06, os usuários utilizavam as impedâncias do grupo 02 (catracas 02, escadas rolantes 02 e bilheterias 02). Este fluxo

diferenciado está esquematizado na Figura 5.4. Um maior detalhamento do caminho percorrido pelos usuários pode ser visualizado em mapas das plataformas mostrados na Figura 5.2, (p. 68).

Figura 5.4: Esquema do fluxo dos passageiros por linha alimentadora.



Os valores mensurados para o grupo formado pelas seis impedâncias mais utilizadas pelos usuários pode ser observado na que apresenta os resultados distribuídos por faixa horária. Destes resultados, destaca-se a diferença entre os tempos aferidos para as bilheterias entre os períodos da manhã e da tarde. As escadarias são pouco utilizadas pois exigem maior esforço físico, na época da pesquisa estavam mal iluminadas e encontravam-se com pichações, apresentando um aspecto de abandono e insegurança (Figura 3.8(f)).

Tabela 5.8: Tempo nas impedâncias (min) (t_i representa tempo e σ_i representa desvio padrão).

Faixa Horária	Bilheteria 1		Bilheteria 2		Catracas 1		Catracas 2		Escada rolante 1		Escada rolante 2	
	t_i	σ_i	t_i	σ_i	t_i	σ_i	t_i	σ_i	t_i	σ_i	t_i	σ_i
06:00 - 06:59	1,48	0,42	1,04	0,86	0,72	0,42	0,13	0,10	0,46	0,08	0,61	0,09
07:00 - 07:59	2,10	1,69	1,19	1,94	0,62	0,36	0,15	0,11	0,49	0,11	0,60	0,14
08:00 - 08:59	1,39	0,81	1,13	0,99	0,44	0,14	0,14	0,12	0,48	0,12	0,56	0,11
09:00 - 09:59	1,79	1,14	0,87	0,69	0,42	0,12	0,13	0,07	0,47	0,12	0,55	0,12
10:00 - 10:59	1,80	1,30	0,55	0,44	0,38	0,08	0,12	0,09	0,54	0,22	0,53	0,10
15:00 - 15:59	0,49	0,43	0,56	0,25	0,04	0,02	0,33	0,08	0,37	0,09	0,99	0,12
16:00 - 16:59	0,66	0,36	0,74	0,21	0,05	0,03	0,33	0,08	0,40	0,11	0,95	0,12
17:00 - 17:59	0,70	0,38	0,76	0,31	0,08	0,06	0,32	0,06	0,42	0,10	1,01	0,13
18:00 - 18:59	0,85	0,79	0,99	0,62	0,08	0,05	0,31	0,06	0,41	0,11	0,96	0,11
19:00 - 19:59	0,46	0,27	0,53	0,15	0,05	0,04	0,31	0,08	0,43	0,11	0,84	0,11
pico manhã	1,79	1,05	1,11	1,40	0,67	0,39	0,14	0,11	0,48	0,10	0,61	0,11
fora pico manhã	1,66	1,08	0,85	0,71	0,41	0,11	0,13	0,09	0,50	0,15	0,55	0,11
pico tarde	0,66	0,53	0,76	0,38	0,06	0,04	0,31	0,07	0,42	0,11	0,90	0,11
fora pico tarde	0,62	0,39	0,69	0,26	0,05	0,04	0,33	0,07	0,40	0,10	0,98	0,12

5.1.4 Tempo de espera e embarque

Distinguir o momento em que termina a espera e começa o embarque do usuário na estação Pampulha não é uma tarefa simples. O embarque dos passageiros apresenta algumas peculiaridades que precisaram ser consideradas:

- Em geral há filas para embarque: nas linhas troncais elas são opcionais, ou seja, o usuário pode escolher não ficar na fila, mas a prioridade de embarque é para quem está na fila;
- Os usuários que não frequentam as filas aguardam aglomerando-se próximo a uma das quatro portas;
- Muitas vezes, o usuário chega para embarcar, mas não consegue entrar no veículo devido ao elevado nível de ocupação;
- Nas linhas alimentadoras todos entram na fila para embarcar (opção dos usuários para realizar a viagem sentado);
- Também devido ao nível de ocupação elevado, é comum a fila cessar o embarque para aguardar o próximo veículo.

Por essas características, a mensuração em separado dos tempos de espera e de embarque poderia resultar em erros de medidas ou ocorrência de tempos mensurados

em duplicidade. Por isto, optou-se em realizar a mensuração dos tempos de espera e embarque juntos, decisão que agregava ainda a vantagem de utilizar menor quantidade de pesquisadores.

Desta forma, o tempo de espera e embarque foi considerado desde o momento em que o usuário chegava a plataforma de embarque para esperar pelo ônibus até o fechamento das portas do ônibus após o término do embarque dos passageiros. O embarque nas linhas alimentadoras é feito no terminal Pampulha pela porta central com os usuários embarcando em fila, em geral, um usuário por vez, devendo o usuário subir as escadas da porta para vencer o desnível entre o piso da plataforma e do veículo.

Nas linhas troncais, o embarque é realizado por quatro portas e em nível. O embarque de pessoas com mobilidade reduzida é realizado, prioritariamente, pela primeira porta. Embora o embarque em nível e com portas largas seja idealizado para propiciar mais agilidade e conforto, parte destes atributos é perdida devido a adoção das filas como solução adotada pelos usuários do terminal com o objetivo de aumentar o conforto em detrimento de um possível ganho de tempo. Por observação, desde o início da operação dos primeiros terminais de integração em operação em Belo Horizonte, há uma opção dos usuários por formarem filas para o embarque nos veículos. Tal fato é atestado por técnicos de diferentes gerências da BHTRANS.

No caso do terminal de integração da Pampulha, os usuários que aguardam a chegada do veículo dividem-se em dois grupos. O primeiro forma uma fila para cada uma das portas de embarque disponíveis no veículo, enquanto o segundo grupo aguarda próximo formando uma aglomeração. Quando o ônibus chega, os usuários que estão na fila têm prioridade no embarque. A partir de determinada taxa de ocupação do veículo (geralmente quando não há mais assentos disponíveis), o usuário na fila para, preferindo aguardar o próximo ônibus, e o embarque passa a ser realizado pelos usuários que optaram por não permanecer na fila, aguardando aglomerados junto às portas.

Este é um uso comum em outros terminais da cidade e é explicado pela escolha do usuário em permanecer um pouco mais na fila esperando para ir sentado. Este comportamento encontra estímulo principalmente em linhas de *headway* curto, em que o tempo de espera pelo próximo veículo não passa de poucos minutos em geral (para a linha troncal T1, por exemplo, é de menos dois minutos no pico da manhã).

O tempo de espera e embarque foi mensurado durante os períodos de maior fluxo de passageiros de cada linha, ou seja, para as troncais, este tempo foi mensurado no período da manhã, enquanto para as linhas alimentadoras, no período da tarde. Os tempos de espera e embarque para as linhas troncais são apresentados na Tabela 5.9. Estes correspondem aos tempos referentes aos usuários que embarcavam sem esperar na fila¹. Os resultados para as linhas alimentadoras são apresentados na Tabela 5.10.

Tabela 5.9: Tempo de espera e embarque para as linhas troncais (min).

Faixa Horária	T01		T02	
	t_{ee}	σt_{ee}	t_{ee}	σt_{ee}
06:00 - 06:59	1,7	1,0	3,2	1,5
07:00 - 07:59	2,1	1,2	3,1	1,0
08:00 - 08:59	1,8	1,0	2,7	1,9
09:00 - 09:59	2,9	1,6	1,8	1,6
10:00 -10:59	2,4	1,1	2,3	1,5
Média pico	1,9	1,1	3,2	1,3
Média fora Pico	2,4	1,2	2,3	1,6

Nas linhas alimentadoras, os usuários embarcam em fila pela porta central até o embarque do último usuário ou até que a ocupação do veículo desestimule a continuidade do embarque. Neste caso, os usuários param o embarque e passam a aguardar o próximo veículo. Pode ocorrer que, dependendo da quantidade de passageiros aguardando para o embarque, os usuários já decidam pela formação de uma segunda fila para o embarque no segundo carro. Esta ocorrência de uma segunda fila é estimulada por dois fatores: o headway relativamente curto da linha, principalmente durante o pico, e a alta taxa de ocupação dos veículos. Os tempos de espera e embarque para as linhas alimentadoras podem ser visualizados na

¹ Neste estudo, no caso das linhas troncais, apesar de ter sido mensurado separadamente o tempo dos usuários que embarcavam pela fila do tempo daqueles que embarcavam sem passar por ela é importante destacar que o tempo do usuário que embarca sem passar pela fila traz embutido uma parcela devido à prioridade de embarque dada aos usuários na fila.

Tabela 5.10.

Tabela 5.10: Tempo de espera e embarque para as linhas alimentadoras (min).

Faixa Horária	A01		A02		A03		A04		A05		A06	
	t_{ee}	σt_{ee}	t_{ee}	σt_{ee}	t_{ee}	σt_{ee}	t_{ee}	σt_{ee}	t_{ee}	σt_{ee}	t_{ee}	σt_{ee}
15:00 -15:59	6,8	5,3	10,0	3,5	13,0	3,5	8,4	5,5	8,0	4,8	5,7	3,4
16:00 -16:59	6,1	4,9	9,5	6,6	10,3	2,7	6,8	4,4	7,4	3,9	6,8	4,2
17:00 -17:59	5,6	4,6	7,7	5,0	11,1	6,3	8,9	4,5	8,5	5,1	4,5	4,6
18:00 -18:59	6,0	4,6	8,5	5,8	9,4	4,8	9,0	3,7	10,0	5,2	4,5	4,2
19:00 -19:59	5,8	3,6	10,0	4,7	13,5	4,4	8,5	2,4	6,1	2,7	4,9	3,0
Média pico	6,4	5,1	9,7	5,0	11,6	3,1	7,6	4,9	7,7	4,3	6,2	3,8
Média fora Pico	5,8	4,3	8,7	5,2	11,3	5,2	8,8	3,6	8,2	4,3	4,6	3,9

O tempo de fila das linhas troncais também foi mensurado, mesmo sendo opcional ao usuário embarcar por meio das filas. O tempo de fila para as duas linhas troncais foi mensurado desde o momento em que o usuário entra na fila até a sua entrada no veículo e os resultados podem ser vistos na tabela 5.10.

Tabela 5.11: Tempo de fila nas linhas troncais (min).

Faixa Horária	T01		T02	
	t_f	σt_f	t_f	σt_f
06:00 - 06:59	3,6	1,7	9,3	2,7
07:00 - 07:59	6,0	2,7	6,9	5,1
08:00 - 08:59	4,3	3,1	5,4	3,6
09:00 - 09:59	7,0	3,7	6,1	3,2
10:00 -10:59	5,2	2,9	7,4	4,0
Média pico	4,8	2,2	8,1	3,9
Média fora pico	5,5	3,2	6,3	3,6

5.2 Composição final do tempo de transferência

A primeira possibilidade, que compõe o tempo mais curto possível, é aquela em que o usuário desembarca do ônibus caminha até a plataforma de embarque, transpondo um número mínimo de impedâncias, que no caso da Estação Pampulha, significando que o usuário deverá transpor uma linha de catracas e um conjunto de escadas rolantes ou de escadarias, caminhar até a plataforma de embarque e aguardar pelo embarque no segundo ônibus.

Esta é a primeira alternativa de transferência e constitui o menor tempo possível, sendo esta a estimativa calculada nesta seção. O impacto dos tempos de bilheteria e de permanência na fila das linhas troncais será apresentado na discussão dos resultados.

Deve-se ressaltar que, segundo a BHTRANS (2014d), cerca de 2/3 dos usuários já utilizavam cartão de créditos eletrônicos em agosto de 2014 como pode ser observado na Figura 3.3 não necessitando passar diariamente pela bilheteria.

O resultado para o tempo de transferência foi determinado a partir da composição dos tempos de desembarque, caminhada, impedâncias e de espera e embarque. Os resultados estão organizados por linhas alimentadoras, ou seja, o resultado final representa o tempo de transferência do usuário da alimentadora A ao fazer a conexão utilizando a linha troncal T01 ou T02, medido sempre no sentido do maior fluxo na estação. Os maiores fluxos da estação ocorrem no sentido alimentadora-troncal no período da manhã (viagem sentido bairro-centro) e troncal-alimentadora no período da tarde (centro-bairro), compreendendo assim, o tempo mais longo despendido pelo usuário.

O tempo total de transferência foi obtido efetuando-se a soma dos tempos de cada uma das etapas determinadas anteriormente: Desembarque, caminhada, impedâncias (catracas e escada rolante), espera e embarque.

Os resultados estão expressos por faixas horárias compreendidas entre as 06h e 10h59min na parte da manhã e entre as 15h e 19h59min na parte da tarde. Os resultados para os tempos totais de transferência, para as seis linhas alimentadoras pesquisadas são apresentados nas tabelas de 5.11 e 5.12.

Tabela 5.12 Tempo total de transferência para usuários das linhas alimentadoras A01, A02 e A03 (σ = desvio padrão).

Linha Alimentadora	A01 (min)				A02 (min)				A03 (min)			
	conexão T01		conexão T02		conexão T01		conexão T02		conexão T01		conexão T02	
	Média	σ										
06:00 - 06:59	4,9	2,0	5,0	2,2	4,9	2,0	5,1	2,2	4,8	1,9	5,0	2,1
07:00 - 07:59	5,2	2,1	4,9	1,8	5,2	2,1	4,9	1,8	5,3	2,2	5,0	1,9
08:00 - 08:59	4,7	1,8	4,2	2,4	4,7	1,8	4,2	2,4	4,7	1,8	4,2	2,5
09:00 - 09:59	5,8	2,2	3,3	2,0	5,7	2,2	3,3	2,0	5,7	2,2	3,3	2,0
10:00 -10:59	5,2	1,8	3,8	2,0	5,1	1,9	3,7	2,0	5,1	1,8	3,8	1,9
15:00 -15:59	9,3	6,1	9,2	6,1	12,3	4,2	12,2	4,3	15,7	4,3	15,6	4,4
16:00 -16:59	8,7	6,0	8,4	5,7	11,9	7,5	11,5	7,2	13,2	3,8	12,9	3,6
17:00 -17:59	8,5	5,5	8,0	5,5	10,4	5,9	9,9	5,9	14,4	7,1	13,9	7,1
18:00 -18:59	9,0	5,4	8,3	5,4	11,2	6,6	10,5	6,6	12,8	5,8	12,0	5,7
19:00 -19:59	8,6	4,4	8,1	4,4	12,7	5,4	12,1	5,4	16,7	5,2	16,1	5,2
Média manhã	5,1	2,0	4,3	2,1	5,1	2,0	4,3	2,1	5,1	2,0	4,3	2,1
Média tarde	8,8	5,5	8,4	5,4	11,7	5,9	11,2	5,9	14,6	5,2	14,1	5,2
Média dia	7,0	3,7	6,3	3,7	8,4	4,0	7,7	4,0	9,9	3,6	9,2	3,6

Tabela 5.13: Tempo total de transferência para usuários das linhas alimentadoras A04, A05 e A06. (σ = desvio padrão).

Linha Alimentadora	A04 (min)				A05 (min)				A06 (min)			
	conexão T01		conexão T02		conexão T01		conexão T02		conexão T01		conexão T02	
	Média	σ										
06:00 - 06:59	5,2	1,9	5,2	2,1	5,0	2,0	5,0	2,3	5,6	2,0	5,7	2,0
07:00 - 07:59	5,6	2,4	5,1	2,0	5,5	2,4	4,9	2,0	5,7	2,3	5,4	1,9
08:00 - 08:59	5,0	1,9	4,4	2,5	4,9	2,0	4,2	2,6	5,1	2,1	4,6	2,6
09:00 - 09:59	6,1	2,3	3,5	2,1	6,0	2,3	3,3	2,0	6,0	2,3	3,6	2,1
10:00 -10:59	5,4	1,8	3,8	1,9	5,3	2,0	3,7	2,0	5,4	2,0	4,1	1,9
15:00 -15:59	10,9	6,3	10,9	6,2	10,6	5,5	10,6	5,4	8,5	4,1	8,4	4,1
16:00 -16:59	9,3	5,0	9,2	5,0	9,9	4,5	9,8	4,5	9,6	4,7	9,6	4,7
17:00 -17:59	11,5	5,2	11,5	5,2	11,2	5,7	11,1	5,7	7,5	5,3	7,4	5,3
18:00 -18:59	11,4	4,3	11,4	4,3	12,5	5,9	12,5	5,8	7,2	4,8	7,2	4,8
19:00 -19:59	10,9	3,1	10,8	3,1	8,5	3,3	8,4	3,3	7,5	3,7	7,4	3,7
Média manhã	5,5	2,1	4,4	2,1	5,3	2,1	4,2	2,2	5,5	2,2	4,7	2,1
Média tarde	10,8	4,8	10,8	4,8	10,5	5,0	10,5	5,0	8,1	4,5	8,0	4,5
Média dia	8,1	3,4	7,6	3,4	7,9	3,6	7,3	3,6	6,8	3,3	6,3	3,3

5.3 Pesquisa com especialistas e usuários para definição dos principais Atributos para a transferência de passageiros em terminais de integração

Foram entrevistados 26 especialistas entre 01 e 13 de Junho de 2015, sendo 2 vinculados a universidade, 2 a iniciativa privada e 22 do poder público responsável pela gestão do trânsito e dos serviços de transportes em Belo Horizonte. Os usuários foram entrevistados enquanto aguardavam a chegada dos ônibus nas plataformas das linhas alimentadoras no Terminal de Integração da Pampulha, integrante do sistema BRT Move, entre a faixa horária de 17 e 21h, em dias úteis típicos (terças, quartas e quintas feiras) do mês de junho/2015. Foram entrevistados 405 usuários.

