

Tiago Esteves Gonçalves da Costa

O transporte, a cidade e as pessoas

Possibilidades e implicações do uso de estações subterrâneas de ônibus compactas
no contexto de um sistema multimodal de transporte urbano

Belo Horizonte
Escola de Arquitetura e Urbanismo da UFMG
2011

Tiago Esteves Gonçalves da Costa

O transporte, a cidade e as pessoas – Possibilidades e implicações do uso de estações subterrâneas de ônibus compactas no contexto de um sistema multimodal de transporte urbano

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo

Área de concentração: Teoria, Produção e Experiência do Espaço

Orientador: Roberto Luís de Melo Monte-Mór

Belo Horizonte
Escola de Arquitetura e Urbanismo da UFMG
2011

FICHA CATALOGRÁFICA

C837t

Costa, Tiago Esteves Gonçalves da.

O transporte, a cidade e as pessoas [manuscrito] : possibilidades e implicações do uso de estações subterrâneas de ônibus compactas no contexto de um sistema multimodal de transporte urbano / Tiago Esteves Gonçalves da Costa. - 2011.

184 f. : il.

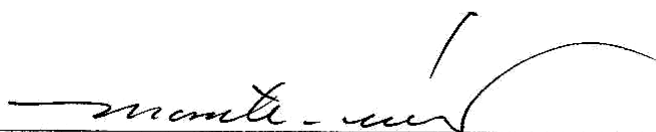
Orientador: Roberto Luís de Melo Monte-Mór.

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

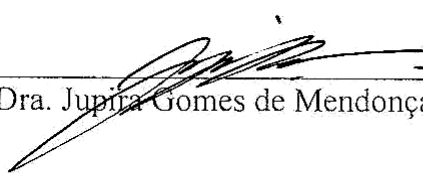
1. Planejamento urbano. 2. Espaço urbano. 3. Transporte urbano. 4. Terminais (Transportes). I. Monte-Mór, Roberto Luís de Melo. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. III. Título.

CDD 388.4

Dissertação defendida junto ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais e aprovada em 25 de agosto de 2011 pela Comissão Examinadora:



Professor Dr. Roberto Luís de Melo Monte-Mór (Orientador -UFMG)



Professora Dra. Jupira Gomes de Mendonça (EA-UFMG)



Professor Dr. Leandro Cardoso (EE-UFMG)

AGRADECIMENTOS

A meus queridos Juliana, Lucas, Felipe e Ana, pelo apoio, pela paciência e pelo carinho durante todo o trabalho;

a Cristina Esteves, pela ajuda e pelos valiosos conselhos nos momentos finais;

a meu orientador, Roberto Monte-Mór, pela imprescindível ajuda no direcionamento do trabalho;

a meus colegas Daniel Freitas, Guilherme Grochowski, Henrique Gazzola, Humberto Guimarães, Lucas Milani, Mauro César Ribeiro, Taís Lara e Tarcísio Gontijo, pelo apoio, pelos comentários e pelo auxílio na construção das ideias;

a Marcelo Cintra e Rogério Carvalho, da BHTrans, pelas informações e contribuições para a consolidação da proposta e das análises;

a José Félix Gómez, pelas informações disponibilizadas sobre projetos de estações de TRO e sobre o funcionamento das mesmas;

à Prefeitura de Belo Horizonte, pelas informações fornecidas.

*It is important to keep in mind that
what matters most about cities
is people and places,
not traveling.*

(CERVERO, 1998, p. 12)

RESUMO

Os deslocamentos das pessoas nas grandes cidades brasileiras estão se tornando, ano a ano, mais difíceis e penosos. As frotas de veículos crescem continuamente e este crescimento não é acompanhado por ampliações proporcionais no sistema viário, aumentando os congestionamentos. Se os transportes públicos, na maior parte das situações, sempre ofereceram serviços precários a seus usuários, os crescentes congestionamentos fizeram com que a situação de precariedade face ao transporte urbano atingisse também aqueles com acesso a carros particulares. Dada a impossibilidade de se resolver o problema dos congestionamentos causados por veículos particulares, a solução deve visar melhorias no transporte coletivo. Dentre os meios de transporte coletivo, o metrô goza de grande popularidade por oferecer simultaneamente alta capacidade, velocidade e relativo conforto. Mas o meio de transporte coletivo mais usado na maioria das cidades, em todo o mundo, é o ônibus. Além do baixo custo, ele tem a flexibilidade como grande vantagem. Recentemente, inovações aplicadas sobre sistemas de transporte por ônibus têm conseguido melhorar sua capacidade, velocidade e conforto. Tal discussão é abordada neste trabalho com o foco sobre a relação do transporte com o espaço urbano. Considerando-se a importância dos meios de transporte coletivo, sua grande diversidade e a inter-relação dos deslocamentos das pessoas com o espaço da cidade, uma categoria de lugares mostra-se particularmente importante: trata-se das estações de transferência de passageiros. O estudo dos sistemas de transporte por ônibus conhecidos por Bus Rapid Transit (BRT), ou Transporte Rápido por Ônibus (TRO) indicou que suas estações, apesar de constituírem uma peça estratégica para o bom funcionamento de todo o sistema, também apresentam sérios impactos e restrições para os lugares onde se implantam, constituindo o elemento do sistema que maior pressão exerce sobre o espaço urbano. Visto como uma possível solução para estes problemas, um modelo de estação subterrânea de TRO foi analisado neste trabalho. Esses

sistemas são relativamente novos e estações subterrâneas não se encontram difundidas, apesar de não serem inéditas. A avaliação das possibilidades do uso de tais infra-estruturas foi realizada, neste trabalho, em primeiro lugar, de forma isolada e genérica, considerando-as fora de um sistema específico e, em seguida, verificando-se as potencialidades e limitações de seu uso para a constituição de um corredor de transporte específico – a Avenida Amazonas, em Belo Horizonte. Os resultados revelaram grande potencial de tais estações. Se a topografia revelou-se um grande condicionante para seu uso, quando em situações favoráveis, a análise das estações subterrâneas mostrou que elas oferecem diversas vantagens relacionadas à implantação da estação, à operação dos serviços de transporte e à integração destes com outros serviços e com o espaço urbano.

Palavras chave: transporte urbano, estação de transporte, BRT, espaço urbano.

RÉSUMÉ

Les déplacements des personnes dans les grandes villes brésiliennes devient de plus en plus difficile et pénible. Le nombre de véhicules y augmente continuellement et cette croissance ne s'accompagne pas d'expansions proportionnelles dans le système routier, ce qui provoque l'augmentation des embouteillages. Si les transports publics, dans la plupart des situations, y ont toujours offert des services précaires à leurs utilisateurs, les embouteillages croissants mettent ceux qui ont accès aux voitures privées dans une situation également précaire face aux transports urbains. Compte tenu de l'impossibilité de résoudre les problèmes du trafic routier causés par les véhicules privés, la solution doit cibler les améliorations dans les transports publics. Parmi les moyens de transport collectifs urbains, le métro jouit d'une grande popularité, car il offre, à la fois, haute capacité et haute vitesse et un bon niveau de confort. Mais le moyen de transport public le plus utilisé dans la plupart des villes du monde entier est le bus. Outre son faible coût, sa flexibilité se montre un grand avantage. Récemment, des innovations appliquées à des systèmes de transport par autobus ont augmenté leurs niveaux de capacité, vitesse et confort. La discussion de ce travail met l'accent sur la relation des transports avec l'espace urbain. La prise en compte de l'importance des transports publics, de leur grande diversité et de la corrélation des déplacements des personnes avec l'espace urbain montre qu'une catégorie d'espaces est particulièrement importante: ce sont les stations pour le transfert des passagers, les pôles d'échanges. L'étude du système de transport par autobus connu comme Bus Rapid Transit (BRT) a indiqué que ses stations sont stratégiques pour le bon fonctionnement de l'ensemble du système, mais aussi, qu'elles créent de grands impacts sur ses environs et constituent les éléments du système qui exercent le plus de pression sur l'espace urbain. Envisagé comme une possible solution à ces problèmes, un modèle de station de BRT souterraine a été analysé dans ce travail. Ces systèmes sont relativement récents et des stations souterraines ne sont pas

répandues, mais ne sont inédites non plus. Leur évaluation a été réalisée premièrement de forme isolée, en dehors d'un système spécifique et, ensuite, leurs potentialités et limitations ont été examinées dans le contexte d'un couloir de transport: l'Avenue Amazonas, à Belo Horizonte. Les résultats ont indiqué un grand potentiel de ces stations. Si la topographie impose des restrictions à leur utilisation, lorsque les situations sont favorables, les stations souterraines offrent plusieurs avantages liés à leur aspect physique, au fonctionnement des services de transport et à leur intégration à d'autres services et à l'espace urbain.