A pesquisa com especialistas foi realizada por meio de formulário elaborado via Google Forms e enviada eletronicamente. Os resultados de ambas as pesquisas encontram-se na Tabela 5.16.

Tabela 5.16. Resultados da pesquisa com especialistas e usuários.

Atributo	Especialistas	Usuários
Comportamento dos operadores	11,5%	14,8%
Disponibilidade de bicicletário na estação	34,6%	3,5%
Dispositivos para facilitar o deslocamento dentro da estação, como escada rolante, elevadores, dentre outros	61,5%	19,2%
Distância de caminhada dentro da estação	61,5%	9,6%
Eficiência da transferência	57,7%	-
Facilidades de estacionamento na estação	34,6%	3,3%
Frequência dos ônibus	-	42,5%
Informação ao usuário	61,5%	24,2%
Número de passageiros na linha alimentadora	-	54,5%
Número de passageiros na linha troncal	-	32,2%
Número total de passageiros transferidos	23,1%	-
Tempo de espera pela linha alimentadora	73,1%	75,4%
Tempo de espera pela linha troncal	69,2%	14,6%
Tempo de viagem na linha alimentadora	-	19,5%
Tempo de viagem na linha troncal	-	4,5%
Tempo de viagem	50,0%	-
Tempo total de transferência	88,5%	15%
Tempo utilizado nas bilheterias, catracas, escada rolante.	50%	

Para o especialista, a preocupação em relação à transferência em estações de integração concentra-se no tempo despendido durante a transferência e as facilidades e/ou dispositivos que auxiliam o deslocamento na estação. Destaca-se que o tempo total de

transferência é o atributo mais importante e o comportamento dos operadores é o menos importante.

Já para os usuários, o tempo de espera pela linha alimentadora tem maior importância durante o processo de transferência, estando relacionado à experiência, muitas vezes negativa, do usuário. Na estação Pampulha, na época da realização da pesquisa, apesar da agilidade das linhas troncais, os usuários despendiam um tempo expressivo aguardando as linhas alimentadoras em formação de fila (gerada espontaneamente pelos usuários que se dispõem a sacrificar parte do seu tempo, esperando por um período maior, para poderem viajar sentados). Este fato leva ao outro fator considerado importante que é o número de passageiros nas linhas alimentadoras que, em geral, circulam com elevada taxa de ocupação. Importante destacar que, nem sempre, o usuário não relaciona tais fatos com a frequência das linhas. Elementos considerados importantes por vários especialistas como dispositivos facilitar o deslocamento dentro da estação, como escada rolante, elevadores, e distância da caminhada não foram avaliados como importantes para os usuários, indicando que é mais importante um serviço confiável e uma viagem confortável (isto é, o passageiro sentado) que dispositivos que facilitem o deslocamento na estação.

Um resultado importante identificado na pesquisa é que, em geral, as pessoas usam a estação para integração entre linhas alimentadoras e troncais e, são poucos os entrevistados que consideram importante a oferta de bicicletário e estacionamento para outras formas de integração modal. Outro elemento importante é a baixa importância do serviço de informação ao usuário. Na época da realização da pesquisa, o sistema era inexistente e, nem mesmo por isto, os usuários consideravam importantes, ao contrário dos especialistas que é um dos sete atributos mais importantes na concepção de estações de integração.

5.4 Percepção do usuário do Transporte Público do Terminal Pampulha

A pesquisa sobre a percepção dos usuários na estação foi realizada entre os dias 14 e 16 de fevereiro, por meio de entrevistas aos usuários que aguardavam os ônibus para embarque nas plataformas das linhas alimentadoras da estação Pampulha. A amostra determinada através da equação 4.1, considerando um nível de segurança de 95%, foi de 381 entrevistados, considerando uma população de 42.573 passageiros por dia (Tabela

5.1). Foram realizadas 403 entrevistas entre 14 e 21 horas através de um questionário estruturado com as opções de respostas para todas as questões distribuídas de acordo com a escala Likert.

Para agilizar o processo de tabulação dos dados, optou-se por formular o questionário via Google Forms e realizar as entrevistas com o auxílio de dispositivos eletrônicos conectados à Internet (tablets e smartphones). As entrevistas foram realizadas nas plataformas das linhas alimentadoras enquanto os usuários aguardam para embarcar nas respectivas linhas.

A Tabela 5.14 apresenta a estratificação da amostra pesquisada, que indica mostrou que a maioria dos entrevistados são mulheres, entre 31 e 60 anos e com renda entre um e três salários mínimos.

Tabela 5.14: Estratificação da amostra pesquisada.

Classificação	Estrato	Quantidade	Percentual
Gênero	Feminino	266	66%
	Masculino	137	34%
Idade	Entre 18 e 30	145	36%
	Entre 31 e 60	212	53%
	Maior que 60	31	8%
	Menor que 18	15	4%
Renda	De 1 a 3 SM	298	74%
	Maior que 3 SM	32	8%
	Menor que 1 SM	42	10%
	ND	31	8%
Total de entrevistados		403	100%

As entrevistas foram realizadas preferencialmente com usuários das linhas alimentadoras para as quais foi mensurado o tempo de transferência. A quantidade de entrevistas por linha alimentadora pode ser visualizada na Tabela 5.15.

Tabela 5.15: Estratificação da amostra por linha alimentadora.

Linha alimentadora	Entrevistas realizadas
A01	69
A02	57
A03	35
A04	42
A05	83
A06	87
Outras alimentadoras	30
Total	403

As notas médias obtidas para cada atributo e, os respectivos desvios-padrão médios, estão na Tabela 5.16. A maior média foi obtida pelo atributo ‘distâncias de caminhada dentro da estação’ (3,89), nota pouco superior ao segundo atributo melhor classificado que foi o atributo ‘o tempo de viagem na linha troncal’ (3,82). Os atributos piores avaliados são a ‘lotação da linha alimentadora’ (1,37), ‘lotação da linha troncal’ (1,43) e ‘quantidade de bancos para aguardar a chegada dos ônibus’ (1,40).

Tabela 5.16. Resultados gerais para a percepção dos usuários sobre os serviços de transporte na estação Pampulha.

Afirmação	Amostra	Média	Desvio Padrão
1) O tempo de espera pela linha alimentadora.	402	2,07	1,270
2) O tempo de espera pela linha troncal.	402	3,42	1,346
3) O tempo gastona estação.	403	2,44	1,369
4) O tempo de espera pelo ônibus no bairro.	401	2,52	1,369
5) O tempo gasto nas bilheterias.	319	2,77	1,342
6) O tempo de viagem do bairro até a estação.	403	3,03	1,418
7) O tempo de viagem entre a estação e o centro.	394	3,82	1,236
8) A lotação da viagem entre na linha alimentadora.	400	1,37	0,796
9) A lotação na viagem na linha troncal.	394	1,43	0,854
10) A quantidade de bancos disponíveis para a espera dos ônibus na estação.	401	1,40	0,954
11) Os dispositivos para facilitar a caminhada na estação (escadas rolantes, elevadores).	400	2,01	1,439
12) As distâncias de caminhada dentro da estação.	403	3,89	1,141
13) As bilheterias da estação.	342	2,50	1,410
14) A percepção de segurança nas dependências da estação.	401	2,49	1,523
15) A sinalização da estação.	399	3,01	1,477
16) As informações ao usuário.	395	2,34	1,388

O Método dos Intervalos Sucessivos (MIS) considera que a variável relacionada à escolha individual segue uma distribuição normal probabilística. Os valores das categorias podem ser estimados por meio das frequências observadas, tendo em vista que as categorias observadas correspondem a segmentos diferentes de uma curva normal padrão. A aplicação do MIS permite demonstrar que a distância entre as categorias possui diferenças, sendo possível verificar a falta de exatidão na atribuição de valores originais (1 a 5) para categorias. As frequências dadas para as categorias nos 16 atributos pesquisados estão relacionadas na Tabela 5.17.

Tabela 5.17: Frequência das categorias para os atributos avaliados.

Atributo	MI	IN	IF	SA	MS	Total
1) O tempo de espera pela linha alimentadora.	180	124	11	65	22	402
2) O tempo de espera pela linha troncal.	42	82	11	155	85	375
3) O tempo gasta na estação.	128	135	7	100	33	403
4) O tempo de espera pelo ônibus no bairro.	110	148	8	95	40	401
5) O tempo gasto nas bilheterias.	83	43	98	55	40	319
6) O tempo de viagem do bairro até a estação.	65	131	5	130	72	403
7) O tempo de viagem entre a estação e o centro.	23	63	16	153	139	394
8) A lotação da viagem entre na linha alimentadora.	302	74	5	13	6	400
9) A lotação na viagem na linha troncal.	287	75	8	19	5	394
10) A quantidade de bancos disponíveis para a espera dos ônibus na estação.	323	39	8	20	11	401
11) Os dispositivos para facilitar a caminhada na estação (escadas rolantes, elevadores).	233	67	9	47	44	400
12) As distâncias de caminhada dentro da estação.	17	56	16	179	135	403
13) As bilheterias da estação.	123	60	62	59	38	342
14) A percepção de segurança nas dependências da estação.	165	72	15	99	50	401
15) A sinalização da estação.	91	87	20	129	72	399
16) As informações ao usuário.	152	103	27	78	35	395
MI = muito insatisfeito; IN = insatisfeito; IF = indiferente; SA = satisfeito; MS = muito satisfeito						

As tabelas completas com os resultados da aplicação do MIS para os 16 atributos investigados na pesquisa encontram-se no apêndice C. Os resultados para o valor estimado das categorias, a distância entre elas, e a distribuição na curva normal são mostrados na Tabela 5.18.

Tabela 5.18: Resultados para os atributos de 1 a 6.

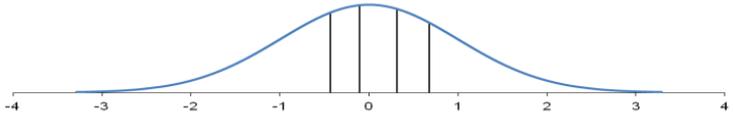
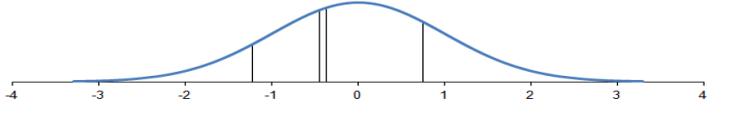
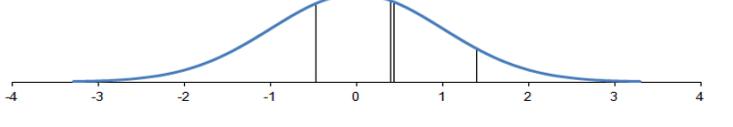
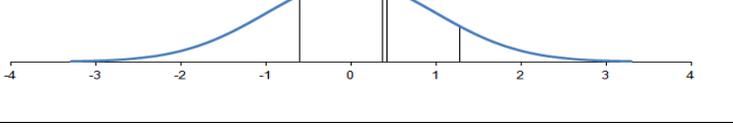
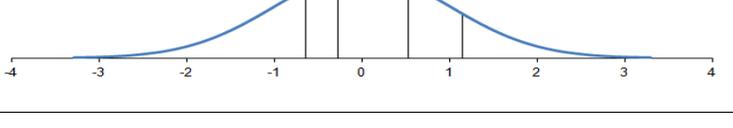
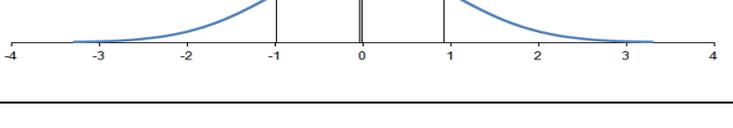
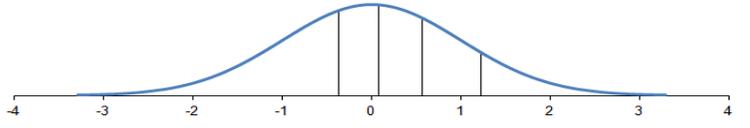
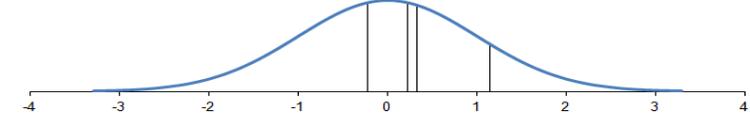
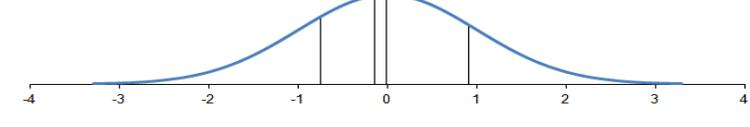
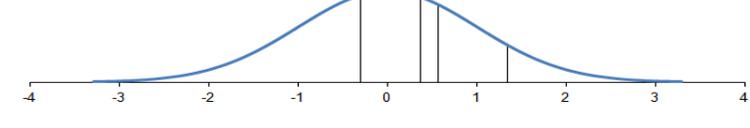
Atributo	Parâmetro estatístico	1	2	3	4	5	Distribuição normal
1	Valor estimado da categoria (x_j)	-0,8833	0,2658	0,7388	1,1287	2,0247	
	Distância entre categorias (d_{j-j+1})	0	1,1491	0,4729	0,3899	0,896	
2	Valor estimado da categoria (x_j)	-1,7007	-0,7864	-0,3981	0,1765	1,3287	
	Distância entre categorias (d_{j-j+1})	0	0,9143	0,3884	0,5745	1,1522	
3	Valor estimado da categoria (x_j)	-1,1224	-0,0385	0,416	0,8497	1,8477	
	Distância entre categorias (d_{j-j+1})	0	1,0839	0,4545	0,4337	0,998	
4	Valor estimado da categoria (x_j)	-1,2149	-0,1074	0,3945	0,8013	1,7562	
	Distância entre categorias (d_{j-j+1})	0	1,1075	0,5018	0,4068	0,9548	
5	Valor estimado da categoria (x_j)	-1,2471	-0,4492	0,1253	0,8133	1,6453	
	Distância entre categorias (d_{j-j+1})	0,0000	0,7979	0,5746	0,6880	0,8319	
6	Valor estimado da categoria (x_j)	-1,5165	-0,4741	-0,0187	0,4271	1,4618	
	Distância entre categorias (d_{j-j+1})	0,0000	1,0424	0,4555	0,4457	1,0347	

Tabela 5.17: Resultados para os atributos de 7 a 12. (continuação)

Atributo	Parâmetro estatístico	1	2	3	4	5	Distribuição normal
7	Valor estimado da categoria (x_j)	-1,9972	-1,1143	-0,7114	-0,1231	1,0529	
	Distância entre categorias (d_{j-j+1})	0,0000	0,8829	0,4029	0,5882	1,1761	
8	Valor estimado da categoria (x_j)	-0,4164	1,0554	1,6104	1,8807	2,5247	
	Distância entre categorias (d_{j-j+1})	0,0000	1,4717	0,5551	0,2703	0,6440	
9	Valor estimado da categoria (x_j)	-0,4552	0,9521	1,4693	1,8198	2,5834	
	Distância entre categorias (d_{j-j+1})	0,0000	1,4073	0,5172	0,3505	0,7636	
10	Valor estimado da categoria (x_j)	-0,3418	1,0624	1,3586	1,6380	2,3025	
	Distância entre categorias (d_{j-j+1})	0,0000	1,4042	0,2961	0,2794	0,6645	
11	Valor estimado da categoria (x_j)	-0,6702	0,4335	0,7105	0,9681	1,7094	
	Distância entre categorias (d_{j-j+1})	0,0000	1,1036	0,2770	0,2576	0,7413	
12	Valor estimado da categoria (x_j)	-2,1328	-1,2484	-0,8388	-0,1521	1,0875	
	Distância entre categorias (d_{j-j+1})	0,0000	0,8844	0,4096	0,6867	1,2396	

Tabela 5.17: Resultados para os atributos de 13 a 16. (continuação).

Atributo	Parâmetro estatístico	1	2	3	4	5	Distribuição normal
13	Valor estimado da categoria (x_j)	-1,0399	-0,1334	0,3237	0,8656	1,7046	
	Distância entre categorias (d_{j-j+1})	0,0000	0,9065	0,4571	0,5419	0,8390	
14	Valor estimado da categoria (x_j)	-0,9456	0,0032	0,2787	0,6991	1,6481	
	Distância entre categorias (d_{j-j+1})	0,0000	0,9487	0,2756	0,4204	0,9490	
15	Valor estimado da categoria (x_j)	-1,3251	-0,4269	-0,0724	0,4210	1,4564	
	Distância entre categorias (d_{j-j+1})	0,0000	0,8982	0,3545	0,4934	1,0354	
16	Valor estimado da categoria (x_j)	-0,9932	0,0388	0,4677	0,9095	1,8116	
	Distância entre categorias (d_{j-j+1})	0,0000	1,0320	0,4289	0,4418	0,9021	

A escala de referência acumulada é calculada a partir da distância entre categorias para cada atributo está apresentada na Tabela 5.19.

Tabela 5.19. Distância entre categorias e escala de referência acumulada.

Atributos	Valor estimado para a distância entre categorias ($d_{j,j+1}$)				
		d_{2_1}	d_{3_2}	d_{4_3}	d_{5_4}
1	0,00000	1,1491487	0,4729423	0,389933	0,895991
2	0,00000	0,914279	0,3883621	0,574549	1,152184
3	0,00000	1,083883	0,4545263	0,433722	0,997996
4	0,00000	1,1075256	0,5018368	0,406843	0,954848
5	0,00000	0,7979023	0,5745546	0,688005	0,831934
6	0,00000	1,0423506	0,455455	0,44575	1,034739
7	0,00000	0,8829072	0,4028748	0,588249	1,17607
8	0,00000	1,4717375	0,5550533	0,270274	0,644007
9	0,00000	1,4073141	0,5171943	0,350501	0,763646
10	0,00000	1,4042057	0,2961458	0,279424	0,66451
11	0,00000	1,1036428	0,2770248	0,257643	0,741286
12	0,00000	0,8844165	0,409605	0,686666	1,239643
13	0,00000	0,9064622	0,4571102	0,541868	0,838995
14	0,00000	0,9487319	0,2755622	0,420372	0,948981
15	0,00000	0,8982101	0,3545342	0,493355	1,035422
16	0,00000	1,0319932	0,4289139	0,441769	0,902084
Média	0,00000	1,0647	0,4264	0,4543	0,9264
Escala de Referência acumulada	0,00000	1,0647	1,4910	1,9453	2,8717

A partir da escala de referência acumulada e das equações 3.7 e 3.8, é possível obter a média m_j e a escala 0-1, fornecendo o grau de importância relativa entre os atributos da transferência na estação, mostrados na Tabela 5.20. É possível observar na referida tabela que a distância de caminhada é o atributo com o melhor desempenho, enquanto a ocupação da linha alimentadora possui o pior desempenho.

Tabela 5.20: Valor dos atributos da transferência na estação Pampulha na escala 0-1.

Desempenho	Atributos	média (m_j)	Escala 0-1
1°	12) As distâncias de caminhada dentro da estação.	2,13	1,000
2°	7) O tempo de viagem entre a estação e o centro.	2,05	0,961
3°	2) O tempo de espera pela linha troncal.	1,75	0,808
4°	6) O tempo de viagem do bairro até a estação.	1,50	0,682
5°	15) A sinalização da estação.	1,46	0,664
6°	5) O tempo gasto nas bilheterias.	1,30	0,580
7°	4) O tempo de espera pelo ônibus no bairro.	1,15	0,506
8°	14) A percepção de segurança nas dependências da estação.	1,14	0,500
9°	13) As bilheterias da estação.	1,13	0,496
10°	3) O tempo gasto na estação.	1,08	0,473
11°	16) As informações ao usuário.	1,03	0,445
12°	11) Os dispositivos para facilitar a caminhada na estação (escadas rolantes, elevadores).	0,84	0,352
13°	1) O tempo de espera pela linha alimentadora.	0,82	0,340
14°	10) A quantidade de bancos disponíveis para a espera dos ônibus na estação.	0,27	0,064
15°	9) A lotação na viagem na linha troncal.	0,20	0,029
16°	8) A lotação da viagem na linha alimentadora.	0,14	0,000

5.5 Discussão dos resultados

Os resultados da avaliação da transferência de passageiros na estação de integração da Pampulha, componente do sistema BRT de Belo Horizonte apresentaram similaridades com o nível de satisfação e de qualidade do transporte coletivo apontados também na literatura.

Neste tópico, encontram-se discutidos os critérios definidos na literatura e as avaliações realizadas em campo. São discutidos os valores encontrados para o tempo de transferência, tanto na revisão bibliográfica como nas mensurações em campo, bem como os resultados sobre a percepção do usuário da estação sobre os atributos pesquisados.

5.5.1 Avaliação do tempo total de transferência e seus componentes

A mensuração do tempo de transferência apontou um valor mínimo para o tempo de transferência na estação para o usuário de cada uma das seis linhas alimentadoras avaliadas em conexão com as duas troncais mais utilizadas da estação. Este tempo é composto por várias etapas e sua totalização não incluiu a contribuição dos tempos de bilheteria e o tempo despendido no período da manhã na fila para as linhas troncais.

O tempo de espera e embarque é o mais significativo no tempo de transferência, correspondendo, em média, a 51% do tempo total de transferência no período da manhã e 75% para a tarde (Tabela 5.22). Os resultados permitem inferir que o tempo de transferência médio para a Estação Pampulha é de aproximadamente 5 minutos para o período da manhã e pouco superior a 10 minutos para o período da tarde.

No período da manhã, os usuários que utilizam a linha troncal T02 passam por uma transferência um pouco mais curta, 4,3 minutos em média contra 5,3 minutos dos usuários da linha T01. Esta diferença se deve, principalmente, ao tempo de caminhada mais curto para a plataforma desta linha, diferença que compensa inclusive o maior tempo de espera e embarque para a linha troncal T02.

Tabela 5.21: Contribuição percentual de cada etapa para o tempo total de transferência.

componente		Desembarque			Caminhada			Impedâncias			Espera e embarque			Tempo total de transferência		
Alimentadora	Troncal	Manhã	Tarde	Dia	Manhã	Tarde	Dia	Manhã	Tarde	Dia	Manhã	Tarde	Dia	Manhã	Tarde	Dia
A01	Conexão T01	5%	2%	3%	33%	23%	27%	20%	5%	14%	42%	69%	59%	5,1	8,8	7,0
	Conexão T02	7%	1%	3%	8%	19%	16%	24%	6%	10%	62%	72%	69%	4,3	8,4	6,3
A02	Conexão T01	5%	1%	3%	33%	15%	21%	20%	4%	11%	42%	78%	67%	5,1	11,7	8,4
	Conexão T02	6%	1%	3%	8%	12%	11%	24%	4%	8%	62%	81%	76%	4,3	11,2	7,7
A03	Conexão T01	5%	1%	2%	33%	16%	21%	20%	3%	10%	42%	79%	69%	5,1	14,6	9,9
	Conexão T02	7%	1%	2%	8%	14%	13%	24%	3%	8%	62%	81%	77%	4,3	14,1	9,2
A04	Conexão T01	6%	1%	3%	41%	8%	20%	13%	12%	11%	40%	77%	64%	5,5	10,8	8,1
	Conexão T02	8%	1%	3%	26%	8%	14%	16%	12%	10%	60%	77%	72%	4,4	10,8	7,6
A05	Conexão T01	6%	1%	3%	40%	9%	19%	13%	12%	12%	41%	76%	64%	5,3	10,5	7,9
	Conexão T02	8%	1%	3%	13%	9%	10%	17%	12%	8%	62%	76%	72%	4,2	10,5	7,3
A06	Conexão T01	10%	2%	5%	43%	15%	26%	13%	16%	15%	39%	65%	55%	5,5	8,1	6,8
	Conexão T02	11%	2%	5%	17%	15%	16%	15%	16%	12%	56%	66%	62%	4,7	8,0	6,3
Média	Conexão T01	6%	1%	3%	37%	14%	22%	16%	9%	12%	41%	74%	63%	5,3	10,8	8,0
	Conexão T02	8%	1%	3%	14%	13%	13%	20%	9%	9%	61%	76%	71%	4,3	10,5	7,4

Os resultados para os tempos de transferência consideram a sua realização da forma mais rápida possível, excluindo-se os tempos gastos na bilheteria e na fila das linhas troncais para o período da manhã. No caso da bilheteria a maioria dos usuários (66%) já utiliza o cartão de créditos eletrônicos (Figura 3.3, p. 39). Esses cartões podem ser do tipo vale transporte que são carregados automaticamente uma vez por mês, ou do tipo usuário que pode ser carregado nas bilheterias ou a bordo dos veículos, o que significa que estes usuários não precisam passar diariamente pela bilheteria.

Já as filas das linhas troncais são opcionais e o ingresso nas mesmas é uma forma de garantir o conforto de viajar sentado. Entretanto, se forem computados estes tempos, o tempo nas filas representaria um acréscimo de 5,3 minutos para os usuários da linha T01 e 7,0 minutos para os usuários da linha T02. Estes tempos acrescidos ao tempo de transferência do período da manhã, representariam na prática no mínimo dobrar o tempo de transferência no período da manhã. O impacto do tempo nas bilheterias estão apresentados na Tabela 5.22, podendo-se observar que o tempo na bilheteria 01 (utilizada pelas linhas alimentadoras de 01 a 03) é superior ao da bilheteria 02 (utilizada pelas demais), entretanto, em ambas as bilheterias o tempo gasto é bem menor a tarde.

Tabela 5.22: Avaliação do impacto dos tempos de bilheteria e fila das troncais sobre o tempo de transferência total

Linha alimentadora	Impacto do tempo na fila				Impacto do tempo nas bilheterias			
	T01		T02		Manhã		Tarde	
	min	%	min	%	min	%	min	%
A01	5,3	103%	7,0	164%	1,72	33%	0,64	7%
A02	5,3	103%	7,0	165%	1,72	33%	0,64	5%
A03	5,3	103%	7,0	164%	1,72	33%	0,64	4%
A04	5,3	97%	7,0	159%	0,96	17%	0,72	7%
A05	5,3	99%	7,0	165%	0,96	18%	0,72	7%
A06	5,3	96%	7,0	149%	0,96	17%	0,72	9%

Entretanto, sem o acréscimo dos tempos de bilheteria e da fila nas linhas troncais, o tempo de transferência no período da tarde é mais do que o dobro do período da manhã. Esta diferença deve-se principalmente ao tempo de espera e embarque que salta de cerca de 2 a 3 minutos para o período da manhã para valores que ficam entre 6 e 11 minutos em média no período da tarde, dependendo da linha alimentadora.

Para avaliar o desempenho da transferência na estação Pampulha, optou-se nesta dissertação por considerá-la a única que o usuário deverá realizar em sua viagem

origem-destino. O que significa que foram desprezadas eventuais trocas de veículos que os usuários venham a realizar ao chegar à área central ou no corredor dentro das estações de transferência. Este pressuposto é bastante razoável, uma vez que a própria estação oferece outras linhas que permitem a ligação com as diversas regiões da cidade, sendo que as próprias linhas T01 e T02 permitem o acesso a área hospitalar e à região central da cidade.

Cabe ressaltar também, que a transferência no corredor só é possível para os usuários da linha troncal T02, uma vez que a linha T01 é direta até a área central. Assim sendo, o tempo despendido nesta transferência será aqui considerado o tempo total gasto em transferências pelo usuário.

O tempo de espera apresenta uma distinção clara entre os períodos da manhã e tarde. O tempo de espera passa de um valor um pouco superior a 2 minutos no período da manhã, para patamares entre 6 e 11 minutos, dependendo da linha alimentadora. Assim, optou-se por avaliar o desempenho da transferência separadamente para os dois períodos.

Primeiramente, buscou-se realizar uma avaliação considerando os parâmetros propostos por Alter (1976), EBTU (1988), Ferraz e Torres (2004) e Litman (2017). Estes critérios foram expostos nesta dissertação de forma resumida na Tabela 2.4 (p. 27). Os resultados desta avaliação podem ser visualizados na Tabela 5.24..O critério proposto por Ferraz e Torres (2004) relaciona o tempo de transferência ao tempo total de viagem. Para fins de simplificação, adotou-se o tempo de 40 minutos como a duração de referência para a avaliação da transferência. Assim, uma transferência de até 6 minutos é considerada boa, entre 6 e 12 ela é regular e é ruim quando ultrapassa doze minutos. A partir das avaliações constantes na tabela, pode-se deduzir que o tempo de transferência pela manhã apresenta um bom desempenho, enquanto para o período da tarde este desempenho pode ser considerado regular ou ruim, a depender da linha avaliada.

Tabela 5.23: Avaliação do tempo de transferência de acordo com a literatura.

Linhas Utilizadas		DESEMPENHO NO PERÍODO DA MANHÃ				
		Tempo de Transferência (min)	Critério de avaliação			
Alimentadora	Troncal		Alter (1976)	EBTU (1988)	Ferraz e Torres (2004)	Litman (2017)
A01	Conexão T01	5,1	C	bom	bom	regular
	Conexão T02	4,3	B	ótimo	bom	bom
A02	Conexão T01	5,1	C	bom	bom	regular
	Conexão T02	4,3	B	ótimo	bom	bom
A03	Conexão T01	5,1	C	bom	bom	regular
	Conexão T02	4,3	B	ótimo	bom	bom
A04	Conexão T01	5,5	C	bom	bom	regular
	Conexão T02	4,4	B	ótimo	bom	bom
A05	Conexão T01	5,3	C	bom	bom	regular
	Conexão T02	4,2	B	ótimo	bom	bom
A06	Conexão T01	5,5	C	bom	bom	regular
	Conexão T02	4,7	B	ótimo	bom	bom
Média	Conexão T01	5,3	C	bom	bom	regular
	Conexão T02	4,3	B	ótimo	bom	bom
Linhas Utilizadas		DESEMPENHO NO PERÍODO DA TARDE				
		Tempo de Transferência (min)	Critério de avaliação			
Alimentadora	Troncal		Alter (1976)	EBTU (1988)	Ferraz e Torres (2004)	Litman (2017)
A01	Conexão T01	8,8	C	bom	regular	regular
	Conexão T02	8,4	C	bom	regular	regular
A02	Conexão T01	11,7	D	regular	regular	ruim
	Conexão T02	11,2	D	regular	regular	ruim
A03	Conexão T01	14,6	D	regular	ruim	ruim
	Conexão T02	14,1	D	regular	ruim	ruim
A04	Conexão T01	10,8	D	regular	regular	ruim
	Conexão T02	10,8	D	regular	regular	ruim
A05	Conexão T01	10,5	D	regular	regular	ruim
	Conexão T02	10,5	D	regular	regular	ruim
A06	Conexão T01	8,1	C	bom	regular	regular
	Conexão T02	8,0	C	bom	regular	regular
Média	Conexão T01	10,8	D	regular	regular	ruim
	Conexão T02	10,5	D	regular	regular	ruim

Outra forma de avaliar o tempo de transferência foi proposta por Hsu *et al.* (2010), que considera que todo o tempo utilizado na transferência é tempo de espera, ou seja, despreza-se os tempos em caminhadas, impedâncias e outros. Nesta condição, o tempo de transferência deveria ter uma duração semelhante ao que propõem Ossuna e Newell

(1972), de aproximadamente a metade do *headway* conforme a equação 2.1 (p. 27). Entretanto, como nesta dissertação foi mensurada separadamente a componente do tempo de transferência referente ao tempo de espera e embarque, esta definição poderá ser utilizada para verificar o desempenho desta componente, cujos resultados podem ser visualizados na tabela 5.25, em que apenas o tempo de espera para a linha troncal T02 correspondeu ao valor próximo do previsto de 50% do *headway*.

Como forma de classificação do desempenho do tempo de espera de cada linha, propõe-se nesta dissertação uma escala em que o tempo de espera ótimo até 50% do *headway*, de 51 a 75% do *headway* (admitindo-se um coeficiente de variação do *headway* de 25%) foi considerado bom, entre 76 e 99%, regular e para os tempos superiores a 100% do *headway*, o desempenho foi considerado ruim. Os *headways* médios foram calculados a partir do relatório de viagens programadas para a saída dos veículos nos mesmos horários em que foram apurados os tempos de espera e embarque.

Tabela 5.24: Comparação entre o tempo de espera e embarque e o *headway* das linhas.

Linha	Headway médio (min)	0,5 Headway (min)	t_{ee} (min)	% headway	Desempenho
T01	2,9	1,4	2,2	75%	Bom
T02	5,2	2,6	2,6	51%	Bom
A01	5,5	2,7	6,1	111%	Ruim
A02	11,9	6,0	9,1	77%	Regular
A03	10,4	5,2	11,4	111%	Ruim
A04	9,8	4,9	8,3	85%	Regular
A05	9,6	4,8	8,0	84%	Regular
A06	6,5	3,2	5,3	82%	Regular

5.5.2 Discussão em relação aos atributos para a transferência em estação

Considerando que em sistemas de transportes integrado há uma necessidade de que os usuários realizem transferências em suas viagens e que as mesmas devem ser realizadas em local apropriado com segurança e conforto, a estação Pampulha apresenta aspectos positivos e negativos que impactam o desempenho da transferência na estação.