Mots clés: transport urbain, pôle d'échange, BHNS, BRT, espace urbain.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Divisão modal dos deslocamentos em Belo Horizonte, 2002.....	21
Figura 2 – Divisão modal dos deslocamentos nos municípios brasileiros com mais de 60 mil habitantes por porte de município – 2009	23
Figura 3 – Evolução da frota de automóveis e motocicletas em Belo Horizonte de 2001 a 2007	26
Figura 4 – Comparação das áreas necessárias para se transportar 60 pessoas em automóveis particulares e em um ônibus	33
Figura 5 – Possibilidades de criação de várias rotas diretas com TRO através do uso de trechos de corredores distintos	54
Figura 6 – Imagem do sistema de VLT de Estrasburgo, França	55
Figuras 7 e 8 – Imagens do sistema Transmilenio, de Bogotá	55
Figuras 9 e 10 – Estação Aarão Reis, em Belo Horizonte	74
Figura 11 – Estação do sistema Transmilenio, em Bogotá	77
Figura 12 – Comparação da largura viária ocupada por um corredor de ônibus com uma pista por sentido e por uma estação com faixa dupla.	80
Figura 13 – Configuração básica de uma estação subterrânea de ônibus compacta	83
Figura 14 – Comparação entre a configuração básica da estação subterrânea e a estação com galeria intermediária.	85
Figura 15 – Comparação entre a configuração básica da estação subterrânea e a estação com duas pistas em cada acesso para veículos.	86
Figura 16 – Continuidade da Rua Antônio de Albuquerque interrompida pela trincheira que liga a Rua Rio Grande do Norte à Avenida Nossa Senhora do Carmo, em Belo Horizonte	94
Figura 17 – Relações entre altura, declividade e comprimento dos acessos para veículos em estações subterrâneas de ônibus compactas	95
Figura 18 – Influência da topografia sobre os acessos para veículos de estações de ônibus subterrâneas compactas	96
Figura 19 – Avenida Bernardo Monteiro, em Belo Horizonte, com arborização intensa.....	98
Figura 20 – Estação subterrânea de ônibus compacta integrada com serviços de ônibus de superfície e metrô subterrâneo	109

Figura 21 – Carregamento de passageiros de transporte coletivo no horário do pico da manhã – Belo Horizonte, 2008	125
Figura 22 – Trajetos das linhas de ônibus que utilizam a Avenida Amazonas ou o eixo Via Expressa/Avenida Tereza Cristina	127
Figura 23 – Volumes de tráfego em algumas das principais vias de Belo Horizonte, sentido centro – 2008	129
Figura 24 – Metrô de Belo Horizonte: linha existente e linhas projetadas	131
Figura 25 – Plano de Corredores de TRO para Belo Horizonte de médio e longo prazos	133
Figura 26 – Corredores de TRO para Belo Horizonte com implantação prevista até 2014.....	134
Figura 27 – Rotor composto pelas avenidas Santos Dumont, Paraná e Amazonas.....	136
Figura 28 – Localização do eixo da Avenida Amazonas na RMBH	137
Figura 29 – Foto do primeiro trecho do eixo em estudo: Avenida Amazonas, área central de Belo Horizonte	140
Figura 30 – Foto do segundo trecho do eixo em estudo: Avenida Amazonas, área pericentral de Belo Horizonte	141
Figura 31 – Foto do terceiro trecho do eixo em estudo: Avenida Cardeal Eugênio Pacelli, Contagem	141
Figura 32 – Foto do quarto trecho do eixo em estudo: Rodovia Fernão Dias, Betim	142
Figura 33 – Densidade demográfica – Belo Horizonte e entorno, 2010	143
Figura 34 – Densidade construtiva – Belo Horizonte, 2006.....	144
Figura 35 – Mapa geral do corredor de TRO proposto.....	148
Figura 36 – Terreno do novo terminal de integração proposto.....	148
Figura 37 – Mapa das estações do corredor de TRO proposto para a Av. Amazonas.....	150
Figura 38 – Planta e seção do corredor de TRO proposto para a Av. Amazonas...	154
Figura 39 – Seção das estações subterrâneas compactas do corredor proposto...	156
Figura 40 – Proposta de estação subterrânea para a Praça Sete de Setembro	163

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1 – Aspectos considerados para a análise da proposta conceitual da estação subterrânea de ônibus compacta	19
Quadro 2 – Classificação das características dos meios de transporte	46
Quadro 3 – Custo e extensão de alguns sistemas de transporte de alta capacidade	58
Quadro 4 – Tempo gasto em um deslocamento de 10km com o uso de diferentes meios de transporte	61
Quadro 5 – Diversidade dos meios de transporte que podem atender uma estação de transporte urbano	69
Quadro 6 – Síntese dos resultados da análise de estações subterrâneas de ônibus compactas	111
Quadro 7 – Quantidade de travessias para pedestres por trecho do eixo em estudo	139
Quadro 8 – Situação das estações do corredor de TRO da Av. Amazonas.....	153

LISTA DE ABREVIATURAS

BHTrans – Empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte

BRT – Bus Rapid Transit

CBTU – Companhia Brasileira de Trens Urbanos

RMBH – Região Metropolitana de Belo Horizonte

TRO – Transporte Rápido por Ônibus

VLT – Veículo Leve sobre Trilhos

VULO – Via Urbana Leste-Oeste

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1. CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROBLEMA DO TRANSPORTE URBANO DE PASSAGEIROS EM METRÓPOLES	21
1.1. O transporte de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros.....	21
1.1.1. Questões sociais ligadas ao transporte de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros	22
1.1.2. Aumento da frota e congestionamentos	25
1.1.3. Modelos de cidade e os deslocamentos das pessoas.....	27
1.2. O transporte e a cidade.....	30
1.2.1. Impactos dos sistemas de transporte na cidade.....	30
1.2.2. Relações entre o transporte e os usos do solo urbano.....	34
1.2.3. Infraestrutura dos sistemas de transporte	38
1.3. O transporte e as pessoas.....	40
1.3.1. O corpo e os meios de transporte	40
1.3.2. Aspectos subjetivos ligados ao transporte urbano	43
1.3.3. O uso dos meios de transporte e as escolhas pessoais.....	45
1.4. Meios de transporte coletivo	47
1.4.1. Informações.....	47
1.4.2. Trilhos x Pneus.....	50
1.4.3. Rede de transporte multimodal.....	59
2. ANÁLISE DE ESTAÇÕES SUBTERRÂNEAS DE ÔNIBUS COMPACTAS.....	65
2.1. Estações de transporte urbano.....	65
2.1.1. Importância e potencialidades de estações de transporte urbano.....	65
2.1.2. Diversidade e características das estações de transporte urbano	68
2.1.3. Especificidades de estações de sistemas de Transporte Rápido por Ônibus .	75
2.2. Concepção, justificativa e variações das estações subterrâneas de ônibus compactas	82

2.2.1. Concepção e justificativa das estações subterrâneas de ônibus compactas ..	82
2.2.2. Modelos e variações das estações subterrâneas de ônibus compactas	84
2.3. Análise da estação subterrânea de ônibus compacta	87
2.3.1. Avaliação das características físicas da estação.....	88
2.3.2. Avaliação das características operacionais da estação.....	99
2.3.3. Avaliação da estação quanto à integração com a cidade, as pessoas e outros modais de transporte	104
2.3.4. Quadro síntese com os resultados da análise da estação subterrânea de ônibus compacta	110
2.3.5. Discussões adicionais sobre possibilidades de alterações na forma de operação dos serviços de transporte no interior da estação	112
3. CONSIDERAÇÕES SOBRE AS POSSIBILIDADES DE IMPLANTAÇÃO DE UM CORREDOR DE TRANSPORTE DE MASSA POR ÔNIBUS COM O USO DE ESTAÇÕES SUBTERRÂNEAS COMPACTAS NA AV. AMAZONAS	116
3.1. Caracterização do eixo da Avenida Amazonas.....	117
3.1.1. Breve histórico e características do eixo da Avenida Amazonas.....	117
3.1.2. O transporte no eixo oeste da RMBH	124
3.1.3. Algumas características urbanísticas da Avenida Amazonas.....	136
3.2. Considerações sobre as possibilidades de implantação de infraestrutura de TRO com o uso de estações subterrâneas na Av. Amazonas	145
3.2.1. Estruturação do corredor – eixos e terminais	146
3.2.2. Locação das estações	149
3.2.3. Lançamento das estações subterrâneas no eixo do corredor, observações sobre sua situação e suas implicações	153
3.2.4. Integração com outros serviços de transporte, com a cidade e com as pessoas	160
3.2.5. Estação Praça Sete de Setembro	161
CONSIDERAÇÕES FINAIS	166
REFERÊNCIAS.....	172
ANEXOS	177

INTRODUÇÃO

Este trabalho trata de transporte urbano. Ainda que ciente da importância da locomoção de bens e cargas em geral, seu foco está nos deslocamentos das pessoas nas cidades. Sobre estas últimas, a atenção recai sobre as maiores delas, regiões metropolitanas e áreas urbanas com mais de um milhão de habitantes, onde as complexidades e os problemas relacionados ao transporte apresentam-se com maior intensidade. São consideradas sobretudo as grandes cidades brasileiras e, particularmente, Belo Horizonte e sua região metropolitana, que foram escolhidas para ilustrar e avaliar as ideias aqui expostas.

A questão do transporte urbano de passageiros é abordada predominantemente pelo lado urbanístico, sem que tenham sido ignoradas questões técnicas sobre os meios de transporte. Nesse sentido, o trabalho traz à tona diversos aspectos da relação entre o sistema de transporte de uma cidade e a estrutura urbana. Entende-se aqui *sistema de transporte* como o conjunto das infraestruturas e dos serviços disponíveis para a locomoção das pessoas e o transporte dos bens pela cidade; *estrutura urbana* é considerada da maneira mais ampla possível: engloba a organização das atividades no espaço urbano, o uso e a ocupação do solo urbano e a apropriação do espaço urbano – até mesmo simbólica.

A relação entre a cidade e o transporte urbano é uma questão extremamente complexa. Deve-se observar que existe uma influência mútua entre essas duas esferas. O transporte e a estrutura urbana são interdependentes, e essa interdependência se dá nos dois sentidos, ou seja, a cidade influencia os deslocamentos e as formas como eles se dão, assim como a organização do espaço e do tecido urbano se altera em função dos deslocamentos e dos elementos que os promovem: mudanças em padrões de assentamento ou uso do solo provocam alterações nos modos de transporte. Por outro lado, alterações na oferta ou na infraestrutura de transporte (implantação de uma avenida ou uma linha de metrô, por exemplo) causam transformações no uso e na ocupação dos espaços da cidade.

Além disso, acrescenta-se o fato de tais influências e interdependências se darem em diversos níveis, escalas e estarem ligadas a temáticas diferentes: existem questões políticas, econômicas, técnicas, tecnológicas, urbanísticas e sociais diretamente ligadas ao transporte urbano, assim como ele envolve aspectos regionais, municipais, locais e mesmo pessoais em cada uma dessas temáticas.