Apesar de existir com dispositivos para facilitar o deslocamento como escadas rolantes e elevadores, estes costumam apresentar problemas e ter o seu funcionamento interrompido, fato que foi relatado pelos usuários durante as duas pesquisas realizadas na estação. É constante a formação de filas, principalmente no período da manhã, para as bilheterias, mas também há ocorrência de filas devido ao volume de passageiros no

acesso às escadas rolantes e às catracas nos horários de pico. Estas filas justificam o aumento do tempo gasto nestas impedências nos períodos de pico conforme verificado na

Tabela 5.8 (p. 71).

A estação possui sinalização indicando as plataformas e o local de parada das linhas, bem como as bilheterias e acessos, mas não foram encontrados quadros de horário das linhas. Também não havia itinerários resumidos ou mapas esquemáticos dos itinerários das linhas, informações que são presentes em um grande número de paradas de ônibus da cidade e também dentro dos veículos.

Apesar do sistema BRT de Belo Horizonte contar com monitoramento dos veículos, não há painéis de mensagens variáveis (PMV). Estes painéis, uma vez instalados na estação, poderiam indicar a aproximação dos veículos, bem como trazer outras informações como o tempo médio de viagem, condições do tráfego, entre outras. Os painéis mencionados já estão instalados em outras estações e em vários pontos de parada de ônibus pela cidade, bem como dentro dos veículos das linhas troncais e de algumas linhas do sistema convencional.

Outro aspecto verificado nas etapas da pesquisa foi o nível alto de ruído nas plataformas da estação. A estação não parece contar com um tratamento acústico e o ruído dos ônibus reverbera nas plataformas podendo causar desconforto a usuários que venham a permanecer muito tempo na estação. A situação é agravada na plataforma das linhas troncais onde o ruído é mais intenso devido ao tráfego da Avenida Pedro I que separa a plataforma de embarque da área de estacionamento.

5.5.3 Discussão em relação à percepção do usuário do transporte público

A percepção dos usuários transferência dos passageiros na Estação Pampulha pôde ser avaliada em duas pesquisas realizadas. Na primeira pesquisa, cujos resultados foram apresentados no tópico 5.3, foram também pesquisados os especialistas em transporte coletivo da cidade de Belo Horizonte sobre os atributos mais relevantes na transferência de passageiros. Enquanto os especialistas apontaram preferencialmente os tempos totais de transferência e de espera pelas linhas alimentadora e troncal, os usuários apontaram o tempo de espera e o nível de ocupação, chamado de lotação no questionário, da linha alimentadora, .

Nesta primeira pesquisa, foram escolhidos, dentre os atributos de qualidade de um sistema de transporte apurados na literatura, aqueles atributos que estavam mais relacionados com estações de integração. Entretanto, como foi permitido aos

respondentes inserir alguma atributo que julgavam relevante, na pesquisa com os usuários o atributo segurança, mesmo dentro de uma estação de integração, foi elencado espontaneamente por cerca de 8% dos usuários respondentes. Em função deste resultado, este atributo foi incluído entre os 16 pesquisados na etapa seguinte.

Na segunda pesquisa, a investigação abordou a percepção dos usuários sobre os atributos da estação para a transferência utilizando um questionário na escala Likert. Os resultados indicaram que a distância de caminhada dentro da estação e tempo de espera pela linha troncal apresentaram melhores desempenho. O nível de ocupação de ambos os serviços, alimentador e troncal, e a quantidade de bancos na estação para espera das linhas apresentaram as piores notas.

Os resultados apurados na pesquisa com a escala Likert indicam que o usuário da estação Pampulha não está plenamente satisfeito com nenhum dos atributos avaliados, tendo sido a maior nota atribuída a de 3,89 na escala Likert (Tabela 5.16, p. 85). Apenas cinco dos 16 atributos receberam nota superior a 3 e a nota média da escala Likert, considerando todos os atributos foi de 2.53 em uma escala de 1 a 5, desempenho correspondente a pouco mais de 38%.

A avaliação dos resultados obtidos a partir da tabulação das notas dadas pelos usuários ao responderem o questionário na escala Likert mostrou valores altos para o desvio padrão indicando uma grande variância das respostas dadas pelos usuários, o que implica no fato de que não há uma avaliação consensual para a maioria dos atributos.

A partir da frequência de cada nota com que os usuários avaliaram os 16 atributos, aplicou-se o Método dos Intervalos Sucessivos para a obtenção de uma escala que apresentasse os atributos em ordem de importância de acordo com a percepção dos usuários. A aplicação do MIS gerou uma escala de 0 a 1 para o desempenho dos atributos, com o atributo de melhor desempenho obtendo nota 1 e o pior nota 0.

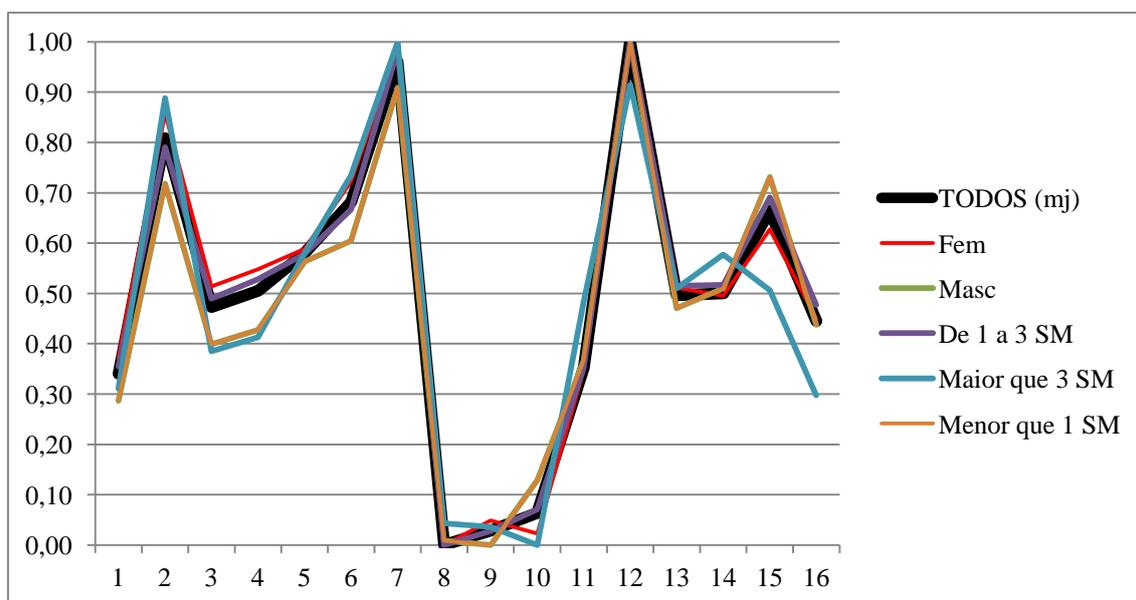
Dentre os diferentes estratos da pesquisa, poucas diferenças foram detectadas na percepção sobre a estação. Na maioria dos atributos, as avaliações mostraram-se independentes do sexo, renda ou idade. A Figura 5.5 apresenta o resultado da aplicação do MIS para os segmentos de usuários estratificados por sexo e renda. As curvas mostram uma concordância geral entre todos os usuários sobre os atributos da estação,

exceção feita aos atributos 15 e 16, sinalização da estação e informações aos usuários respectivamente, pior avaliados pelo segmento de maior renda.

Outra informação referente ao segmento de maior renda é que a avaliação deste segmento para os atributos 3, 4 e 6 (tempo gasto na estação, tempo de espera pela linha alimentadora no bairro e tempo de viagem entre o bairro e a estação, na linha alimentadora) diverge da avaliação da maioria dos grupos, apresentando um pior desempenho para estes atributos. Entretanto, esta avaliação acopla-se perfeitamente com a avaliação do segmento de menor renda, como mostrado na Figura 5.4.

Os valores das escalas de 0-1 que originaram a Figura 5.5, resultados da aplicação do MIS e estratificados por sexo e renda, estão apresentados na Apêndice D.

Figura 5.5: Comparativo entre a percepção estratificada dos usuários.



O usuário demonstrou nas duas pesquisas uma maior desaprovação em relação ao nível de ocupação, ou lotação, demonstrando ser este o atributo mais crítico. Além dos resultados sobre os atributos diretamente relacionados ao nível de ocupação, outros podem ter tido suas notas diretamente influenciadas pela indisposição do usuário em lidar com este atributo.

O primeiro deles é o tempo de espera, que chega a ser estendido para além do *headway* no caso de algumas linhas como pode ser visto na Tabela 5.24 p. 97. Este aumento se deve em sua maior parte ao elevado nível de ocupação dos ônibus. Isto por que o usuário não consegue embarcar ou avalia como sendo melhor estender sua espera para

poder ir sentado, ou mesmo ir em pé mas com melhores condições, fazendo um *trade-off* entre tempo de espera e conforto.

Este comportamento, que é uma constante nas estações de integração de Belo Horizonte, bem como a necessidade de o usuário ter de aguardar um segundo veículo para embarcar, podem ser identificados, além do resultado da pesquisa de percepção, em outras oportunidades na estação Pampulha:

- Na escolha do usuário em formar as filas para as linhas troncais para garantir um lugar sentado na viagem;
- na ocorrência de demanda reprimida, (que é quando o usuário quer embarcar mas não consegue), tanto no serviço troncal como alimentador devido a elevada taxa de ocupação dos veículos;
- na disposição do usuário em abandonar a fila de embarque, quando percebe que a ocupação do ônibus está acima do que ele julga aceitável, e iniciar a formação de nova fila para o próximo ônibus, ou ainda se encaminhar para esta segunda fila já formada.

Este *trade-off* entre conforto e tempo não é uma exclusividade do usuário de Belo Horizonte. Ele está presente em vários lugares do mundo e aparece registrado em vários exemplos que podem ser encontrados na literatura. Trabalhos como os de Horowitz (1981), Wardman (2004), Litman (2007 e 2017), TCRP (2013), entre outros, mostraram que o tempo de espera é mais valorizado do que o tempo de viagem embarcado. No entanto, estes trabalhos mostraram também que o elevado nível de ocupação torna esta valorização ainda maior.

Litman (2017) propôs que sob condições desagradáveis, o tempo esperando pelo ônibus pode ter um valor significativamente maiores para o usuário. Ele propõe que fatores de ocupação dos veículos, tomados como fatores de carga de passageiros (passageiros divididos por assentos) abaixo de 80%, (80 passageiros para 100 lugares) não aumenta o custo do tempo por causa da ocupação. Com 80%, a ocupação começa a impor custos. A 100%, o fator de aglomeração adicional é de 0,1, aumentando os custos unitários de tempo de viagem a bordo em 10%. Com um fator de ocupação de 200% o fator de aglomeração adicional é 0,74 ou 74% a mais de custo para o tempo.

Ainda segundo Litman (2017), o tempo de viagem com elevado nível de ocupação dos ônibus também impõe aumentos significativos ao valor do tempo, podendo chegar a 2,52 vezes o valor do tempo de viagem embarcada comum com baixo nível de ocupação.

O efeito de alta demanda no aumento dos tempos de espera dos passageiros foi tema de estudos de Spiess e Florian (1989) que consideram que o custo de deslocamento por viagem é uma função do fluxo de passageiros, para interiorizar o fato de que o tempo de espera e o conforto dentro do veículo podem ser função de quantos passageiros usam o serviço. Por outro lado, Cepeda *et al.* (2006) propõem o tempo de espera como inversamente proporcional à frequência efetiva, que é uma função da frequência real que diminui com a taxa de ocupação do ônibus a montante de um ponto de ônibus.

Tirachini *et al.* (2013) realizaram uma revisão abrangente dos múltiplos efeitos que a aglomeração de passageiros nos sistemas de transporte público em Sydney, Austrália, tem sobre a qualidade e o conforto dos tempos de viagem, de espera, sobre a variabilidade do tempo de viagem e o bem-estar dos passageiros. Entre suas conclusões destacam-se que altos níveis de ocupação média também aumentam a probabilidade de veículos cheios que não são capazes de apanhar passageiros esperando em paradas e estações, aumentando o tempo de espera e variabilidade do tempo de viagem.

Entre os impactos de elevados níveis de ocupação na saúde e no bem-estar dos passageiros (*ibid*) o estudo documentou uma maior ansiedade, estresse e sensação de exaustão, percepções de risco à segurança pessoal, sentimentos de invasão de privacidade, propensão a chegar tarde no trabalho. Ainda segundo os autores, estes e outros fatores são susceptíveis de estar por trás das avaliações negativas que os usuários têm por experimentar níveis elevados de ocupação nas estações, durante as transferências e a bordo dos veículos, obtidos em modelos de procura que explicam o efeito do nível de ocupação sobre a escolha dos passageiros.

Por fim, Tirachini *et al.* (2016) estimam as diferenças na avaliação entre viajar sentado ou de pé durante viagens de transporte público de um subconjunto de usuários de metrô em Singapura, que estão dispostos a tomar um trem na direção oposta de seu destino, assumindo o ônus de um percurso negativo (para trás) para garantir um lugar sentado.

Em outras palavras, alguns passageiros estão dispostos a gastar mais tempo para uma viagem mais confortável.

Na pesquisa de percepção dos usuários acerca da transferência na estação Pampulha, os tempos de espera e de viagem apresentaram um desempenho melhor que o nível de ocupação. O tempo de viagem da linha troncal foi o segundo atributo de melhor desempenho, um efeito direto do corredor exclusivo Antônio Carlos que proporciona tempos de viagem mais curtos (a linha troncal T01 faz o percurso de aproximadamente 10 quilômetros entre a estação e a área central em menos de 15 minutos). O tempo de espera pela linha troncal também obteve um bom desempenho e foi o terceiro melhor atributo (Tabela 5.19, p.90).

Para as linhas alimentadoras, o tempo de viagem entre a estação e o bairro foi bem avaliado ficando em quarto lugar na escala de 0-1 do MIS. Já os tempos de espera no bairro e na estação para as linhas alimentadora, ficaram em 7º e 13º, respectivamente. Esta diferença, entre a espera no bairro e na estação, pode estar associada ao fato do usuário ter acesso ao quadro de horário dos ônibus (afixado dentro dos veículos) que lhes permite estimar melhor o horário de passagem dos ônibus, deslocando-se para o ponto de parada em horário próximo desta estimativa. No mais, o resultado ruim para o tempo de espera na estação está coerente com os tempos de espera e embarque mensurados e mostrados na Tabela 5.24, p. 97 que mostram valores muito maiores para as linhas alimentadoras.

O tempo total de transferência também teve um desempenho ruim, ficando em 10º lugar, obtendo nota 2,44 na escala Likert. Os resultados dos atributos referentes às bilheterias tiveram um número menor de avaliadores devido ao fato de muitos dos que usam cartão não terem atribuído uma nota. Ainda assim, o desempenho não foi bom e mesmo os usuários que não utilizam as mesmas reclamaram das filas.

Os dispositivos para facilitar o deslocamento dentro da estação também foram mal avaliados. Os principais argumentos dados pelos usuários para as notas baixas foram o funcionamento intermitente e a quantidade insuficiente devido ao grande fluxo de pessoas. O fluxo de passageiros também foi utilizado para justificar as notas dadas à quantidade de bancos disponíveis para aguardar os ônibus.

A sinalização da estação e as informações ao usuário ficaram em 5º e 11º lugar, com os usuários apontando falhas como a falta de quadro de horários das linhas, informações sobre os itinerários, bem como a falta também de pessoas ou agentes da estação para informar e assessorar usuários em dificuldades.

Por fim, o atributo referente a percepção de segurança nas dependências da estação ficou em 8º lugar com nota na escala 0-1 de 0,5, ou seja, exatamente no meio. Por ser a estação de integração um espaço restrito e de acesso controlado, talvez fosse de se esperar um melhor desempenho. Principalmente ao considerar-se que não houve relatos de casos de violência ou outros eventos inseguros relatados pelos usuários no espaço interno da estação. A avaliação negativa, na narrativa dos próprios usuários, se deve ao fato de os mesmos não perceberem a presença física de nenhum agente, público ou privado, na estação. Em um dos dias de coleta de entrevistas foi observado por um dos entrevistadores a presença de um agente da BHTRANS (empresa gestora do sistema de transporte público) na plataforma das linhas alimentadoras em uma posição em que ele, o agente, conseguia ver toda a plataforma, mas poucos na plataforma, conseguiam vê-lo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Estação Pampulha é uma das quatro estações de integração do Sistema BRT MOVE de Belo Horizonte. Situada no corredor exclusivo Antônio Carlos, nos entroncamentos das avenidas Pedro I e Portugal, a estação possui um fluxo diário de mais de 42 mil pessoas, sendo atendida por 23 linhas. Localizada em importante região da cidade, próxima ao conjunto arquitetônico da Lagoa da Pampulha, a estação faz a conexão de passageiros que viajam entre a região norte e a área central da cidade.

A estação é atendida por ônibus de dois serviços específicos. O primeiro serviço é o sistema alimentador, de baixa capacidade, que utiliza veículos convencionais para transportar os passageiros entre os bairros e a estação. O segundo é o sistema troncal, de maior capacidade, com linhas troncais e diametrais que ligam a estação à área central e a importantes regiões da cidade. Estes ônibus possuem embarque em nível, trafegam no corredor exclusivo, são maiores e mais confortáveis que os veículos do serviço alimentador.

Nesta dissertação foram avaliados os atributos referentes à transferência realizada entre os sistemas alimentador e troncal na estação, com um foco especial no tempo de transferência, mensurado no sentido bairro/centro no período da manhã e centro bairro no período da tarde. No que se refere ao tempo de transferência, a pesquisa baseou-se na mensuração do tempo gasto em cada uma das etapas componentes da transferência e posterior junção destes tempos mensurados em cada etapa na composição do tempo total de transferência. Os resultados obtidos a partir da mensuração do tempo de transferência indicaram desempenhos diferentes de acordo com o sentido, com um desempenho melhor para o período da manhã.

No período da manhã o tempo de transferência mensurado no sentido alimentadora-troncal, que corresponde a usuários viajando do bairro para a área central da cidade, foi de 5 minutos em média. Considerando o desvio padrão de dois minutos encontrado, este tempo pode variar de 3 a 7 minutos. Este desempenho, segundo a literatura consultada, pode ser classificado de ótimo/bom a regular (ALTER, 1976; EBTU 1988, FERRAZ E TORRES, 2005).

No período da tarde, para o sentido troncal-alimentadora, os resultados para as linhas pesquisadas vão de 8 a 15 minutos, aproximadamente, com um desvio padrão de 5

minutos. Isso corresponde a um intervalo em que o tempo de transferência pode ir de 3 a 20 minutos. Um desempenho que, em média, é classificado de regular a ruim (*ibid*).

Ainda que o desempenho a tarde seja ruim, ele está dentro ou muito próximo do esperado segundo a literatura, que fica entre 5 e 15 minutos (LITMAN, 2017; WARDMAN, 2001; EBTU, 1988). É um resultado encontrado tanto em países da Europa como a Bélgica (WALLE e STEENBERGHER, 2006) em que o tempo encontrado variou entre 5 e 20 minutos, como em cidades de países em desenvolvimento como no caso de estudos realizado na Cidade do Cabo (África do Sul), (HITGE e VANDERSCHUREN 2015) em que o tempo médio de transferência foi de 15 minutos. Nos Emirados Árabes Unidos, uma avaliação do sistema de ônibus em Abu Dhabi, em 2009 (HASSAN *et al.* 2013) o tempo de espera para a transferência de passageiros e a frequência de ocorrência, sendo de 5-10 minutos, em 38% dos casos, 10-20 minutos, em 34% dos casos e menos de cinco minutos, em 13% dos casos. Há estudos inclusive em grandes cidades brasileiras (CAVALCANTE 2002) com um tempo de transferência de zero a 15 minutos para 60% dos usuários pesquisados na cidade de Fortaleza (CE).

A grande diferença entre os desempenhos para os tempos de transferência nos períodos da manhã e da tarde está, principalmente, no tempo de espera e embarque. Este tempo passa de uma média próxima de 2 minutos no período da manhã para as linhas troncais, para um mínimo de 6 minutos para as alimentadoras, podendo chegar a 11 minutos, dependendo da linha. Com isto, o tempo de espera e embarque, que pela manhã corresponde a cerca de 51% da composição do tempo total de transferência, aumenta para cerca de 75% no período da tarde. Esse resultado é importante uma vez que vários estudos mostraram uma valorização maior para o tempo de espera do que para os tempos de viagem embarcada ou mesmo de caminhada (LITMAN, 2017; WARDMAN 2004; CHEN *et al.*, 2012)

Ainda sobre o tempo de espera e embarque que, na literatura é usual ser considerado como a metade do *headway* (WELDING, 1957 *apud* TUMQUIST, 1981), nenhuma das linhas alimentadoras apresentou, para este tempo, um desempenho bom que deveria corresponder ao máximo de 75% do *headway*. A principal causa identificada foi o elevado nível de ocupação dos veículos. O excesso de ocupação dos veículos desestimula, quando não impede, o embarque dos usuários, obrigando a muitos destes a

enfrentarem um novo ciclo de espera, ou seja, esperar por um segundo veículo ao não conseguir embarcar no primeiro. Com isto, o tempo de espera e embarque pode, em média exceder ao *headway* da linha para as linhas alimentadoras.

Além dos resultados da mensuração do tempo de transferência, as pesquisas realizadas junto aos usuários também revelaram ser a ocupação dos veículos um atributo extremamente valorizado pelo usuário. Na primeira pesquisa, enquanto os especialistas apontaram como mais importantes os atributos como o tempo total, a eficiência da transferência, os usuários mostravam uma preocupação dividida entre o tempo e o conforto, apontando o tempo de espera e a ocupação como os dois fatores majoritariamente mais importantes.

Na segunda pesquisa, que abordou a percepção dos usuários sobre os atributos da transferência na estação, os resultados indicaram que a ocupação, tanto para as linhas troncais como para as alimentadoras, foi o atributo de pior desempenho. Segundo os resultados desta pesquisa e o comportamento observado da maioria dos usuários, que se mostraram dispostos a abrir mão de uma parcela de tempo para garantir maior conforto na viagem, é plausível inferir que haja uma valorização maior do conforto em relação ao tempo, valorização esta que se sugere ser investigada em trabalhos futuros.

A ocupação foi apontada nos estudos como um fator determinante para a piora na valorização do tempo de espera. Estudos como os Alter (1976) e EBTU (1988) determinam limites máximos para os índices de ocupação em torno de 5 passageiros em pé por metro quadrado, sendo que, segundo a EBTU, este nível máximo de ocupação deve ser limitado a viagens de no máximo 20 minutos de duração. Isto está em concordância com o comportamento do usuário que valoriza o conforto a ponto de, como detectado em estudos como o de Tirachini *et al.* (2016) a respeito do comportamento de usuários do metrô em Singapura, disposto a viajar mais tempo para garantir um assento para sua viagem. Estudos como os de Litman (2017) e Chen *et al* (2011) aponta que o aumento da ocupação dos veículos aumenta a valorização dos tempos de viagem e de espera.

Dentre os demais resultados obtidos, cabe destacar o desempenho regular da percepção da segurança na estação. Apesar de não existir reclamações de ocorrência de eventos inseguros por parte dos usuários, os mesmos, por suas próprias declarações, parecem

associar a sensação de segurança à presença física de agentes do poder público ou privado (policiais, guardas municipais, vigilantes ou agentes da BHTRANS) especialmente encarregados dessa função.

Os resultados apurados nesta dissertação mostram virtudes e problemas a serem abordados com a finalidade de melhorar a qualidade do serviço ofertado. Diante dos resultados apurados, seguem algumas análises e sugestões sobre os pontos de atenção registrados:

- O excesso do nível de ocupação, tanto de linhas alimentadoras como troncais, mostrou-se o maior problema da estação. Durante as diversas etapas da pesquisa, foram observados ônibus com elevado nível de ocupação, mesmo fora do horário de pico. Alguma abordagem para reduzi-la ou mitigar seus efeitos deve ser adotada, como uma reformulação das linhas reduzindo seus itinerários e o tempo de viagem, pois trabalhos como os de Litman (2017) mostraram que quanto maior o tempo sob condições de elevada ocupação, maior será a valorização deste item pelo usuários. A ampliação do quadro de horários obrigatoriamente deverá ser pensada em alguns casos. Deve-se levar em consideração também os trabalhos de Alter (1976) e EBTU (1988) que recomendam que lotações superiores a 3 passageiros em pé por metro quadrado só devem ocorrer para viagens de até 20 minutos;
- Quanto ao tempo de transferência, além do impacto da taxa de ocupação sobre os tempos de espera e embarque, algumas alimentadoras apresentaram *headways* muito longos. A solução também não é simples, mas um processo de otimização das linhas e itinerários poderia contribuir uma vez que, na implantação do sistema, muitas das atuais alimentadoras foram formadas a partir das antigas linhas semi-expressas com apenas a interrupção do itinerário a partir da estação Pampulha (BHTRANS, 2014a);
- O tempo nas bilheterias, pode ser ainda mais reduzido com políticas de estímulo ao uso dos cartões de créditos eletrônicos, bem como ao uso das bilheterias no período da tarde, quando as mesmas apresentaram menor demanda e tempo gasto;
- A percepção do usuário sobre a sinalização da estação e as informações ao usuário pode ser melhorada. A inserção dos quadros de horários, a instalação

dos PMV, a implantação de um balcão de informações podem compor uma reformulação do projeto de sinalização que teria impactos positivos em outros atributos, como a percepção da segurança do usuário;

- A percepção da segurança pode ser influenciada por diversos fatores como por exemplo a melhoria da iluminação ou a remoção de pichações. Outro fator reclamado por parte dos usuários foi a presença massiva de vendedores ambulantes dentro da estação, que eram poucos nas etapas de mensuração do tempo de transferência e passaram para ordem de dezenas na última visita à estação, considerando os autorizados e os irregulares. A adoção por parte das equipes que trabalham na estação da prática de rondas regulares também pode contribuir para a melhoria da imagem da estação;
- Os dispositivos para facilitar a caminhada também apresentaram um desempenho ruim. As escadas rolantes foram o item mais reclamado devido a defeitos intermitentes. Também foi observado durante as etapas da pesquisa a ocorrência de filas antes das escadas. Um novo planejamento da manutenção já está em andamento, podendo ajudar a resolver parte dos problemas. Um investimento em um novo conjunto de escadas rolantes, talvez ligando a extremidade da plataforma E ao piso das troncais próximo a plataforma de embarque da troncal T01 poderia reduzir o tempo de caminhada dos usuários desta linha (o tempo de caminhada da troncal T01 corresponda a 33% do tempo de embarque pela manhã para os usuários desta linha).

Quanto às limitações deste trabalho, a principal pode ter sido a coleta das entrevistas com os usuários durante a espera das linhas alimentadoras. Como os resultados apontaram, estas linhas apresentam maior tempo de espera e a elevada taxa de ocupação das mesmas parece ser um problema maior do que a das linhas troncais. Estas características podem ter influenciado o humor dos usuários ao responderem a pesquisa. Infelizmente, foi este maior tempo de espera que permitiu a realização da quantidade necessária de entrevistas em um intervalo de tempo relativamente curto. Além disso, a tarifa não foi abordada como variável da pesquisa, podendo ser incluída em futuros trabalhos.

Uma outra limitação é devida a forma como o tempo de transferência foi mensurado. Como o tempo de transferência foi medido de forma fragmentada para posterior

composição do tempo total, não é possível fazer uma comparação aos resultados Hanoaka e Qadir (2009), uma vez que não pode ser estimado neste trabalho o tempo de transferência por usuário, apenas a média final.

Esta dissertação apontou resultados importantes para a gestão do transporte público, principalmente ao se considerar a tendência atual da ampliação de sistemas de transportes integrados no Brasil e em outros países. Trabalhos futuros que poderiam agregar valor aos resultados aqui expressos, poderiam contemplar:

- Mensuração do tempo de transferência em outras estações considerando a metodologia desenvolvida neste trabalho, para uma comparação dos resultados e definição dos atributos das estações que tornam a transferência mais rápida e confortável, sob o ponto de vista do usuário;
- Valorização dos critérios tempo, ocupação e custo para os usuários do transporte coletivo de Belo Horizonte, utilizando a técnica de Preferência Declarada;
- Avaliação do valor do tempo de viagem (VTT) com usuários de Belo Horizonte, considerando o tempo de acesso, tempo de caminhada, tempo de viagem embarcado, tempo de transferência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, J. A., SANTOS, S. C. e FREITA, A. L. P. (2015) Avaliação da Qualidade do Transporte Público Urbano pelos Usuários. Um Estudo Exploratório em Campos dos Goytacazes. Anais do XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil, 13-14 agosto 2015.

ALTER, Colin H. (1976) Evaluation of Public Transit Services: The Level-of-Service Concept.

ANDERSON, R., CONDRY, B., FINDLAY, N., BRAGE-ARDAO, R. e Li, H. (2013) Measuring and Valuing Convenience and Service Quality: A review of global practices and challenges from the public transport sector. Discussion Paper n.2013-16, International Transport Forum, London.

ANTP - Associação Nacional De Transportes Públicos (2016) Sistema de Informações da Mobilidade Urbana Relatório Geral 2014 – 2016.

ANTUNES, E. M. e SIMÕES, F. A. (2013) Engenharia Urbana Aplicada: Um Estudo Sobre a Qualidade do Transporte Público em Cidades Médias. Revista Brasileira de Gestão Urbana, 5(2), 51-62. doi:10.7213/urbe.05.002.SE04

BERTOZZI, P. P., e LIMA JR., O. F. (1998). A qualidade no serviço de transporte público sob as óticas do usuário, do operador e do órgão gestor. ANTP, 53-66.

BHTRANS – Empresa de Transportes e Trânsito Belo Horizonte S/A. (2000) – Ir e Vir Melhor. PBH/BHTRANS 1997-2000. Belo Horizonte, MG.

BHTRANS – Empresa de Transportes e Trânsito Belo Horizonte S/A. (2014a). Relatório Diagnóstico de Seis Meses de Implantação do MOVE. Setembro 2014. Gerência de Auditoria da Qualidade do Transporte Coletivo GEAUQ. Diretoria de Transportes Públicos. DTP. BHTRANS, Belo Horizonte, MG.

BHTRANS – Empresa de Transportes e Trânsito Belo Horizonte S/A. (2014b). Manual de operação do Sistema MOVE. Janeiro 2014. Gerência de Gestão do BRT. GGBRT Diretoria de Transportes Públicos. DTP. BHTRANS, Belo Horizonte, MG.

BHTRANS – Empresa de Transportes e Trânsito Belo Horizonte S/A. (2015) – GECET – Gerência de Contratos de Concessão e Tarifas. Relatório Gerencial Sistema de

Transporte Coletivo Convencional de Passageiros por Ônibus. Resultados Operacionais. Maio/2015.

BHTRANS – Empresa de Transportes e Trânsito Belo Horizonte S/A. (2016a) – Manual das Pesquisas Origem e Destino 2002 e 2012. DPL – Diretoria de Planejamento. Belo Horizonte, MG.

BHTRANS – Empresa de Transportes e Trânsito Belo Horizonte S/A. (2016b) – Relção de Linhas por Bairro. Arquivo interno. GESPR – Gerência de Serviços e Programação. DTP. Belo Horizonte, MG.

BHTRANS – Empresa de Transportes e Trânsito Belo Horizonte S/A. (2016c) – Arquivo Interno. ACM –Acessorica de Comunicação e Marketing. Belo Horizonte, MG.

BHTRANS – Empresa de Transportes e Trânsito Belo Horizonte S/A. (2016d) – Gerência de Auditoria da Qualidade do Transporte Coletivo – GEAUQ. Arquivo interno. Diretoria de Transportes Públicos. DTP. Belo Horizonte, MG.

BHTRANS – Empresa de Transportes e Trânsito Belo Horizonte S/A. (2016e) - Manual das Pesquisas Origem e Destino 2002 e 2012. Belo Horizonte, MG.

BHTRANS – Empresa de Transportes e Trânsito Belo Horizonte S/A. (2016f) – Pesquisa sobre a distribuição de passageiros nas linhas do MOVE. Arquivo interno. GESPR – Gerência de Serviços e Programação. DTP. Belo Horizonte, MG.

BHTRANS – Empresa de Transportes e Trânsito Belo Horizonte S/A. (2017a) – Portal BHTRANS. <http://www.bhtrans.pbh.gov.br> (visitado em 20/02/2017).

BHTRANS (2017b). Sismob-Bh: Sistema de Informações de Acessibilidade e Sustentabilidade de Belo Horizonte. Disponível em <http://www.bhtrans.pbh.gov.br/portal/page/portal/portalpublico/Temas/Observatorio/SISMOBBH-2013> (visitado em 21/02/2017)

BOCK, R.D., JONES, L.V., (1968). The Measurement and Prediction of Judgment and Choice. Holden-Day, San Francisco.

BORGES, J. A. A. B. e FONSECA, M. J. (2002) O Uso da Pesquisa de Satisfação do Consumidor Como Instrumento de Política Pública: O Potencial de Uso no Caso do

Transporte Coletivo de Porto Alegre. Rimar – Revista Interdisciplinar de Marketing, 1 (3), 38-50.

BRASIL (2004). MCID - Ministério das Cidades. “Política Nacional de Desenvolvimento Urbano”. Cadernos Ministério das Cidades 1. Brasília DF. BRASIL

BRASIL (2007). MCID – Ministério das Cidades. PlanMob - Caderno de referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana. Brasília. DF.