A questão do transporte urbano foi tradicionalmente tratada por técnicos e engenheiros de transporte e a eles era delegada a tarefa de resolver os problemas relacionados ao tema. Isso significa que o foco era colocado sobre aspectos operacionais – capacidade, velocidade, fluidez – muitas vezes em detrimento de outros – relação dos sistemas de transporte com o uso do solo, impactos urbano-ambientais, preferências do usuário, etc. Aduardo Cardoso, ao analisar alguns planos diretores pós-Constituição de 1988, observa que existe “um desequilíbrio entre as seções ligadas aos instrumentos de controle de uso do solo e à política habitacional, que se utilizam de uma linguagem de caráter mais político, e as ligadas aos transportes e ao sistema viário, de teor técnico evidente.” (CARDOSO, 1997, p. 97).

O trabalho tem por objetivo contribuir com a discussão sobre o transporte urbano, a estrutura das cidades e seu planejamento, buscando organizar e desenvolver algumas ideias relacionadas aos temas e direcionando a análise para as relações entre a transporte e o espaço da cidade. Ele possui três capítulos.

O primeiro deles, assim como a primeira seção do segundo e do terceiro capítulos, correspondem à revisão bibliográfica e à fundamentação teórica do trabalho. É preciso esclarecer que esta leitura representa também uma interpretação do problema do transporte de passageiros nas grandes cidades brasileiras que orientou a escolha do tema e encaminhou o desenvolvimento do trabalho. Esta interpretação pode ser resumida e simplificada expressa da seguinte forma:

As condições de mobilidade dos habitantes das grandes cidades brasileiras vêm sendo, ultimamente, erodidas e um dos principais responsáveis é o aumento da frota (relacionado com o aumento da renda da população) que causa crescentes congestionamentos. A ampliação das infraestruturas destinadas aos

veículos particulares mostra-se inviável, pois ela não consegue acompanhar o ritmo do aumento da frota. Assim, o transporte coletivo apresenta-se como a solução mais adequada. Deve-se observar que, através desta interpretação, as grandes cidades brasileiras encontram-se em situação precária com relação a este tema, com serviços e infraestruturas de má qualidade ou mesmo inexistentes.

Ao se analisar os meios de transporte coletivo, nota-se que, a despeito das grandes vantagens oferecidas pelos modais sobre trilhos, recentes avanços em sistemas de transporte sobre pneus, aliados a seus baixos custos de implantação, fazem com que eles se mostrem alternativas interessantes, mesmo para corredores de transporte com altas demandas, onde os modos ferroviários seriam tradicionalmente indicados. Tal observação considera as deficiências dos transportes nas cidades brasileiras e a conseqüente urgência da melhoria das suas condições, sugerindo, inclusive, que se adotem soluções emergenciais com o uso de sistemas de ônibus de alta qualidade em corredores onde existem linhas de metrô planejadas, sem que isso signifique o abandono do plano ferroviário. Tal postura não significa a apologia dos transportes sobre pneus em detrimento daqueles sobre trilhos: defende-se que toda grande cidade precisa de uma rede multimodal, com sistemas variados, para atender a grande variedade de deslocamentos gerada por regiões densamente habitadas.

É preciso salientar que, ao longo da discussão, o transporte urbano é sempre considerado em sua relação com a estrutura e o espaço da cidade. Considerando-se a importância dos meios de transporte coletivo, sua grande diversidade e a interrelação dos deslocamentos das pessoas com o espaço da cidade, uma categoria de lugares mostra-se particularmente importante: trata-se das estações de transferência de passageiros. Estes equipamentos têm um papel extremamente complexo, tanto para a cidade quanto para o sistema de transporte.

No tecido urbano, as estações de transbordo representam uma articulação tanto na escala da aglomeração (por ser um grande nó na rede que interliga os lugares da cidade), quanto na escala do bairro, da rua e dos lugares, por

ser, ela própria, um lugar com elevada carga funcional e simbólica. No sistema de transporte as estações representam o grande desafio de propiciar às pessoas a transferência entre diferentes modais de transporte, cada qual apresentando suas próprias características operacionais, fazendo com que tal transferência implique num mínimo de desconforto aos usuários.

O estudo dos sistemas de transporte por ônibus conhecidos por Bus Rapid Transit (BRT), que aqui serão chamados de Transporte Rápido por Ônibus (TRO), indicou que suas estações, além de constituírem, como se verá, uma peça estratégica para o bom funcionamento de todo o sistema, também apresentam sérios impactos e restrições para os lugares onde se implantam.

A ideia de fazer uso de estações subterrâneas em sistemas como esse surgiu ao se imaginar como seria possível viabilizá-los sem os impactos urbanísticos dos pontos de parada convencionais, e foi seguida pela busca de exemplos semelhantes, que se mostrou infrutífera nos primeiros momentos. A inexistência de estações como as imaginadas (mesmo em projeto) foi, de certa forma, surpreendente, pois a ideia parecia adequada e promissora. Tais fatos motivaram o desenvolvimento do Capítulo 2 deste trabalho: a avaliação das possibilidades do uso de tais estações, que foram batizadas de estações subterrâneas de ônibus compactas, o último termo distinguindo o objeto daquilo que normalmente se imagina de uma estação de ônibus: um grande equipamento (como se verá, o objeto que será analisado não é exatamente pequeno, mas, ainda assim, a denominação parece adequada, tendo em vista o porte de várias outras estações existentes, e até mesmo a ideia que acompanha a expressão “estação de ônibus”, que evoca um equipamento de grandes proporções).

Em meados de 2010, com o trabalho já em curso, tivemos acesso a um projeto de uma estação com as mesmas características descritas acima, subterrânea e compacta, desenvolvido pela empresa Mobilé para o sistema Transmilenio de Bogotá, Colômbia. Este sistema, implantado no ano 2000, foi um divisor de águas na história dos sistemas avançados de ônibus, demonstrando, na

prática, que eles poderiam lidar com altos volumes de passageiros. Mesmo não implantado (e sem previsão para tal), o projeto da estação subterrânea contribui para justificar a validade da proposta conceitual aqui formulada.

Deve-se ressaltar que é disso que a avaliação do segundo capítulo trata, de uma proposta conceitual, e não de um projeto específico. Assim, são consideradas diversas possíveis variações, tanto internas ao projeto da estação, quanto externas, ligadas às condições de seu local de implantação e entorno. Esta abordagem permitiu uma avaliação mais ampla, onde as possibilidades e limitações da estação são indicadas em graus variados para diferentes configurações e contextos. Por outro lado, a abordagem da estação de forma genérica elimina da análise um aspecto central da discussão inicial: a formação de um corredor, que interligue diferentes lugares da cidade.

É nesse sentido que o terceiro capítulo completa o trabalho, ampliando e territorializando a discussão com considerações sobre o uso de estações subterrâneas de ônibus compactas em um eixo urbano específico. Para isso foi selecionada a Avenida Amazonas, em Belo Horizonte. A escolha deste corredor, como se verá, tem diversos motivos, sendo os principais o fato de ser o trecho viário com os maiores volumes de passageiro por transporte coletivo em toda a região metropolitana e de já ter havido proposta de implantação de corredor de TRO nessa avenida, por parte do poder público municipal, sem que haja projeto específico em desenvolvimento.

Mantendo-se sempre as possibilidades e implicações das estações subterrâneas no centro da discussão, considerou-se para a Avenida Amazonas, não um projeto definido e fechado, mas um estudo que buscasse avaliar as potencialidades e limitações decorrentes do uso de tais infraestruturas para o sistema de transporte e para a cidade.

Do ponto de vista metodológico, as especificidades das avaliações que se realizaram exigiram a definição de critérios específicos para cada situação.

Para a avaliação da proposta conceitual da estação subterrânea de ônibus compacta, considerou-se, em primeiro lugar, que, por se tratar de um equipamento com a finalidade de atender a sistemas de transporte com características específicas e definidas – sistemas de TRO – a análise deveria ser realizada, em grande parte, em comparação com as estações convencionais dos sistemas de TRO (de superfície). Nesse sentido, uma pré-análise determinou as características a serem consideradas, agrupadas em três grupos: 1/ características relacionadas aos aspectos físicos da estação; 2/ características que afetam a operação dos serviços de transporte na estação e 3/ características ligadas à relação da estação com a cidade. As características selecionadas encontram-se no Quadro 1:

Quadro 1 – Aspectos considerados para a análise da proposta conceitual da estação subterrânea de ônibus compacta

Físicas	Operacionais	De integração
<ul style="list-style-type: none"> • Impactos urbanísticos e ambientais • Espaço (considerando-se maior ou menor necessidade de desapropriações) • Custo 	<ul style="list-style-type: none"> • Impactos sobre o tráfego geral • Impactos sobre a circulação de ônibus • Acessibilidade para pedestres • Espaço para passageiros • Poluição e ruídos 	<ul style="list-style-type: none"> • Integração com o entorno • Integração com outros serviços de transporte sobre pneus, operando tanto dentro quanto fora da estação • Integração com serviços de metrô operando abaixo da estação.

Elaboração própria

Os critérios e parâmetro usados para se analisar a performance da estação com relação a cada característica foram determinados a partir das referências bibliográficas deste trabalho. Foram considerados especialmente: ITDP, 2007 (que trata das características de sistemas TRO, inclusive estações); HOROWITZ e THOMPSON, 1994 (que estabelece ferramentas e critérios para a avaliação de projetos de estações de transporte intermodais urbanas); MENERAULT, 2006 (que, ao tratar das estações de transbordo francesas, fornece instrumentos para sua análise, além de indicar aspectos importantes na relação

destas com os espaços e as estruturas das cidades); CERVERO, 1998 (que discute as relações de sistemas de transporte com a estrutura urbana de grandes cidades) e VASCONCELLOS, 2000 (que discute a questão do transporte urbano nos países em desenvolvimento, trazendo alguns comentários sobre estações de ônibus).

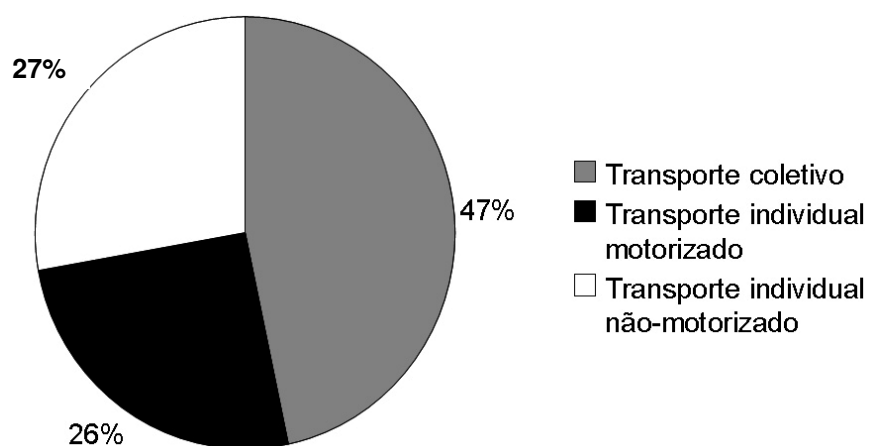
Para a elaboração do terceiro capítulo foi realizado um levantamento de dados sobre a Avenida Amazonas. Foi traçado, inicialmente, um breve histórico do eixo oeste de Belo Horizonte e da RMBH, baseado em PLAMBEL, 1984 e FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1994. Selecionaram-se indicadores chave, que, mesmo que em pequena quantidade, dessem informações relevantes às questões em pauta. Sobre o transporte, levantaram-se os volumes de passageiros transportados por modos coletivos (ônibus e metrô), as linhas de ônibus que fazem uso da avenida, os volumes de tráfego e os projetos existentes. Estas informações foram coletadas junto à Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte (BHTrans) e à Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU) e em trabalhos desenvolvidos por ou para elas. A respeito de questões urbanísticas, foram considerados as densidades demográficas ao longo do corredor, obtidos através de dados do Censo de 2010 (IBGE, 2011), assim como as características físicas e ambiências da avenida, levantadas em campo em visitas realizadas em 2010 e 2011. Finalmente, foi lançado no eixo viário um esboço de um corredor de TRO com estações subterrâneas de ônibus compactas. A análise desse corredor permitiu uma discussão mais específica sobre as estações subterrâneas; as possibilidades e implicações do uso de tais estações no corredor foram levantadas a partir da análise de seu traçado, viabilidade e limitações, com base nas considerações sobre as questões urbanas e de transporte do eixo da Avenida Amazonas, na bibliografia sobre TRO e nos resultados obtidos no segundo capítulo.

1 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROBLEMA DO TRANSPORTE URBANO DE PASSAGEIROS EM METRÓPOLES

1.1 O transporte de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros

A forma mais simples de se classificar a maneira como as pessoas se deslocam é através da oposição entre os modos motorizados e aqueles não motorizados. Os modos motorizados podem ser subdivididos em individual e coletivo. Essas três subdivisões – transporte motorizado individual, transporte motorizado coletivo e transporte não motorizado – além de abarcarem a totalidade dos deslocamentos, representam, de maneira aproximada, fatias uniformes na partição modal dos deslocamentos nas grandes cidades brasileiras. Em Belo Horizonte tinha-se, em 2002, a seguinte situação:

Figura 1 – Divisão modal dos deslocamentos em Belo Horizonte, 2002.



Elaboração própria baseado em BHTRANS, 2009a, p. 78

Ao se analisar mais detalhadamente a questão, nota-se claramente que existe uma intensificação dos modos individuais motorizados tanto em termos temporais como espaciais. Ao mesmo tempo em que o uso de carros e motos particulares tem se tornado mais acentuado nos últimos anos (em Belo Horizonte a taxa era de 20,6 % em 1995 e de 24,6 % em 2002) ele também o é à medida que se

aproxima do centro da área urbana: 22 % na Região Metropolitana de Belo Horizonte, 24,6% no município de Belo Horizonte e mais de 35% na região centro-sul do município (37,2% para a área central e 45,3% para a região sul) (BHTRANS, 2009a). O que mostra uma clara preferência do transporte individual motorizado por parte dos setores de maior renda¹.

1.1.1 Questões sociais ligadas ao transporte de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros

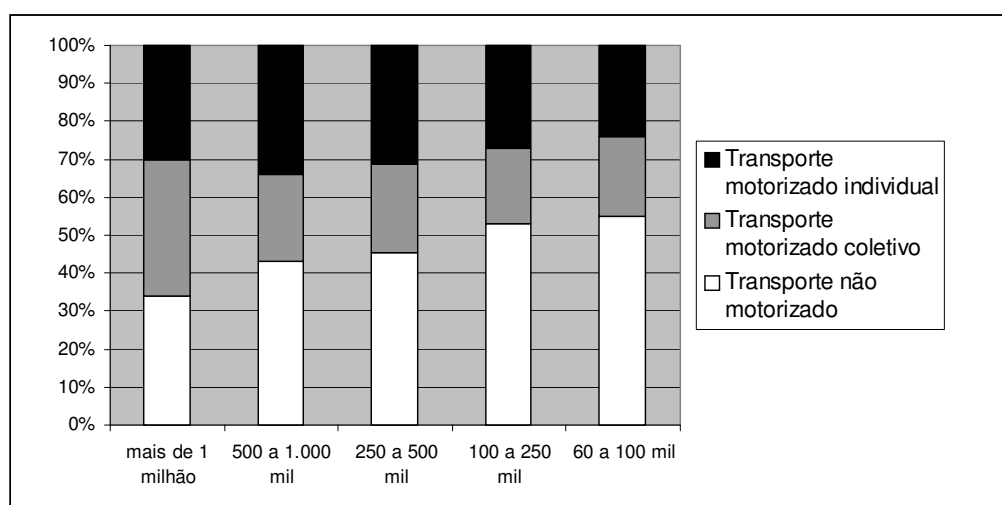
Não há dúvidas de que os modos não motorizados – a pé e de bicicleta – correspondem às formas mais racionais de deslocamento: eles poluem menos, consomem menos energia, exigem menores custos de infraestrutura e de operação e exigem menos espaço do que a maioria das formas motorizadas, sobretudo as individuais. É importante observar também que o modo a pé de deslocamento é sempre usado como forma complementar quando se usam os modos motorizados (do ponto de origem ao ponto de embarque ou ao estacionamento e desses ao ponto de destino).

Entretanto, se os meios não motorizados são muito usados para deslocamentos de curta distância, eles possuem claras limitações para grandes distâncias – alguém que mora a mais de 30 km do local de trabalho não considera a possibilidade de ir e voltar a pé diariamente. Isso se torna uma questão particularmente relevante nas grandes cidades, onde deslocamentos longos são mais frequentes. Eduardo Vasconcellos afirma que “enquanto as cidades pré-automóveis permitiam um consumo ilimitado do espaço por qualquer pessoa, as cidades modernas começaram a espalhar-se em áreas maiores, tornando difícil depender de transporte não motorizado.” (VASCONCELLOS, 2000, p. 172). Assim, nas grandes cidades, a discussão e a avaliação dos diferentes modos de transporte motorizados passa a ser muito relevante. De fato, como se observa na figura 2, que ilustra a divisão modal dos deslocamentos nos municípios brasileiros por porte de

¹ A região sul de Belo Horizonte abriga grande parte dos estratos de maior renda.

município, quanto maior o tamanho de uma cidade, maior também é a proporção de deslocamentos motorizados realizados por sua população. É interessante também observar que a menor proporção de deslocamentos não motorizados nas maiores cidades é coberta sobretudo pelos modos coletivos, que agrupam a maior parte dos deslocamentos nas cidades com mais de 1 milhão de habitantes.

Figura 2 – Divisão modal dos deslocamentos nos municípios brasileiros com mais de 60 mil habitantes por porte de município – 2009



Elaboração própria baseado em ANTP, 2010, p. 7

O transporte individual motorizado é certamente o modo mais cômodo e confortável de deslocamento. Ignorando seus impactos e custos sociais, ambientais e econômicos, as vantagens são incomparáveis: ele proporciona a seu usuário deslocamentos do tipo porta-a-porta, de qualquer ponto a qualquer outro, a qualquer momento. Isso, é claro, ignorando-se os impactos.

Não é por acaso que o automóvel, desde seu surgimento, no fim do século XIX, tornou-se, de forma crescente, a opção preferida das sociedades nos deslocamentos urbanos. A maioria daqueles que não se deslocam usualmente de carro, não o faz porque não pode.

Porém, muitos não podem. Como mostrou a figura 2, os deslocamentos em transporte individual motorizado correspondem a apenas uma fatia entre um

terço e um quarto do total, nas cidades brasileiras com mais de 60 mil habitantes. Entretanto essa minoria conta com as maiores vantagens dentro dos sistemas de transporte urbanos brasileiros. De fato os cerca 25% de deslocamentos em transporte individual ocupam aproximadamente 75% do sistema viário. Isso mostra que a maior parte do investimento em sistema viário – um dos elementos mais caros dos sistemas de transporte – tem sido direcionada e apropriada por uma minoria e, o que seria mais grave, justamente pela minoria que já se encontra em melhor situação.

Assim, é possível afirmar que, no contexto da mobilidade e do transporte urbano, podem-se observar processos semelhantes àqueles que Lúcio Kowarick chamou de espoliação urbana, ou “o somatório de extorsões que se opera através da inexistência ou precariedade de serviços de consumo coletivo”. (KOWARICK, 1979, p. 59).

A espoliação, no contexto do transporte urbano, ocorre tanto no que diz respeito aos serviços de transporte quanto no tocante ao tecido urbano e à distribuição das atividades. Segundo Eduardo Vasconcellos (2000, p. 171), “ao considerar as questões do transporte urbano, dois aspectos específicos devem ser enfatizados: a segregação socioespacial e a distribuição desigual dos serviços públicos.”

As condições atuais do transporte público coletivo são, em geral, muito ruins nas cidades brasileiras: os serviços são pouco frequentes, o que implica em veículos com volumes de passageiros acima de sua capacidade; no caso dos ônibus, modo de transporte coletivo mais comum não apenas no Brasil, mas em todo o mundo, as viagens são demoradas, tendo em vista que, via de regra, eles compartilham o mesmo espaço com os veículos particulares e são prejudicados pelos congestionamentos. Além do mais, a grande maioria dos serviços de transporte público brasileiros realizados por ônibus é oferecida à população através de concessões a empresas com fins lucrativos, sem subsídios por parte do poder público, o que gera tarifas elevadas (VASCONCELLOS, 2000, p. 133).