BRASIL (2008). MCID - Ministério das Cidades. Manual de BRT (Bus Rapid Transit). 898 P. Tradução a partir da 3ª edição de BRT Planning Guide de junho de 2007. ITDP – Institute for Transportation and Development Policy. Brasília, DF.

BRASIL (2016) MCID - Ministério das Cidades. PAC da mobilidade. Disponível em www.pac.gov.br/infraestrutura-social-e-urbana/mobilidade-urbana consultado em 19/03/2016.

BRASILEIRO, Anísio; NETO, Oswaldo L.(Coordenação); SANTOS, E. M.; ARAGÃO, J. J. G.; SENNA; J. M.; ORRICO FILHO, R. D. (2001); “Transportes no Brasil: história e reflexões. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes/GEIPOT. Ed. Universitária da UFPE. Recife, PE.

BRITTO JÚNIOR, A. F. e FERES JÚNIOR, N. (2011) A utilização da Técnica de Entrevista em Trabalhos Científicos. Evidência, 7(7), 237-250.

BRONS, M., GIVONI, M. e RIETVELD, P. (2009) Access to railway stations and its potential in increasing rail use. Transportation Research Part A, 43, 136-149. Doi:10.1016/j.tra.2008.08.002

BRUTON, Michael J. (1979) Introdução ao Planejamento de Transportes. Tradução de ARRUDA, J. B. F. BRAUNE, C. e OLIVEIRA NETO, C.C. Editora da USP, São Paulo SP.

CARDOSO, Leandro (2007) – Transporte Público, Acessibilidade Urbana e Desigualdades Socioespaciais na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Tese Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte, MG.

CAVALCANTE, Rinaldo A. (2002) Estimativa Das Penalidades Associadas Com Os Transbordos Em Sistemas Integrados De Transporte Público. Tese de Doutorado. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro. RJ

CAMPOS, Vânia B. G., RAMOS Rui A. R. (2005) Proposta de Indicadores de Mobilidade Urbana Sustentável Relacionando Transporte e Uso do Solo. 1º Congresso Luso-Brasileiro de Planejamento Urbano Integrado Regional. Anais do Congresso. São Carlos SP..

CARDOSO, B. C. e PORTUGAL, L. S. (2007) Procedimento para mensurar a percepção do usuário sobre a qualidade de serviço do Metrô Rio. Anais do XXI ANPET – Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 18-21 novembro 2007.

CARDOSO, B. C. e PORTUGAL, L. S. (2010) Qualidade de serviço no setor de transportes sob a ótica da teoria dos Topoi - O caso do Metrô Rio. Anais do XXIV ANPET – Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes. Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil, 20 novembro - 03 dezembro 2010.

CEPEDA, M., COMINETTI, R., FLORIAN, M., 2006. A frequency-based assignment model for congested transit networks with strict capacity constraints: characterization and computation of equilibria. *Transportation Research Part B* 40 (6), 437–459

CERVERO, R. (2002) Built environments and mode choice: toward a normative framework. *Transportation Research Part D. Transport and Environment*, 7(4), p 265-284.

CHAN, Alan H.S., KWOK W.Y., DUFFY, Vincent G. , (2004) Using AHP for determining priority in a safety management system, *Industrial Management e Data Systems*, Vol. 104 Iss: 5, PP.430 – 445

CHEN, Shaokuan. LENG, Yan. MAO, Baohua. LIU, Shuang (2012) Integrated weight-based multi-criteria evaluation on transfer in large transport terminals: A case study of the Beijing South Railway Station.

CHEN, Xumei. LIU, Qiaoxian. DU, Guang. (2011) Estimation of Travel Time Values for Urban Public Transport Passengers Based on SP Survey. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*. Vol. 11. p. 77-84.

CHENG, Y. TSENG, W.(2016) Exploring the effects of perceived values, free bus transfer, and penalties on intermodal metro-bus transfer users' intention. *Transport Policy*. Nº 47. p. 127-138

CIVITAS (2010) Enhancing the quality of public transport services. *Policy Advice Notes*. CIVITAS Initiative, Szentendre.

COM (2006) Comissão Das Comunidades Europeias. Manter a Europa em movimento - Mobilidade sustentável para o nosso continente Revisão intercalar do Livro Branco da Comissão de 2001 sobre os Transportes

DIANA, Marco, DARAIO, Cinzia. (2010) Performance Indicators for Urban Public Transport Systems With a Focus on Transport Policy Effectiveness Issues. 12º WCTR. Lisboa, Portugal.

DUARTE, P. e SOUZA, D. A. (2005). Comparative study of the quality of service of public transportation in the city of Campos dos Goytacazes, Brazil. *Proceeding of 9th Conference on Competition and Ownership in Land Transport*. Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal, 5-9 setembro 2005.

EBOLI, L., e MAZZULLA, G. (VOL 10, No 3 de 2007). Service Quality Attributes Affecting Customer Satisfaction for Bus Transit. *Journal of Public Transportation*, Vol. 10, No. 3, 2007, pp. 21-34.

EBTU (1988) Gerência do Sistema de Transporte Público de Passageiros - Módulos de Treinamento: Planejamento da Operação. Empresa Brasileira dos Transportes Urbanos. Organizado por TTC Trânsito, Transportes Coletivos e Comunicações. Brasília, DF.

ERANKI, Anitha (2004) A model to create bus timetables to attain maximum synchronization considering waiting times at transfer stops. University of South Florida.

FARIA, C. A. (1985) Percepção do Usuário com Relação às Características do Nível de Serviço do Transporte Coletivo Urbano por Ônibus. Dissertação – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, SP.

FENG, X., WHANG, X., ZHANG H. (2014) Passenger Transfer Efficiency Optimization Modelling Research with simulations. Beijing Jiaotong University. China.

FELLESON, M. e FRIMAN, M. (2009) Service Supply and Customer Satisfaction in Public Transportation: The Quality Paradox.

FERRAZ, A. C., e TORRES, I. G. (2004). Transporte Público Urbano. Editora RIMA São Carlos, SP.

FINN, B., e MULLEY, C. (2011). Urban bus services in developing countries and countries in transition: A framework for regulatory and institutional developments. *Journal of Public Transportation*. Vol. 14. P. 89-107

FRANK, L. BRADLEY, M. KAVAGE, S., CHAPMAN, J., LAWTON, T. (2008). Urban Form, Travel Time and Cost Relationships With Tour Complexity and Mode Choice. *Transportation*, 35 (1), p. 1-37.

FREITAS, A. L. P. e REIS, T. B. (2013). Avaliação do Transporte Público Urbano Realizado por Ônibus: Uma Abordagem Exploratória. *Revista Produção Online*, 13(3), 814-842.

FJP - FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (1996) – *OMNIBUS*: Uma História dos Transportes Coletivos em Belo Horizonte. Centro de Estudos Históricos e Culturais, Belo Horizonte, MG.

Global BRT Data (2016) – <http://brtdata.org>. Visitado em 16/01/2016.

GOMIDE, Alexandre de A. (2003) Transporte urbano e inclusão social: elementos para políticas públicas. Textos para discussão. IPEA Brasília. DF.

GORNI, Daniel. (2010) Modelagem para monitoramento de sistemas de BRT. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da USP. SP.

GROTEHUIS, Jean-Willen. WIEGMANS, Bart W. RIETVELD, Piet (2007) The desired quality of integrated multimodal travel information in public transport: Customer needs for time and effort savings.

GUILFORD, J.P.: (1954) *Psychometric Methods*. Mc-Graw Hill Publishing Co, London.

GUO, Zhan. WILSON, Nigel H.M. (2011) Assessing the cost of transfer inconvenience in public transport systems: A case study of the London Underground. *Journal Transportation Research Part A: Policy and Practice*. Vol. 45. p. 91-104.

HANAOKA, S. QADIR, F. M. (2009) Passengers' perceptions and effects of bus-holding strategy using automatic vehicle location technology. *Journal of Advanced Transportation*. Vol 43. P. 301-319.

HCM (2003) Highway Capacity Manual. Transportation Research Board. National Academy of Sciences. USA.

HIDALGO, D. MUÑOZ, J. (2014) A review of technological improvements in bus rapid transit (BRT) and buses with high level of service (BHLS)

HITGE, Gerhard. VANDERSCHUREN, Marianne (2015) Comparison of Travel Time between Private Car and Public Transport in Cape Town. *Journal of the South African Institution of Civil Engineering*. Vol. 57. P. 35-43.

HOROWITZ, Allan J. (1981) Subjective Value Of Time In Bus Transit Travel. *Transportation* 10 (1981) 149-164.

HSU, Spring C. (2010) Determinants of Passenger Transfer Waiting Time at Multi-Modal Connecting Stations. *Transportation Research Part E* 46.p 404-413.

IBGE (2016) Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. “Estimativas populacionais de 2016”. Disponível em <http://saladeimprensa.ibge.gov.br> Visualizado em 15/02/2017.

ISEKI, H., RINGLER, A., TAYLOR, B. D., MILLER, M. e SMART, M. (2007) Evaluating transit stops and stations from the perspective of transit users. Technical Report under Contract 65A0194. California Department of Transportation.

ISIKLI, Erkan. AYDIN, Nezir. CELIK, Erkan. GUMUS, Alev Taskin (2017) Identifying Key Factors of Rail Transit Service Quality: An Empirical Analysis for Istanbul. *Journal of Public Transportation*, Vol. 20, No. 1.

ITDP (2014) Padrão de Qualidade BRT. Relatório Técnico. Institute of Transportation e Development Policy.

KNOFLACHER (2007) Success and failures in urban transport planning in Europe— understanding the transport system. *Sadhana* Vol. 32, Part 4, August 2007, pp. 293–307.

KUMAR, Pawan; KULKARNI, S. Y.; PARIDA, M., (2011) Security perceptions of Delhi commuters at Metro-bus interchange in multi modal perspective, **Journal of Transportation Security**, v. 4, n. 4, p. 295–307.

LEVINSON, H., ZIMMERMAN, S., CLINGER, J., GAST, J., RUTHERFORD, S., BRUHN, E. (2003). Implementation guidelines. Transit Cooperative Research Program – report 90. In *Bus rapid transit (vol.2)*. Washington, D.C.: Transportation Research Board, National Academies.

LIKERT, Rensis (1932) - A technique for the measurement of attitudes. [Journal Article] *Archives of Psychology*, Vol 22 140, 1932, 55.

LIMA Jr., O. F. (1995). *Qualidade em serviços de transportes: conceituação e procedimento para diagnóstico*. São Paulo: Tese de doutoramento, EdUSP, São Paulo.

LINDAU, Luis A., HIDALGO, Dario, LOBO, Adriana A. (2014). Barriers to planning and implementing Bus Rapid Transit systems.

LITMAN, Todd. (2008). Valuing Transit Service Quality Improvements. *Journal of Public Transportation*. Num. 11. P. 43-63.

LITMAN, Todd. (2017). VTPI – Victoria Transport Policy Institute. *Transportation Cost and Benefit Analysis II – Travel Time Costs*. <http://www.vtppi.org> (visitado em 01/03/2017).

LÜBECK, R. M., WITTMANN, M. L., BATTISTELA, L. F., RICHTER, A. S. e SCHENDLER, S. G. (2011) *Qualidade no Transporte Coletivo Urbano*. *FACEP Pesquisa*, 14(3), 264-277.

MACKIE, P. J. JARA-DÍAZ, S. FOWKES, A. S. (2001) The value of travel time savings in evaluation. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. Vol.37. p. 91-106.

MARINS, C. S. (2007). *Uma abordagem multicritério para avaliação e classificação da qualidade do transporte público por ônibus segundo a percepção do usuário*. Dissertação. Universidade Federal Fluminense, Campos dos Goytacazes, Brasil.

- MOSGERAU, Morgens. ENGELSON, Leonid (2011) The value of travel time variance. *Journal of Transportation Research Part B: Methodological*. Vol. 45. P. 1-8
- MOUSER, Niek; CHORUS, Caspar, (2016) Value of time - A citizen perspective, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 91, p. 317–329.
- NGAMCHAI, Somnuk. LOVELL, David J. ASCE, A.M. (2003) Optimal Time Transfer in Bus Transit Route Network Design Using a Genetic Algorithm. *Journal of Transportation Engineering*. Vol. 129. P. 510-521.
- NTU (2014) *Qualificação e Racionalização do Transporte Público Urbano por Ônibus. Relatório Técnico*. Associação Nacional das empresas de Transportes Urbanos, Brasília.
- ORTÚZAR, J. D. (1994). *Valor del Tiempo para Evaluacion de Proyectos*. Executive Report to FONDECYT, Department of Transport Engineering, Pontificia Universidad Catolica de Chile.
- PAIX, L. L. e GEURS, K. T. (2016). Train Station Access and Train Use: a Joint Stated and Revealed Preference Choice Modelling Study. In K. T. Geurs, R. Patuelli, e T. P. Dentinho (2016) *Acessibility, Equity and Efficiency: Challenges for Transport and Public Services* (144-166). Edward Elgar, Cheltenham; Northampton.
- PERRY, Jhon (2017). *Measuring the Accuracy of Bus Rapid Transit Forecasts*.
- PLANT, Jeremy F. (2014). - The Transformation of North American Railroading: Matching Perceptions to Reality. *Public Works Management e Policy* 2014, Vol. 19(4) p. 351 –357.
- OSUNA, E.E., NEWELL, G.F., (1972). Central Strategies for an Idealized Public Transport System. *Transportation Science* Vol. 6, P. 52–72.
- POLAT, Cihat (2012). The Demand Determinants for Urban Public Transport Services: A Review of the Literature. *Journal of Applied Science*, N 12. 2012.
- QUARMBY, D.A., (1967). Choice of Travel Mode for the Journey to Work. *Journal Of Transport Economics And Policy* 1, 273–314. .

REIS, Túlio B. (2011) Um Modelo Para Avaliação Da Qualidade Em Serviços De Transporte Público Urbano Realizado Por Ônibus Segundo A Percepção Dos Usuários. Tese de Doutorado UENF.

RODRIGUES, Maurício O. (2006) Avaliação da Qualidade do Transporte Coletivo da Cidade de São Carlos. Dissertação. Universidade de São Paulo. São Carlos, SP.

RODRIGUES, M. A. (2008) Análise do Transporte Coletivo Urbano com Base em Indicadores de Qualidade. Dissertação. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil.

SANTOS, Carlos C. (2012) O valor do tempo na avaliação de projetos em transportes. Dissertação de mestrado. UFRGS.

SANTOS, Cleiton O. DUARTE, Patrícia C. (2012) Fatores caracterizadores da qualidade no sistema de transporte coletivo: um estudo de caso no município de Bagé/RS.

SANTOS, R. G. (2014) Avaliação da Qualidade do Serviço de Transporte Público Coletivo Utilizando a Escala Servqual Adaptada. Anais do XXVIII ANPET – Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 24-28 novembro 2014.

SHEN, Xianghao. FENG, Shumin. LI, Zhenning. HU, Baoyu. (2016) Analysis of bus passenger comfort perception based on passenger load factor and in-vehicle time, SpringerPlus, vol. 5, p.62

SILVEIRA, Márcio R. COCCO, Rodrigo G. (2003) Transporte público, mobilidade e planejamento urbano: contradições essenciais.

SOUZA, E. B. de. (1992) As políticas federais de desenvolvimento urbano no biênio 1989/1990. Brasília: IPEA, 1992 (Texto para Discussão, n. 282).

SPIESS, H., FLORIAN, M., 1989. Optimal strategies: a new assignment model for transit networks. *Transportation Research Part B* 23 (2), 83–102.

STRADLIN, Stephen. CARRENO, Michael. RYE, Tom. NOBLE, Allyson. (2007) Passenger perceptions and the ideal urban bus journey experience. *Journal of Transport Policy*. Vol. 14. P. 283-292.

TCRP (2013) - Transit Cooperative Research Program. Report 165 – Transit capacity and quality of service. Kittelson e Associates, Inc. 3rd edition. Orlando, FL. USA.

Thurstone, L. (1927) A law of comparative judgment. Psychol. Rev. Vol. 34, p. 273–286.

TIRACHINI, Alejandro. HENSHER, David A. ROSE, John M. (2013) Crowding in public transport systems: Effects on users, operation and implications for the estimation of demand. Journal of Transportation Research Part A: Policy and Practice, vol. 53, p. 36–52.

TIRACHINI, Alejandro. SUNB, Lijun. ERATH, Alexander. CHAKIROV Artem (2016) Valuation of sitting and standing in metro trains using revealed preferences, Journal of Transport Policy, vol. 47, p. 94–104

TONUCCI FILHO, João Bosco Moura (2012) – Dois Momentos do Planejamento Metropolitano em Belo Horizonte: Um estudo das experiências do PLAMBEL e do PDDI-RMBH. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, SP. 2012. 235 p.

TUMQUIST, M.A., 1981. Strategies for Improving Reliability of Bus Transit Service. Transportation Research Record 818. P.7–13.