Em Belo Horizonte, em 2008, o pagamento de duas tarifas diárias do transporte municipal equivalia a 22% do salário mínimo. (COSTA; GUIMARÃES; SANTIAGO, 2008, p. 331). As pesquisas de orçamento familiar do IBGE apontam que os gastos com transporte no Brasil têm subido: ele passou a consumir 19,8% do total das despesas de consumo das famílias no período 2008-2009 ante 18,4% em 2002-2003. (IBGE, 2004 e IBGE 2010).

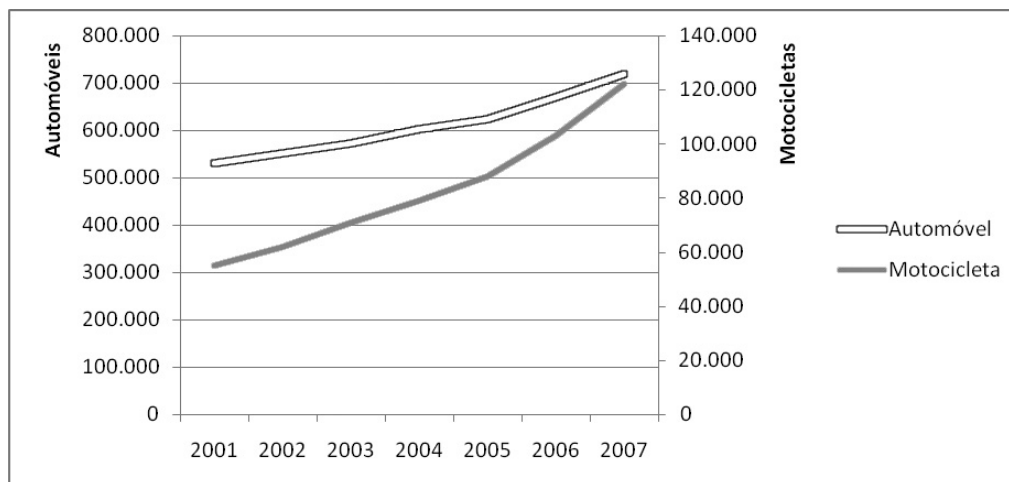
A segregação socioespacial agrava ainda mais o problema, tendo em vista que aos setores menos favorecidos da sociedade são deixadas as áreas mais afastadas dos polos de empregos e serviços, o que os torna ainda mais dependentes dos serviços de transporte.

1.1.2 Aumento da frota e congestionamentos

Nessa conjuntura, não surpreende observar que o transporte público coletivo vem perdendo passageiros ano a ano. Em Belo Horizonte, enquanto ele realizava cerca de 46 milhões de viagens mensais em 1996, o número diminuiu para 35 milhões em 2006. (COSTA; GUIMARÃES; SANTIAGO, p. 354). Paralelamente a isso, observou-se um impressionante aumento na frota de veículos em todas as grandes cidades brasileiras. Além dos aspectos mencionados acima, esse fato foi também certamente favorecido pelo aumento da renda e de sua distribuição no país, assim como pela crescente facilidade de acesso a crédito, que facilita a aquisição de automóveis.

O gráfico a seguir ilustra a evolução da frota de automóveis e motocicletas em Belo Horizonte entre 2001 e 2007. Observa-se que, num período de apenas seis anos, o número de carros aumentou em cerca de 40% e o de motos em mais de 100%.

Figura 3 – Evolução da frota de automóveis e motocicletas em Belo Horizonte de 2001 a 2007.



Fonte: BHTRANS, 2009a, p. 128

A consequência imediata desses fatos é um intenso aumento dos congestionamentos nos grandes centros urbanos. Em Belo Horizonte, simulações de tráfego sobre a rede viária indicaram que, mesmo se todos os investimentos previstos para o transporte urbano no município forem realizados (tanto em transporte coletivo quanto em infraestrutura viária), além dos acréscimos recentes nos congestionamentos, “poderá haver, nos próximos 12 anos, um aumento de quase 25% na extensão total das vias com ocupação superior a 80% da capacidade” (BHTRANS, 2009a, p. 269).

A questão dos congestionamentos está cada vez mais ligada à discussão sobre o transporte coletivo. Até algumas décadas atrás as discussões sobre os congestionamentos estavam circunscritas aos temas circulação, trânsito e sistema viário. Os defensores do transporte coletivo de qualidade tinham do seu lado argumentos no campo da justiça social e da justa distribuição dos benefícios da urbanização. Entretanto o aumento do volume dos congestionamentos assim como de sua duração faz com que os transportes coletivos sejam considerados de forma cada vez mais intensa como uma solução para os engarrafamentos. Afinal, como se

verá adiante, eles ocupam uma área sensivelmente menor do sistema viário por passageiro transportado do que os transportes individuais motorizados.

1.1.3 Modelos de cidade e os deslocamentos das pessoas

A conclusão a que se chega é que o modelo de mobilidade urbana centrado no automóvel particular – que tem sido praticado nas grandes cidades brasileiras – funciona mal e de forma extremamente desigual. Ele provoca exclusão social e, quando a minoria favorecida amplia-se minimamente, ou seja, quando aqueles que podem se deslocar de carro particular passam a representar uma parcela um pouco maior da população, os investimentos públicos não conseguem acompanhar esse aumento, prejudicando a todos, inclusive os usuários do transporte público, que também sofrem os efeitos dos congestionamentos. Caberia ainda questionar se a construção de uma cidade com infraestrutura suficiente para atender a maioria dos deslocamentos em transporte motorizado particular corresponde ao ambiente urbano desejado pela população.

Vários estudos mostram que ampliações nas malhas viárias das cidades podem induzir ao maior uso do automóvel particular e ainda provocar aumento das distâncias médias das viagens.² Ou seja, a ampliação da capacidade viária de uma cidade, ao contrário de reduzir os congestionamentos, tenderia a provocá-los.

Assim, cidades que buscam um modelo de mobilidade urbana baseado majoritariamente nos automóveis particulares, através da constante ampliação da infraestrutura destinada a eles, tendem a sofrer um ciclo vicioso onde o aumento do uso do automóvel requer melhorias viárias que, por sua vez, induzem um incremento no uso dos carros particulares. Como essas infraestruturas (ruas, estacionamentos, postos de combustíveis etc.) ocupam muito espaço, este processo implica em uma redução de espaço disponível para as áreas construídas e em espraiamento e diminuição da densidade urbana. Como as edificações que abrigam as atividades

² Robert Cervero cita estudos de M. Hansen e da Federal Highway Administration. CERVERO, 1998, p. 40-43.

ficam mais distantes umas das outras, as pessoas têm mais dificuldades para andar a pé. Deve-se acrescentar que a infraestrutura extensiva para o uso do automóvel na cidade gera uma ambiência agressiva e desumana. Jane Jacobs caracteriza esses elementos como “instrumentos de destruição urbana poderosos e persistentes”, acrescentando que, nessas situações, “a feição urbana é desfigurada a ponto de todos os lugares se parecerem com qualquer outro, resultando em Lugar Algum.” (JACOBS, 2000, p. 377). Esta discussão será retomada na próxima seção deste capítulo.

Diversas outras questões adicionais podem ser levantadas sobre os problemas e especificidades do transporte de passageiros nos grandes centros urbanos no Brasil. Serão abordados aqui dois pontos de grande relevância que ainda não foram tratados: a questão da gestão e a discussão sobre subsídios e custos operacionais dos sistemas de transporte coletivo.

Do ponto de vista da gestão, a questão do transporte nas metrópoles brasileiras possui uma grande deficiência: trata-se do problema da falta de integração institucional. As maiores cidades, as metrópoles, são compostas por vários municípios. Sem dúvida, a descentralização do poder e das tomadas de decisão promovida pela Constituição Federal de 1988 trouxe inúmeras vantagens e possibilidades de soluções para problemas locais. Entretanto, em vários aspectos como “é o caso de quase todos os temas ligados à infraestrutura urbana, tanto transporte como saneamento ou energia dificilmente estão circunscritos a um só município” (ROLNIK; SOMEKH, p. 96).

A Carta de 1988, ao delegar os serviços de transporte público urbanos aos poderes públicos municipais, criou um grave problema metropolitano. Em função dessa desagregação institucional induzida pelo municipalismo da Constituição, deslocamentos entre municípios de uma mesma região metropolitana frequentemente têm de ser realizados através de múltiplos serviços, prestados por diferentes agentes de cada um dos municípios, muitas vezes sem integração física ou tarifária.

A questão tarifária compreende outra discussão importante sobre os transportes coletivos urbanos. No Brasil, usualmente, os sistemas de transporte por ônibus não recebem subsídios por parte dos governos, tendo a totalidade de seus custos coberta pelas tarifas pagas pelos usuários. Na verdade, as tarifas, além de pagarem os custos operacionais e o custo do capital das empresas prestadoras de serviço (lucros), têm uma considerável carga tributária embutida em seus valores, que representa quase um terço do total:

Ao contrário dos países desenvolvidos – onde a sociedade transfere recursos ao transporte público —, no Brasil é o transporte urbano sobre pneus que transfere recursos para o Estado na forma de impostos. Pior, são tributos sobre a camada da população mais carente: os passageiros pagantes. Cerca de 30% do custo das tarifas são compostos de tributos e encargos. (JAIME LERNER ARQUITETOS ASSOCIADOS, 2010, p. 49)

Como já foi comentado anteriormente, o transporte urbano deveria ser considerado como um serviço público, assim como a educação e a saúde. Eduardo Vasconcellos observa que, ao mesmo tempo em que o transporte coletivo não é subsidiado pelo poder público, o particular frequentemente o é, considerando o próprio sistema viário majoritariamente usado pelos carros particulares e bancado pela sociedade como um todo como uma forma de subsídio.³ A própria estrutura da cidade favoreceria o transporte individual motorizado.