USDOT (2011) – United States Department of Transportation - The Value of Travel Time Savings: Departmental Guidance for Conducting Economic Evaluations. Revision 2. Washington, D.C.

VASCONCELOS, E. A. (2000a). A cidade e o transporte. Revista da CNT, 56, 9-21.

VASCONCELOS, E. A. (2000b). Transporte Urbano nos Países em Desenvolvimento: Reflexões e Propostas. Ed. Annablume. São Paulo, SP.

VASCONCELOS, E. A. (2001). Transporte urbano, espaço e equidade. Análise das políticas públicas. Ed. Annablume. São Paulo, SP.

VASCONCELOS, E. A. (2005). A Cidade, o Transporte e o Trânsito. Ed. Prolivros. São Paulo, SP.

VUCHIC, Vulkan (2005). Urban Transit: Operation, Planning and Economics. John Wiley e Sons. New Jersey, USA.

VUCHIC, Vulkan (2007). Urban Transit: Systems and Technologies. John Wiley e Sons. New Jersey, USA

WALLE, Stefaan Vande, STEENBERGHEN Therese, (2006) Space and time related determinants of public transport use in trip chains. Transportation Research Part A: Policy and Practice. Vol 40 p. 151-162.

WARDMAN, Marc (2001). A review of British evidence on time and service quality valuations. Transportation Research Part E. Vol. 37, p. 107-128.

WARDMAN, Marc (2004). Public transport values of time. Transport Policy. N. 11. p.363-377.

Welding, P. I. (1957) The instability of a close-interval service. Operational Research Quarterly. Vol. 8 p.133–142.

BANCO MUNDIAL (1997). Urban Transport: a World Bank Policy :Study. The World Bank, Washington, DC. USA.

APÊNDICE A: PROPRIEDADES DOS SISTEMAS DE BRT

Dentre os veículos destinados ao transporte público coletivo, o ônibus é o mais largamente utilizado (Ferraz e Torres, 2001), estando presente em praticamente todos os países do mundo. Possui uma vantagem em relação aos demais modos coletivos em realizar o transporte porta a porta, e desvantagens quando se compara sua capacidade e velocidade operacional, sujeita ao impacto de congestionamentos devido ao fato de trafegar junto aos demais veículos, com modos de transportes sobre trilhos como o metrô.

Para dar ao modo ônibus maior eficiência e atratividade, aumentando a sua capacidade e o nível de conforto dos passageiros (GORNI, 2010), foi desenvolvido o sistema BRT, do inglês *Bus Rapid Transit*, que significa transporte rápido por ônibus. O BRT, segundo o Manual de BRT do ITDP, é “um sistema de transporte de ônibus que proporciona mobilidade urbana rápida, confortável (...) através da provisão de infraestrutura segregada com prioridade de passagem, operação rápida e frequente (...)” (BRASIL, 2008; Lewinson *et al.*, 2003; HIDALGO e MUÑOZ, 2014).

Segundo o ITDP (BRASIL, 2008), o termo BRT surgiu de sua aplicação na América do Norte e na Europa. Entretanto, o mesmo conceito é conhecido no mundo com muitos nomes diferentes, entre eles: Sistemas de ônibus de alta capacidade; Sistemas de ônibus de alta qualidade; Metro-ônibus; entre outros.

O BRT pode ser definido como um sistema integrado de trânsito composto por diferentes tipos de ônibus, que requer além de componentes coordenados, elementos de alta qualidade que necessitam de um considerável espaço para faixas ou pistas exclusivas e estações que lhe garantam independência do restante do tráfego (VUCHIC, 2007; Lewinson *et al.*, 2003). Estes elementos envolvem investimento substancial em infraestrutura que ampliam o desempenho e capacidade do sistema quando comparada com os sistemas de transportes por ônibus convencionais, garantindo ao BRT maiores velocidades, confiabilidade e segurança.

Esta tecnologia vem sendo adotada como solução alternativa ao transporte coletivo em todo o mundo, principalmente nos chamados países em desenvolvimento (FINN e MULLEY, 2017). Sua principal vantagem está em anexar às vantagens do modo ônibus a capacidade e velocidade compatíveis com sistemas sobre trilhos. Após as experiências

bem sucedidas em cidades como Curitiba, Bogotá e São Paulo (HIDALGO e MUÑOZ, 2014), os sistemas de BRT se expandiram e atualmente há BRT implantados, ou em implantação, em cidades de todos os continentes como Boston e Chicago (USA), Vancouver (CAN), Cidade do México (MEX), Paris (FRA), Sidney (AUS), Pequim (CHN), entre diversas outras segundo o site Global BRT Data (Global BRT Data, 2016).

No Brasil, segundo este mesmo site, há 34 cidades com algum projeto instalado ou em implantação. Além de Curitiba e São Paulo, sistemas BRT já operam em cidades como o Rio de Janeiro (RJ), Brasília (DF), Fortaleza (CE) e Belo Horizonte (MG). Em função do limitado espaço físico viário nos grandes centros urbanos, a segregação de faixas ou pistas objetivam dar maior eficiência ao transporte público.

Os sistemas BRT implantados apresentam propriedades diferentes nas diversas cidades em que foram implantados. Em alguns casos, são designados por BRT, sistemas que pouco evoluem dos sistemas convencionais de ônibus. A Tabela 0.1: Principais propriedades de Sistemas BRT apresenta as propriedades que um sistema de BRT deva possuir, de acordo com quatro das principais referências mundiais:

Tabela 0.1: Principais propriedades de Sistemas BRT.

Característica	Vuchic (2007)	ITDP (Brasil, 2008)	TCRP (Levinson <i>et al.</i>, 2013)	HCM 2003
Circulação em via segregada do restante do tráfego, trafegando em faixas ou pistas exclusivas.	•	•	•	•
Linhas com frequência, confiabilidade e horários durante todo o dia.	•	•	•	•
Estações ou paradas diferenciadas, com boa proteção e informações ao passageiro.	•	•	•	•
Cobrança de tarifa externa aos veículos,	•	•	•	•
Garantia de rápida transferência entre veículos para o usuário	•	•		
Prioridade de passagem nas interseções	•		•	
Veículos com <i>design</i> diferenciado, portas largas, piso baixo ou com embarque em nível nas plataformas e paradas	•	•	•	•
Uso de tecnologias de sistemas inteligentes de transportes (ITS) para monitoramento dos veículos, informações aos passageiros e cobrança da passagem	•	•	•	•

- Deve operar predominantemente de forma segregada do restante do tráfego, trafegando em faixas ou pistas exclusivas (Figura 0.1);

Figura 0.1: Ecovia de Quito (BRASIL, 2008).



- Linhas com frequência, confiabilidade e horários durante todo o dia (Figura 0.2);

Figura 0.2: Quadro de horários Linha do BRT de Belo Horizonte (BHTRANS, 2017).

+ Partida: ESTACAO PAMPULHA - PRINCIPAL																								
- Partida: ESTACAO PAMPULHA - NOTURNO																								
- DIA UTIL																								
Hora	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Minuto	15	15	15	15																				
	35	45	35	45																				
	55		55																					
■ Indica veículo com elevador Clique no horário para verificar o itinerário																								

- Estações ou paradas diferenciadas, espaçadas entre 300 e 600m com boa proteção e informações ao passageiro. Cobrança de tarifa externa aos veículos, garantia de rápida transferência entre veículos para o usuário (Figura 0.3);

Figura 0.3: Estação de transferência TransMilenium, em Bogotá (BRASIL, 2008) .



- Veículos com *design* diferenciado, portas largas, piso baixo ou com embarque em nível nas plataformas e paradas (Figura 0.4);

Figura 0.4: Tipo de ônibus que opera no sistema BRT de Belo Horizonte (BHTRANS, 2016b).



- Uso de tecnologias de sistemas inteligentes de transportes (ITS) para monitoramento dos veículos, informações aos passageiros e cobrança da passagem (Figura 0.5).

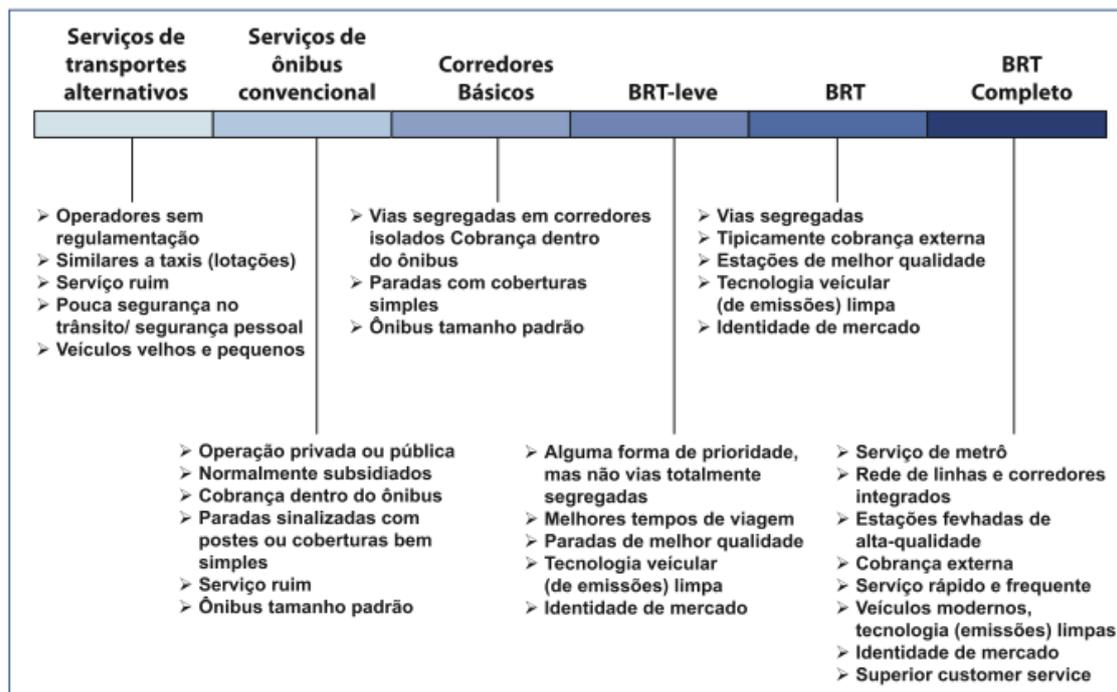
Figura 0.5: Sistema de cobrança e informação ao usuário no sistema BRT de Belo Horizonte (BHTRANS, 2017a).



O Manual de BRT do ITDP (BRASIL 2008) trabalha com o conceito de níveis em que um sistema de BRT completo contaria com, além as características apontadas na Tabela 0.1, as vias segregadas localizadas junto ao canteiro central e não às calçadas. Os níveis definidos no manual podem ser visualizados na Figura 0.6. Estes níveis vão de um sistema de transporte não regulamentado e (sic) ruim a um nível que atenda a todos os itens definidos como necessários a um sistema de BRT, este definido como BRT completo. A evolução destes níveis é apresentada na Figura 0.6.

O manual de BRT (BRASIL, 2008) sustenta que até 2006 existiam no mundo apenas dois sistemas de BRT completos: os de Curitiba (BRA) e Bogotá (COL). A essa falta de um número relevante de sistemas de “BRT completos” o manual aponta como causas a relativamente recente invenção do conceito de BRT e ao maior nível de “comprometimento político com a qualidade dos transportes”. Para Lindau *et al* (2014) a falta de engajamento político constitui uma barreira à expansão de sistemas de BRT ao lado da descontinuidade dos projetos devido aos ciclos políticos. Os autores apontam também como barreiras ao crescimentos destes sistemas a falta de mão de obra especializada, resistência dos operadores existentes, a percepção falsa do BRT como um modo de baixa capacidade e até mesmo a inauguração apressada de projetos, entre outras.

Figura 0.6: Níveis de serviços por ônibus segundo o ITDP (BRASIL, 2008).



O sistema BRT apresenta vantagens e desvantagens em relação aos outros modos. Em discussões a este respeito há pontos de vista que colocam o BRT como um modo de alta capacidade, comparável a modos de transporte rápido sobre trilhos, como há quem defenda que é um sistema com baixa atratividade, contando apenas por usuários cativos (VUCHIC, 2007). No entanto, a expansão de sistemas de BRT em diversas cidades do Brasil e do mundo pode ser explicada pelo custo de implantação bem inferior às soluções de transporte que operam na mesma faixa de capacidade como o VLT (Veículo Leve sobre Trilhos) ou de maior capacidade como metrô ou trens urbanos. Outra vantagem significativa é a capacidade do sistema de operar sem subsídios (ITDP, 2008).

Com relação à capacidade, sistemas BRT são classificados como de média a alta capacidade. Segundo Vuchic (2007) podem operar em faixas de capacidade que vão de 6.000 passageiros por hora por sentido a cerca de 24.000. Já segundo o ITDP (2008), a faixa de operação situa-se entre 8.000 e 40.000 passageiros por hora por sentido, ilustrando os casos dos BRT de São Paulo (BRA) e Bogotá (COL) que transportam 35 e 45 mil passageiros hora por sentido, valores também confirmados por Hidalgo e Muñoz (2014). Perry (2017) faz em seu trabalho uma análise apontando que os projetos de BRT nos Estados Unidos se saem muito bem quando mantêm suas projeções de custos, mas ficam aquém quando se comparam os resultados das projeções da quantidade de passageiros.

APÊNDICE B: TABELAS COM RESULTADOS DO MÉTODO DOS INTERVALOS SUCESSIVOS, POR ATRIBUTOS

1) O tempo de espera pela linha alimentadora.

Parâmetros estatísticos	Categorias				
	1	2	3	4	5
Frequencia(f _j)	180	124	11	65	22
Frequência relativa (p _j)	0,4478	0,3085	0,0274	0,1617	0,0547
Frequência acumulada (P _j)	0,4478	0,7562	0,7836	0,9453	1,0000
Limite inferior da categoria (z ₁)	0,0000	-0,1313	0,6942	0,7843	1,6007
Limite superior da categoria (z ₂)	-0,1313	0,6942	0,7843	1,6007	0,0000
Ordenada do limite inferior (y ₁)	0,0000	0,3955	0,3135	0,2933	0,1108
Ordenada do limite superior (y ₂)	0,3955	0,3135	0,2933	0,1108	0,0000
Valor estimado da categoria (x _j)	-0,8833	0,2658	0,7388	1,1287	2,0247
Distância entre categorias (d _{j-j+1})	0,0000	1,1491	0,4729	0,3899	0,8960

2) O tempo de espera pela linha troncal.

Parâmetros estatísticos	Categorias				
	1	2	3	4	5
Frequencia(f _j)	42	82	11	155	85
Frequência relativa (p _j)	0,1120	0,2187	0,0293	0,4133	0,2267
Frequência acumulada (P _j)	0,1120	0,3307	0,3600	0,7733	1,0000
Limite inferior da categoria (z ₁)	0,0000	-1,2160	-0,4381	-0,3585	0,7499
Limite superior da categoria (z ₂)	-1,2160	-0,4381	-0,3585	0,7499	0,0000
Ordenada do limite inferior (y ₁)	0,0000	0,1905	0,3624	0,3741	0,3012
Ordenada do limite superior (y ₂)	0,1905	0,3624	0,3741	0,3012	0,0000
Valor estimado da categoria (x _j)	-1,7007	-0,7864	-0,3981	0,1765	1,3287
Distância entre categorias (d _{j-j+1})	0,0000	0,9143	0,3884	0,5745	1,1522

3) O tempo gasto na estação.

Parâmetros estatísticos	Categorias				
	1	2	3	4	5
Frequencia(f _j)	128	135	7	100	33
Frequência relativa (p _j)	0,3176	0,3350	0,0174	0,2481	0,0819
Frequência acumulada (P _j)	0,3176	0,6526	0,6700	0,9181	1,0000
Limite inferior da categoria (z ₁)	0,0000	-0,4744	0,3924	0,4398	1,3925
Limite superior da categoria (z ₂)	-0,4744	0,3924	0,4398	1,3925	0,0000
Ordenada do limite inferior (y ₁)	0,0000	0,3565	0,3694	0,3622	0,1513
Ordenada do limite superior (y ₂)	0,3565	0,3694	0,3622	0,1513	0,0000
Valor estimado da categoria (x _j)	-1,1224	-0,0385	0,4160	0,8497	1,8477
Distância entre categorias (d _{j-j+1})	0,0000	1,0839	0,4545	0,4337	0,9980

4) O tempo de espera pelo ônibus no bairro.

Parâmetros estatísticos	Categorias				
	1	2	3	4	5
Frequencia(fj)	110	148	8	95	40
Frequência relativa (pj)	0,2743	0,3691	0,0200	0,2369	0,0998
Frequência acumulada (Pj)	0,2743	0,6434	0,6633	0,9002	1,0000
Limite inferior da categoria (z1)	0,0000	-0,5998	0,3675	0,4216	1,2830
Limite superior da categoria (z2)	-0,5998	0,3675	0,4216	1,2830	0,0000
Ordenada do limite inferior (y1)	0,0000	0,3333	0,3729	0,3650	0,1752
Ordenada do limite superior (y2)	0,3333	0,3729	0,3650	0,1752	0,0000
Valor estimado da categoria (xj)	-1,2149	-0,1074	0,3945	0,8013	1,7562
Distância entre categorias (dj-j+1)	0,0000	1,1075	0,5018	0,4068	0,9548

5) O tempo gasto nas bilheterias.