³ VASCONCELLOS, 2000, p. 174.

1.2 O transporte e a cidade

Nesse contexto nota-se a importância de se observar e sistematizar as diversas relações entre as várias configurações que a estrutura urbana pode tomar e os modos de deslocamento, as ligações das formas de uso e ocupação do solo e adensamento urbano com os transportes que se realizam no espaço da cidade, assim como o impacto dos diferentes tipos de transporte nesses espaços.

1.2 Impactos dos sistemas de transporte na cidade

O impacto dos transportes, e mais especificamente dos automóveis, nas cidades não é desprezível: o discurso sobre a mobilidade das pessoas no espaço urbano contemporâneo descreve a mesma, frequentemente, como um dos principais agentes modeladores da cidade, fato que o próprio senso comum comprova.

Na maioria das cidades contemporâneas, grande parte dos espaços públicos é destinada à circulação ou ao estacionamento de veículos. Isso acontece em função da área necessária para a circulação dos automóveis e da escolha destes como modalidade de transporte preferencial nos espaços urbanos - para aquela parcela da população que tem o privilégio da escolha.

De fato, na medida em que as frotas de veículos cresceram, para evitar a inviabilização do uso dos automóveis, foi necessário ampliar a malha viária. A ampliação da rede de circulação de veículos, sobretudo em espaços com assentamentos antigos e já consolidados, não foi possível senão com a redução de espaços públicos para pedestres ou com desapropriações de áreas ocupadas.

Para que, numa cidade com milhões de habitantes, o carro particular seja o modo preferencial de transporte, é preciso construir pontes, viadutos e túneis que degradam a paisagem e o espaço urbano; implantar vias largas de trânsito rápido que cortam a cidade e prejudicam a sociabilização, as relações de vizinhança e provocam atropelamentos; jogar dezenas de toneladas de gases tóxicos na atmosfera diariamente e fazer muito, muito barulho.

Pode-se observar que os impactos citados acima se enquadram em diversas categorias. Em primeiro lugar, há o que pode ser chamado de *poluição da paisagem*. Ela seria o efeito da infraestrutura destinada aos sistemas de transporte, mas também aos próprios fluxos de veículos, sobre a paisagem e a ambiência urbana. Outro aspecto, também diretamente ligado à implantação da infraestrutura de transporte, é a *criação de obstáculos* provocada por ela nos tecidos urbanos. Um bom exemplo desses dois problemas, em Belo Horizonte, pode ser observado no bairro Lagoinha. Apesar de estar contíguo à área central da cidade, ele apresenta, dentre todos os demais na mesma situação, menores níveis das atividades econômicas e menores valores fundiários. As causas desses fatos são diversas, mas certamente uma das principais é a existência de um grande complexo viário – o complexo da Lagoinha – que interliga grandes avenidas (Pedro II, Antônio Carlos e Cristiano Machado) entre si e com a área central. Esse complexo viário degrada a ambiência do bairro e isola-o fisicamente do centro da cidade.

Os sistemas de mobilidade também causam *poluição do ar e poluição sonora* nas cidades. Os sistemas de transporte são responsáveis por parte considerável das emissões de gases poluentes que provocam *efeito estufa* e causam *problemas de saúde*. Segundo Robert Cervero, nos Estados Unidos e na Europa veículos motorizados provocam 30% a 40% das emissões de Hidrocarbonetos e Óxidos de Nitrogênio e cerca de dois terços de todas as emissões de Monóxido de Carbono. Ele ainda acrescenta que, nas grandes cidades dos países em desenvolvimento, apesar das frotas menores, o problema é agravado pela falta de regulamentação dos padrões dos combustíveis e dos veículos. (CERVERO, 1998, p. 43-44).

Ferimentos e mortes causados por *acidentes de trânsito* talvez sejam os impactos mais dramáticos dos sistemas de mobilidade nas cidades. Apesar da dificuldade de se levantar o número exato de ocorrências⁴, os números são

⁴ As estatísticas para uma mesma região em um mesmo período variam de acordo com as fontes. No Brasil, em 2006, o Denatran indicava cerca de 20.000 mortes, o SUS, cerca de 38.000 e o DPVAT mais de 60.000 (LEHFELD, 2011). Alguns aspectos dificultam o levantamento definitivo deste dado: é

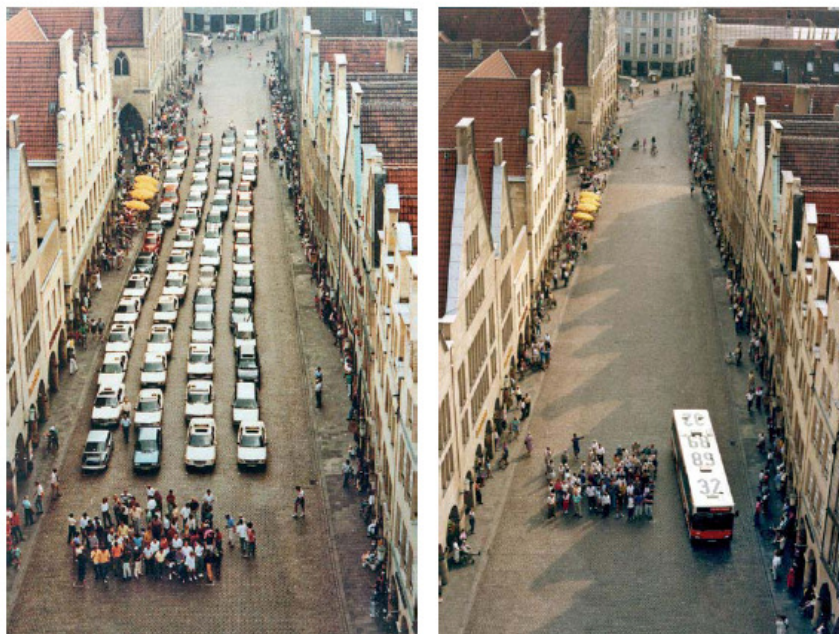
surpreendentes: estima-se que acidentes de trânsito matem mais de um milhão de pessoas por ano em todo o mundo. (LEHFELD, 2011).

Acrescentam-se ainda à lista outros impactos como *consumo de energia*, intensificação da *desigualdade social* e os próprios *congestionamentos*.

Todos esses impactos são tanto maiores quanto mais intenso é o uso de transporte individual motorizado, pois este, para satisfazer as necessidades pessoais de seu usuário, consome muito mais recursos que o transporte coletivo. Uma linha ferroviária ocupa 50 vezes menos espaço do que um sistema viário para veículos particulares com a mesma capacidade – incluindo área para estacionamento. (CERVERO, 1998,p.47-48). A figura a seguir ilustra a diferença de área de sistema viário necessária para se transportar 60 pessoas em automóveis (à esquerda) e em um ônibus (à direita).

difícil isolar os acidentes em áreas urbanas no total das ocorrências de acidentes de trânsito, além disso, muitas vítimas de acidentes que morrem dias ou horas depois não são contabilizadas como vítimas do trânsito.

Figura 4 – Comparação das áreas necessárias para se transportar 60 pessoas em automóveis particulares e em um ônibus.



Fonte: ITDP, p. 88

É interessante observar que parte considerável do discurso em torno do desenvolvimento urbano sustentável considera a mobilidade urbana como crucial para o problema.⁵

Um último aspecto, que talvez não possa ser considerado como um impacto direto e inequívoco dos meios de transporte motorizados na estrutura urbana das cidades, mas que certamente é, em grande parte, consequência dessas formas de deslocamentos, é o tamanho que as grandes cidades alcançaram nos últimos 150 anos, em termos de população e, sobretudo, de extensão. A hipótese que se levanta aqui é a de que manchas urbanas que ultrapassam a centena de quilômetros de extensão (Como Los Angeles ou Tóquio) seriam impossíveis sem os transportes motorizados. Além das grandes áreas urbanas contínuas, a influência dos motores teria também possibilitado a existência de grandes aglomerados

⁵ Essa discussão está presente, por exemplo, nos três exemplos citados por Heloísa Costa de casos de planejamento urbano que incorporam pressupostos da sustentabilidade: as cidades compactas

regionais profundamente integrados. Ou seja, conformações como as que Edward Soja chama de *Exopolis* ou que Felipe Magalhães denomina Cidade-Região, não seriam possíveis sem motores. (SOJA, 2000 e MAGALHÃES, 2008). Considera-se motores, de forma genérica, pois isso vale tanto para o transporte particular quanto para o coletivo, já que mesmo as periferias empobrecidas das grandes cidades dos países em desenvolvimento não seriam possíveis em tamanho volume sem serviços de transporte público, mesmo que inadequados, com veículos em más condições e frequências insuficientes – sobretudo com a distância dos locais de trabalho com que essas periferias são produzidas, por exemplo, nos grandes centros urbanos brasileiros. O anexo 1 ilustra o tamanho e a escala de algumas das maiores cidades brasileiras.

Como se vê, existe uma relação direta entre os meios de transporte e a maneira como o solo urbano é usado e ocupado: a existência de um meio de locomoção rápido e que não exige esforço por parte do corpo permite que se realize, diariamente, uma atividade a dezenas de quilômetros de onde se dorme todas as noites.

1.2.2 Relações entre o transporte e os usos do solo urbano

Um dos principais pontos da interface entre o transporte e o uso do solo em uma cidade está ligado às densidades da ocupação urbana. De maneira geral maiores densidades favorecem e estimulam o uso de transporte coletivo, assim como baixas densidades tornam seu uso mais difícil e mais dispendioso. (CERVERO, 1998; ACIOLY; DAVIDSON, 1998).

De fato, o adensamento é uma das principais condicionantes operacionais e econômicas de serviços de transporte. Ele é, em geral, desejável nas áreas mais bem servidas por transporte coletivo. Em casos de sistemas de alta capacidade, e também alto custo de implantação, altas densidades são imprescindíveis para sua

européias, o movimento pelas cidades sustentáveis na Califórnia e o caso de Belo Horizonte. Ver COSTA, 2008, p. 64-69.

viabilidade. Analogamente, serviços de transporte de alta capacidade aumentam a acessibilidade e facilitam as possibilidades de adensamento de áreas urbanas, tornando-as mais atrativas e valorizadas. No Japão, a implantação de sistemas de metrô é frequentemente financiada pela valorização fundiária promovida pelo próprio meio de transporte. (CERVERO, 1998, p. 181-210).

Em geral áreas urbanas mais densas possuem menores frotas de veículos e menores infraestruturas viárias (proporcionalmente à população) e produzem mais viagens em transporte público. Por outro lado, áreas menos densas têm mais ruas e avenidas, mais carros por habitante, assim como produzem mais viagens em transportes individuais. (CERVERO, 1998, p. 73-74). De acordo com Claudio Acioly e Forbes Davidson

um sistema de transporte público eficiente requer densidades médias e altas, a fim de poder oferecer um serviço frequente, barato e eficiente. [...] Densidades residenciais influenciam o número e tipos de viagens e o modo de locomoção. O número de viagens por pessoa por automóvel individual/privado diminui à medida que as cidades e bairros tornam-se mais densos. (ACIOLY; DAVIDSON, 1998, p. 34).

Isso não significa que regiões sem grandes densidades não possam dispor de transporte coletivo atrativo e de qualidade. Evidentemente que serviços de alta capacidade, como o metrô, não são indicados para baixas densidades, mas essas áreas podem ser bem atendidas por outros tipos de serviços. Nesses casos tratam-se quase sempre de sistemas de ônibus e micro-ônibus, com veículos de menor capacidade e maior flexibilidade para realizar serviços mais próximos do tipo porta-a-porta. (As características dos diferentes tipos de transporte coletivo serão tratadas na quarta parte deste capítulo.)

Porém, quando se fala de densidade, é preciso destacar que existem diversos tipos de densidade. A principal diferenciação que nos interessa aqui é aquela existente entre a densidade habitacional e a densidade das atividades, sobretudo as econômicas. Bairros exclusivamente residenciais e bairros ocupados

tanto por residências quanto por atividades produtivas, de comércio e serviços, implicam em impactos diferentes na mobilidade das pessoas.

Jane Jacobs, uma grande defensora da diversidade urbana, defende entusiasticamente a mistura de usos. Ela observa que “na ausência de diversidade urbana, as pessoas que vivem em grandes comunidades provavelmente se saem melhor com um carro do que a pé.” (JACOBS, p. 388). Ela relaciona diretamente a falta de diversidade com o já citado ciclo vicioso que incentiva o uso do transporte individual motorizado:

A inexistência de uma diversidade ampla e concentrada pode levar as pessoas a andarem de automóvel por praticamente qualquer motivo. O espaço que as ruas e os estacionamentos requerem faz com que tudo fique ainda mais espalhado e provoca um uso ainda mais intenso de automóveis. (JACOBS, 2000, p. 253)

A autora vai além em sua análise da relação entre diversidade e os meios de transporte urbanos, sugerindo que os prejuízos à ambiência urbana, que ela chama de *erosão da cidade pelos automóveis*, estariam diretamente ligados à ausência da mistura de usos e das altas densidades nos espaços da cidade:

A dependência excessiva dos automóveis particulares e a concentração urbana de usos são incompatíveis. Um ou outro tem de ceder. Na prática, é isso o que acontece. Dependendo de qual das pressões tenha mais sucesso, ocorre um destes dois processos: erosão das cidades ou redução dos automóveis. (JACOBS, 2000, p. 389)

Nas últimas décadas o planejamento urbano tem tentado, para frear a tendência de aumento, em quantidade e distância, dos deslocamentos de maneira geral e, mais especificamente, daqueles em transporte individual, estimular a distribuição mais uniforme das atividades em todo o tecido urbano através de uma maior flexibilização das normas de uso do solo, em contraste com o zoneamento rígido praticado na primeira metade do século XX – a cidade modernista.

O incentivo aos usos mistos e à distribuição mais uniforme das atividades no tecido urbano procura induzir certas atividades, desenvolvidas apenas ou sobretudo em algumas centralidades – indústrias, estabelecimentos de comércio e serviços, escolas – a se pulverizarem pela cidade. Com isso, os empregos teriam uma melhor distribuição no espaço urbano, reduzindo principalmente os deslocamentos mais numerosos: aqueles por motivo de trabalho. Esta estratégia reduziria não apenas os deslocamentos por motivo de trabalho, mas também aqueles com outros objetivos: compras, educação, saúde, lazer, etc.

Nesse sentido alguns defendem a chamada tese do não transporte. Ela propõe redução das distâncias dos deslocamentos. Na cidade do não transporte a maioria dos deslocamentos seria curta o suficiente para ser realizada em modos não motorizados – a pé e de bicicleta – confortavelmente. Evidentemente deslocamentos longos continuariam sendo necessários. Para eles seriam priorizados os modos coletivos de transporte. (ANTP, 1989)

A esse respeito é sempre importante lembrar que, embora o incentivo à realização de deslocamentos mais curtos, passíveis de ser realizados através de modos não motorizados, seja sempre desejável, nas grandes cidades os deslocamentos longos serão, igualmente, não apenas necessários mas também, em muitos casos, desejáveis. Como observou Jane Jacobs, com muita propriedade, “uma cidade grande, embora grande, não deixa de ser uma cidade, com grande interdependência entre seus lugares e suas zonas. Não é uma reunião de cidadezinhas e, se fosse, não existiria como cidade.” (JACOBS, 2000, p. 468) Algumas atividades extremamente especializadas existem exclusivamente em grandes cidades justamente porque só elas têm a escala necessária para manter tais atividades e permitir sua existência. Ora, por dependerem de um grande número de pessoas para existir, mesmo em grandes cidades, essas atividades estão presentes em um ou poucos pontos e, para grande parte da população desses espaços urbanos, o acesso a essas localidades exigirá grandes deslocamentos, que deverão sempre ser considerados nos processos de planejamento urbano e dos

sistemas de transporte. Isso não significa, como foi dito acima, que a pulverização das outras atividades – aquelas que existem em maior quantidade e podem ser desconcentradas – não deve ser perseguida. Ela é em grande medida desejável e viável.

Belo Horizonte vem tentando seguir essa cartilha: a Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, de 1996, inverteu a lógica de zoneamento rígido que existia na lei anterior e contribuiu para a dispersão das atividades (fato que foi auxiliado pela extrema concentração que o hipercentro abrigava então). (CALDAS, CARMO; MENDONÇA, 2008, p. 337-352) Humberto Guimarães analisou as alterações nos padrões de deslocamento em Belo Horizonte entre 1992 e 2001 e observou que houve, de fato, uma desconcentração das atividades, tendo esta sido refletida em uma maior distribuição dos destinos dos deslocamentos através do espaço do município. Apesar do curto período decorrido entre a promulgação da lei e o momento de sua última observação (cinco anos), ele avalia que a flexibilização das regulamentações de uso de ocupação do solo contribuíram para a desconcentração das atividades no território do município. (GUIMARÃES, 2003) Por outro lado, a priorização do transporte coletivo, embora seja uma tendência crescente, ainda está muito aquém das vantagens dadas aos automóveis particulares, visíveis nas infraestruturas viárias de Belo Horizonte e das demais grandes cidades brasileiras, assim como no predominante uso delas por parte dos automóveis particulares. (COSTA; GUIMARÃES; SANTIAGO, 2008)

1.2.3 Infraestrutura dos sistemas de transporte

A própria malha viária das cidades é um grande condicionante de suas estruturas, da conformação dos seus sistemas de transporte e das escolhas dos modos de deslocamentos das pessoas. Como já foi observado, amplas malhas viárias estimulam o uso do transporte individual. E, se isso vale para os diferentes meios de transporte motorizado, estende-se também para o não motorizado. Na Holanda, além da topografia extremamente favorável, a incrível participação da

bicicleta no total de deslocamentos urbanos – 30% – deve-se também, em grande parte, à boa qualidade da infraestrutura cicloviária das cidades do país. (CERVERO, 1998, p. 71)

No caso do transporte individual motorizado, além da infraestrutura de circulação, a disponibilidade de estacionamento também tem um peso importante na escolha do modo de deslocamento. Nas discussões acerca do que se chama hoje de Gerenciamento da Demanda por Transporte, isto é, as diversas ações que se pode desenvolver para induzir as pessoas a usar um determinado modo de transporte em um determinado momento, o gerenciamento de estacionamentos – através da redução de vagas ou da cobrança pelo uso de estacionamentos – é visto como a melhor estratégia no que diz respeito a seu custo/benefício. Entende-se aqui por custo, o custo político das ações, tendo em vista que a estratégia de gerenciamento da demanda por transporte que tem reconhecidamente os melhores benefícios, a cobrança pelo uso das vias ou pedágio urbano, é avaliada como tendo um custo político extremamente alto.⁶

A infraestrutura de transporte é, também, o principal elemento conformador da estrutura urbana. Claudio Acioly e Forbes Davidson observam que ela é fator determinante da morfologia urbana e da eficiência da forma dos assentamentos humanos, acrescentando ainda que o sistema viário “não só determina a forma de circulação de pessoas e mercadorias, mas também as rotas de pedestres e a sequência dos espaços de encontro casual e interação social.” (ACIOLY, DAVIDSON, 1998, p. 66). Não por acaso muitos mapas de cidades possuem tão somente a representação de seu sistema viário.

O sistema de transporte não apenas conforma e estrutura o espaço da cidade como também é o mais caro dentre os elementos da infraestrutura urbana. Segundo Juan Luis Mascaró, dentre os sistemas da infraestrutura das cidades, o

⁶ A quantidade de áreas urbanas que aplicam o pedágio urbano não é expressiva. Estocolmo, Londres e Cingapura são os principais exemplos, sendo esta última precursora nesta experiência. (Essas cidades aplicam o pedágio em áreas centrais, mas existe um maior número de cidades que aplicam esse instrumento sobre vias individuais.) Sobre o assunto, ver CERVERO, 1998.

custo do viário é cerca de 45% do total (constando os sistemas sanitário, energético e de comunicações como os restantes). (MASCARÓ, 2005, p. 21-22).