Parâmetros estatísticos	Categorias				
	1	2	3	4	5
Frequencia(fj)	83	43	98	55	40
Frequência relativa (pj)	0,2602	0,1348	0,3072	0,1724	0,1254
Frequência acumulada (Pj)	0,2602	0,3950	0,7022	0,8746	1,0000
Limite inferior da categoria (z1)	0,0000	-0,6428	-0,2664	0,5307	1,1484
Limite superior da categoria (z2)	-0,6428	-0,2664	0,5307	1,1484	0,0000
Ordenada do limite inferior (y1)	0,0000	0,3245	0,3850	0,3465	0,2063
Ordenada do limite superior (y2)	0,3245	0,3850	0,3465	0,2063	0,0000
Valor estimado da categoria (xj)	-1,2471	-0,4492	0,1253	0,8133	1,6453
Distância entre categorias (dj-j+1)	0,0000	0,7979	0,5746	0,6880	0,8319

6) O tempo de viagem do bairro até a estação.

Parâmetros estatísticos	Categorias				
	1	2	3	4	5
Frequencia(fj)	65	131	5	130	72
Frequência relativa (pj)	0,1613	0,3251	0,0124	0,3226	0,1787
Frequência acumulada (Pj)	0,1613	0,4864	0,4988	0,8213	1,0000
Limite inferior da categoria (z1)	0,0000	-0,9892	-0,0342	-0,0031	0,9205
Limite superior da categoria (z2)	-0,9892	-0,0342	-0,0031	0,9205	0,0000
Ordenada do limite inferior (y1)	0,0000	0,2446	0,3987	0,3989	0,2612
Ordenada do limite superior (y2)	0,2446	0,3987	0,3989	0,2612	0,0000
Valor estimado da categoria (xj)	-1,5165	-0,4741	-0,0187	0,4271	1,4618
Distância entre categorias (dj-j+1)	0,0000	1,0424	0,4555	0,4457	1,0347

7) O tempo de viagem entre a estação e o centro.

Parâmetros estatísticos	Categorias				
	1	2	3	4	5
Frequencia(fj)	23	63	16	153	139
Frequência relativa (pj)	0,0584	0,1599	0,0406	0,3883	0,3528
Frequência acumulada (Pj)	0,0584	0,2183	0,2589	0,6472	1,0000
Limite inferior da categoria (z1)	0,0000	-1,5686	-0,7780	-0,6468	0,3778
Limite superior da categoria (z2)	-1,5686	-0,7780	-0,6468	0,3778	0,0000
Ordenada do limite inferior (y1)	0,0000	0,1166	0,2948	0,3236	0,3715
Ordenada do limite superior (y2)	0,1166	0,2948	0,3236	0,3715	0,0000
Valor estimado da categoria (xj)	-1,9972	-1,1143	-0,7114	-0,1231	1,0529
Distância entre categorias (dj-j+1)	0,0000	0,8829	0,4029	0,5882	1,1761

8) A lotação da viagem entre na linha alimentadora.

Parâmetros estatísticos	Categorias				
	1	2	3	4	5
Frequencia(fj)	302	74	5	13	6
Frequência relativa (pj)	0,7550	0,1850	0,0125	0,0325	0,0150
Frequência acumulada (Pj)	0,7550	0,9400	0,9525	0,9850	1,0000
Limite inferior da categoria (z1)	0,0000	0,6903	1,5548	1,6696	2,1701
Limite superior da categoria (z2)	0,6903	1,5548	1,6696	2,1701	0,0000
Ordenada do limite inferior (y1)	0,0000	0,3144	0,1191	0,0990	0,0379
Ordenada do limite superior (y2)	0,3144	0,1191	0,0990	0,0379	0,0000
Valor estimado da categoria (xj)	-0,4164	1,0554	1,6104	1,8807	2,5247
Distância entre categorias (dj-j+1)	0,0000	1,4717	0,5551	0,2703	0,6440

9) A lotação na viagem na linha troncal.

Parâmetros estatísticos	Categorias				
	1	2	3	4	5
Frequencia(fj)	287	75	8	19	5
Frequência relativa (pj)	0,7284	0,1904	0,0203	0,0482	0,0127
Frequência acumulada (Pj)	0,7284	0,9188	0,9391	0,9873	1,0000
Limite inferior da categoria (z1)	0,0000	0,6081	1,3969	1,5471	2,2356
Limite superior da categoria (z2)	0,6081	1,3969	1,5471	2,2356	0,0000
Ordenada do limite inferior (y1)	0,0000	0,3316	0,1504	0,1205	0,0328
Ordenada do limite superior (y2)	0,3316	0,1504	0,1205	0,0328	0,0000
Valor estimado da categoria (xj)	-0,4552	0,9521	1,4693	1,8198	2,5834
Distância entre categorias (dj-j+1)	0,0000	1,4073	0,5172	0,3505	0,7636

10) A quantidade de bancos disponíveis para a espera dos ônibus na estação.

Parâmetros estatísticos	Categorias				
	1	2	3	4	5
Frequencia(fj)	323	39	8	20	11
Frequência relativa (pj)	0,8055	0,0973	0,0200	0,0499	0,0274
Frequência acumulada (Pj)	0,8055	0,9027	0,9227	0,9726	1,0000
Limite inferior da categoria (z1)	0,0000	0,8614	1,2973	1,4234	1,9200
Limite superior da categoria (z2)	0,8614	1,2973	1,4234	1,9200	0,0000
Ordenada do limite inferior (y1)	0,0000	0,2753	0,1720	0,1449	0,0632
Ordenada do limite superior (y2)	0,2753	0,1720	0,1449	0,0632	0,0000
Valor estimado da categoria (xj)	-0,3418	1,0624	1,3586	1,6380	2,3025
Distância entre categorias (dj-j+1)	0,0000	1,4042	0,2961	0,2794	0,6645

11) Os dispositivos para facilitar a caminhada na estação (escadas rolantes, elevadores).

Parâmetros estatísticos	Categorias				
	1	2	3	4	5
Frequencia(fj)	233	67	9	47	44
Frequência relativa (pj)	0,5825	0,1675	0,0225	0,1175	0,1100
Frequência acumulada (Pj)	0,5825	0,7500	0,7725	0,8900	1,0000
Limite inferior da categoria (z1)	0,0000	0,2083	0,6745	0,7471	1,2265
Limite superior da categoria (z2)	0,2083	0,6745	0,7471	1,2265	0,0000
Ordenada do limite inferior (y1)	0,0000	0,3904	0,3178	0,3018	0,1880
Ordenada do limite superior (y2)	0,3904	0,3178	0,3018	0,1880	0,0000
Valor estimado da categoria (xj)	-0,6702	0,4335	0,7105	0,9681	1,7094
Distância entre categorias (dj-j+1)	0,0000	1,1036	0,2770	0,2576	0,7413

12) As distâncias de caminhada dentro da estação.

Parâmetros estatísticos	Categorias				
	1	2	3	4	5
Frequencia(fj)	17	56	16	179	135
Frequência relativa (pj)	0,0422	0,1390	0,0397	0,4442	0,3350
Frequência acumulada (Pj)	0,0422	0,1811	0,2208	0,6650	1,0000
Limite inferior da categoria (z1)	0,0000	-1,7259	-0,9110	-0,7693	0,4262
Limite superior da categoria (z2)	-1,7259	-0,9110	-0,7693	0,4262	0,0000
Ordenada do limite inferior (y1)	0,0000	0,0900	0,2634	0,2967	0,3643
Ordenada do limite superior (y2)	0,0900	0,2634	0,2967	0,3643	0,0000
Valor estimado da categoria (xj)	-2,1328	-1,2484	-0,8388	-0,1521	1,0875
Distância entre categorias (dj-j+1)	0,0000	0,8844	0,4096	0,6867	1,2396

13) As bilheterias da estação.

Parâmetros estatísticos	Categorias				
	1	2	3	4	5
Frequencia(fj)	123	60	62	59	38
Frequência relativa (pj)	0,3596	0,1754	0,1813	0,1725	0,1111
Frequência acumulada (Pj)	0,3596	0,5351	0,7164	0,8889	1,0000
Limite inferior da categoria (z1)	0,0000	-0,3594	0,0881	0,5721	1,2206
Limite superior da categoria (z2)	-0,3594	0,0881	0,5721	1,2206	0,0000
Ordenada do limite inferior (y1)	0,0000	0,3740	0,3974	0,3387	0,1894
Ordenada do limite superior (y2)	0,3740	0,3974	0,3387	0,1894	0,0000
Valor estimado da categoria (xj)	-1,0399	-0,1334	0,3237	0,8656	1,7046
Distância entre categorias (dj-j+1)	0,0000	0,9065	0,4571	0,5419	0,8390

14) A percepção de segurança nas dependências da estação.

Parâmetros estatísticos	Categorias				
	1	2	3	4	5
Frequencia(fj)	165	72	15	99	50
Frequência relativa (pj)	0,4115	0,1796	0,0374	0,2469	0,1247
Frequência acumulada (Pj)	0,4115	0,5910	0,6284	0,8753	1,0000
Limite inferior da categoria (z1)	0,0000	-0,2238	0,2302	0,3277	1,1519
Limite superior da categoria (z2)	-0,2238	0,2302	0,3277	1,1519	0,0000
Ordenada do limite inferior (y1)	0,0000	0,3891	0,3885	0,3781	0,2055
Ordenada do limite superior (y2)	0,3891	0,3885	0,3781	0,2055	0,0000
Valor estimado da categoria (xj)	-0,9456	0,0032	0,2787	0,6991	1,6481
Distância entre categorias (dj-j+1)	0,0000	0,9487	0,2756	0,4204	0,9490

15) A sinalização da estação.

Parâmetros estatísticos	Categorias				
	1	2	3	4	5
Frequencia(fj)	91	87	20	129	72
Frequência relativa (pj)	0,2281	0,2180	0,0501	0,3233	0,1805
Frequência acumulada (Pj)	0,2281	0,4461	0,4962	0,8195	1,0000
Limite inferior da categoria (z1)	0,0000	-0,7452	-0,1355	-0,0094	0,9136
Limite superior da categoria (z2)	-0,7452	-0,1355	-0,0094	0,9136	0,0000
Ordenada do limite inferior (y1)	0,0000	0,3022	0,3953	0,3989	0,2628
Ordenada do limite superior (y2)	0,3022	0,3953	0,3989	0,2628	0,0000
Valor estimado da categoria (xj)	-1,3251	-0,4269	-0,0724	0,4210	1,4564
Distância entre categorias (dj-j+1)	0,0000	0,8982	0,3545	0,4934	1,0354

16) As informações ao usuário.

Parâmetros estatísticos	Categorias				
	1	2	3	4	5
Frequencia(fj)	152	103	27	78	35
Frequência relativa (pj)	0,3848	0,2608	0,0684	0,1975	0,0886
Frequência acumulada (Pj)	0,3848	0,6456	0,7139	0,9114	1,0000
Limite inferior da categoria (z1)	0,0000	-0,2929	0,3734	0,5649	1,3494
Limite superior da categoria (z2)	-0,2929	0,3734	0,5649	1,3494	0,0000
Ordenada do limite inferior (y1)	0,0000	0,3822	0,3721	0,3401	0,1605
Ordenada do limite superior (y2)	0,3822	0,3721	0,3401	0,1605	0,0000
Valor estimado da categoria (xj)	-0,9932	0,0388	0,4677	0,9095	1,8116
Distância entre categorias (dj-j+1)	0,0000	1,0320	0,4289	0,4418	0,9021

APÊNDICE C: TABELA COM RESULTADOS DO MIS PARA OS DIFERENTES ESTRATOS

Atributos	Todos (mj)	Fem	Masc	De 1 a 3 SM	Maior que 3 SM	Menor que 1 SM
1) O tempo de espera pela linha alimentadora.	0,82	0,80	0,78	0,83	0,85	0,77
2) O tempo de espera pela linha troncal.	1,75	1,75	1,68	1,71	2,00	1,85
3) O tempo gastona estação.	1,08	1,07	1,01	1,11	1,00	0,95
4) O tempo de espera pelo ônibus no bairro.	1,15	1,14	1,07	1,18	1,05	0,97
5) O tempo gasto nas bilheterias.	1,30	1,22	1,35	1,29	1,39	1,28
6) O tempo de viagem do bairro até a estação.	1,50	1,48	1,44	1,46	1,70	1,53
7) O tempo de viagem entre a estação e o centro.	2,05	1,99	2,08	2,10	2,23	1,90
8) A lotação da viagem entre na linha alimentadora.	0,14	0,07	0,19	0,12	0,31	0,16
9) A lotação na viagem na linha troncal.	0,20	0,16	0,18	0,17	0,30	0,19
10) A quantidade de bancos disponíveis para a espera dos ônibus na estação.	0,27	0,11	0,44	0,26	0,23	0,36
11) Os dispositivos para facilitar a caminhada na estação (escadas rolantes, elevadores).	0,84	0,75	0,94	0,83	1,19	0,67
12) As distâncias de caminhada dentro da estação.	2,13	2,03	2,27	2,14	2,06	2,07
13) As bilheterias da estação.	1,13	1,07	1,16	1,16	1,25	0,80
14) A percepção de segurança nas dependências da estação.	1,14	1,04	1,24	1,16	1,38	0,91
15) A sinalização da estação.	1,46	1,30	1,71	1,51	1,24	1,31
16) As informações ao usuário.	1,03	0,95	1,09	1,08	0,82	0,75
Média	1,13	1,06	1,16	1,13	1,19	1,03

ANEXO A – PLANTAS DAS PLATAFORMAS DA ESTAÇÃO PAMPULHA

Figura 0.1: Planta da Plataforma Linhas Troncais (Arquivo cedido GEMOB/BHTRANS)

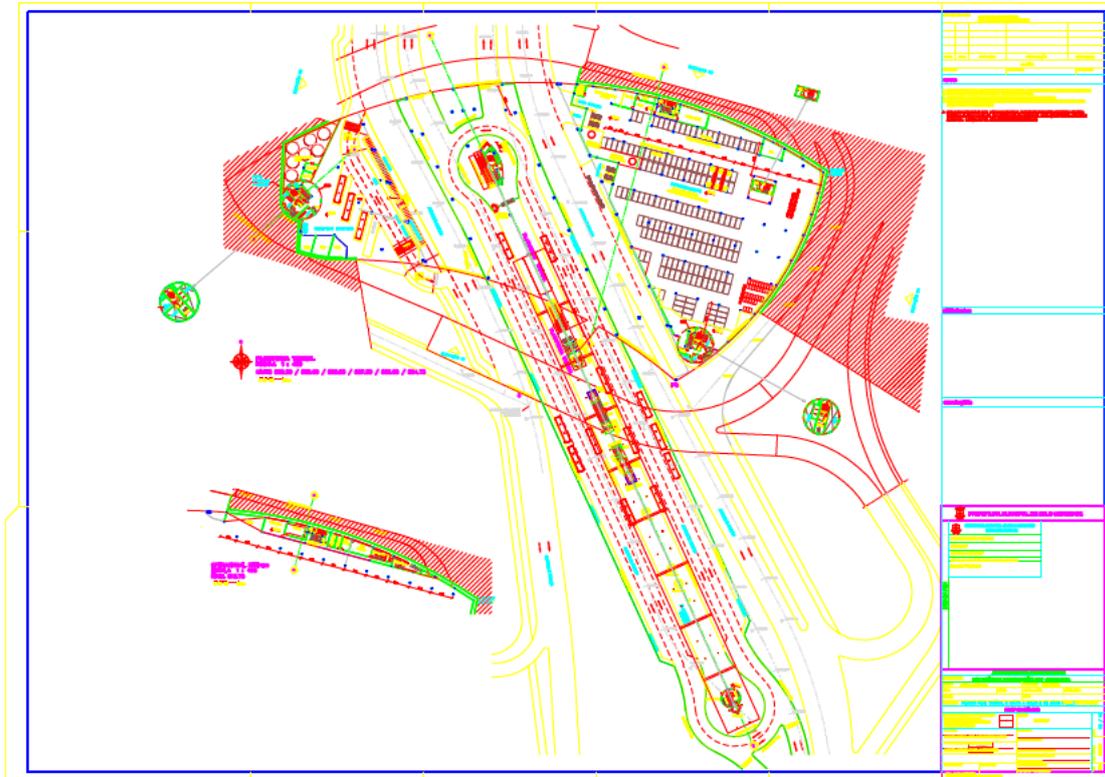


Figura 0.2: Planta da Plataforma Linhas Alimentadoras (Arquivo cedido GEMOB/BHTRANS)