Com um custo tão significativo e com a grande variedade de possibilidades de configuração do sistema de transporte de uma cidade, parece evidente que seu planejamento de acordo com os desejos e anseios da sociedade como um todo é essencial, ainda mais que, como já foi comentado anteriormente e será desenvolvido a seguir, sua constituição influencia e determina fortemente as escolhas tomadas pelas pessoas sobre o modo como realizarão determinado deslocamento.

1.3 O transporte e as pessoas

São as escolhas pessoais que determinam a forma como o sistema de mobilidade é apropriado e usado pela população⁷. Assim como a conformação da cidade e da estrutura urbana, as características dos diferentes meios de transporte também influenciam essas escolhas. Essa é a discussão que segue.

1.3.1 O corpo e os meios de transporte

O corpo humano pode ser considerado como a menor unidade geográfica.⁸ Assim, sem dúvida, quando se fala em escolhas pessoais, deve-se recorrer à escala do corpo e às especificidades das mediações deste com o meio que o cerca. No nosso caso, especificamente, interessam-nos as condições que os meios de transporte oferecem para o corpo.

Deve-se sempre lembrar que um deslocamento é um meio para se atingir um fim – chegar e estar em um local em um determinado momento. Assim, as

⁷ Não se ignora, aqui, que as escolhas são sempre limitadas, tanto pela oferta existente quanto pela capacidade de acesso a ela: não se pode optar pelo que não existe nem por aquilo que não se pode pagar.

⁸ “Menor unidade geográfica” é nossa tradução livre para “the geography closest in” expressão de Adrienne Rich citada por Soja, que desenvolve a ideia afirmando que o corpo está no início de todo processo de produção do espaço. Ele seria a menor escala a partir da qual se estabeleceriam as

discussões sobre os meios de transporte e sua relação com as pessoas e com o modo como elas os usam são, na verdade, discussões sobre meios para atingir outros meios. A finalidade de um meio de transporte não é um fim em si, mas sim a realização de outro meio: o deslocamento. Nesse sentido, a questão dos meios de transporte, como se verá adiante, pode ser considerada como uma dupla abstração.

Nessa discussão é preciso ser cuidadoso, pois muitas são as variáveis envolvidas. Viajar em um ônibus ou em um metrô sentado é sem dúvidas preferível a viajar em pé. Entretanto, essa certeza não é tão clara se acrescentarmos que a viagem em pé será bem mais rápida do que aquela com um assento disponível – para um mesmo deslocamento. Mas, deixando de lado outros aspectos, as pessoas, havendo várias opções disponíveis, tenderão a escolher os modos de transporte que oferecem as melhores condições de conforto. Isso inclui os aspectos ergonômicos, temperatura, níveis de ruído, etc. Evidentemente as preferências variam de pessoa para pessoa, em função de características pessoais: enquanto alguns gostariam de ter televisores disponíveis nos ônibus, outros se sentiriam incomodados por tal fato. As questões ligadas ao conforto, assim como outras ligadas a comodidades como escolha de horários e trajetos, estão entre as principais explicações para a preferência do transporte particular sobre o coletivo observada entre as pessoas.

Assim, privilegiar o conforto dos usuários de transporte coletivo, com assentos confortáveis, sistemas de ar condicionado e ambientes agradáveis, contribui para atraí-los para esses meios. Isso vale tanto para os veículos quanto para as estações e pontos de embarque. Estes últimos elementos são extremamente importantes no contexto da relação das pessoas com os meios de transporte, na medida em que consistem nas áreas de transição entre a cidade e os sistemas de transporte.

Trata-se aqui de considerar a área de embarque e desembarque, como as estações de metrô e pontos de ônibus, e as condições que oferecem no que diz respeito ao conforto pessoal, mas não apenas. É preciso avaliar também a forma

demais (socialmente construídas): a escala das comunidades e das identidades culturais, a dos

como se acessa o veículo propriamente dito, ou seja, o momento em que o corpo se insere no meio de transporte. O contraste entre meios de transporte ferroviários e serviços de ônibus convencionais ilustra bem a importância desse momento. Em metrô e trens o embarque se faz, via de regra, em nível, através de uma plataforma na mesma altura do piso do veículo enquanto o acesso ao ônibus impõe ao corpo subir degraus altos, tarefa que se mostra ainda mais penosa para pessoas com dificuldades de locomoção ou carregando objetos. A tensão provocada no instante de embarque em um ônibus é ainda agravada pela iminência do movimento do veículo. Não é à toa que sistemas avançados de transporte coletivo urbano por ônibus utilizam plataformas de embarque e desembarque elevadas, proporcionando acesso em nível. Essa característica melhora o desempenho operacional, como se verá na próxima parte do texto, assim como proporciona grande comodidade aos usuários.

Antes do embarque e depois do desembarque, os usuários de transporte coletivo normalmente caminham, e isso vale também para o transporte particular. Os deslocamentos a pé complementam praticamente todas as formas de deslocamento (nunca é demais repetir, para lembrar sua importância). Ele também é a forma original de deslocamento dos seres humanos, onde o meio de transporte é o próprio corpo. Portanto é essencial proporcionar calçadas e espaços públicos bem projetados e adequados para a circulação de pessoas, sobretudo aquelas com limitações de locomoção. Similarmente ao sistema viário para os automóveis e cicloviário para as bicicletas, a boa qualidade da infraestrutura para os pedestres incentiva os deslocamentos a pé.

Isso vale para as condições físicas disponíveis para o caminhar e também para a aparência e aspectos simbólicos dos espaços públicos, pois eles participam da formação das percepções que as pessoas têm da cidade e influenciam suas escolhas.

estados-nação e, por fim, a da economia global. SOJA, 2000, p. 6-7.

1.3.2 Aspectos subjetivos ligados ao transporte urbano

Certamente muitas escolhas sobre os modos de transporte são baseadas em fatos objetivos, principalmente tempo e dinheiro. Robert Cervero afirma que “gasolina barata e estacionamentos gratuitos provavelmente têm um impacto maior na escolha do modo de deslocamento do que pensamos” (CERVERO, 1998, p. 35, tradução nossa), num caso clássico de opção baseada em fatos objetivos. Entretanto o planejamento urbano e dos transportes deve considerar também que várias questões qualitativas e subjetivas entram em cena quando se trata de tais escolhas.

O transporte público de maneira geral sofre de grande preconceito na maioria das cidades do mundo. No Brasil esse preconceito é, em alguns grupos, intenso. Serviços de transporte coletivo são frequentemente vistos como um serviço de segunda categoria, especialmente no caso dos ônibus. (ITDP, 2007, p. 99). E esse preconceito pode ser notado nos usuários, nos não usuários, e também, o que seria mais grave, nos tomadores de decisão, contribuindo para a manutenção dos modelos baseados no automóvel particular.

Serviços de metrô costumam ter uma melhor imagem. Entretanto recentemente tem-se observado, em alguns serviços de ônibus, esforços intensos no sentido de melhorar essa imagem, não só pela qualidade e desempenho dos serviços, mas também através do uso de logomarcas, da busca de nomes *de efeito* (como Metrobús ou Transmilenio) e intensas campanhas de *marketing* (ITDP, 2007). Este fenômeno pode ser colocado em paralelo com as também recentes tendências de promoção da imagem urbana e de marketing das cidades. (HARVEY, 1996).⁹

Estas ações vêm sendo acompanhadas, nos últimos anos, por uma tomada de consciência, por parte dos planejadores, da importância do modo como a imagem subjetiva dos serviços de transporte é construída pela população.

⁹ Tal paralelo não significa equivalência de sentido: o *marketing* nos serviços de transporte busca atrair passageiros, nas cidades, empresas e investimentos. Além disso, serviços de transporte de alta qualidade podem servir de instrumento para o *marketing* urbano.

A promoção da imagem também é feita nos próprios veículos, assim como nas estações e pontos de embarque e desembarque. Estes últimos têm grande importância no que diz respeito a suas características físicas, mas também na impressão que passam ao usuário; afinal estão diretamente ligadas a alguns dos maiores obstáculos para a atração de mais usuários para o transporte público: transferências e espera pela chegada do veículo. O tempo de espera pelo transporte é visto pelo usuário como um tempo perdido e chega a ser sentido por ele como até três vezes maior do que o é de fato. (CERVERO, 1998, p. 11).

O *marketing* também foi e continua sendo usado amplamente pela indústria do automóvel particular, com resultados surpreendentes. Hoje os automóveis são vistos e usados por grande parte da população como poderosos símbolos de *status* e poder.

Há diversos outros aspectos pontuais ligados às formas como os usuários percebem e sentem os serviços de transporte urbano. Entre eles, uma questão muito interessante é o fato de que passageiros sentem-se mais confortáveis em veículos pequenos, como micro-ônibus e vans do que em grandes veículos – ônibus convencionais – por estarem mais próximas do motorista. (CERVERO, 1998, p. 11).

Entretanto a disponibilização e o acesso a informações sobre os serviços de transporte talvez sejam as questões que mais influenciam a forma como eles são percebidos pelos usuários, determinando suas decisões. Devem-se considerar, aqui, informações sobre serviços de transporte da maneira mais ampla possível: incluindo informações sobre tarifas, sinalização nas estações e no entorno delas, mapas e esquemas sobre como o sistema funciona, informações sobre horários, assim como as informações disponíveis aos gestores e gerenciadores dos serviços de transporte sobre seu uso e as preferências dos usuários.

Se, de certa forma, esses aspectos independem dos tipos de sistema de transporte utilizado, é preciso observar que, dependendo do meio de transporte em questão, a disponibilidade de informações pode se mostrar mais fácil ou difícil. Para ilustrar esse fato, recorre-se mais uma vez à oposição entre metrô e ônibus.

Normalmente redes de metrô contam com poucas linhas – raramente mais de uma dezena – enquanto redes de ônibus urbanos, em geral, permeiam mais a cidade, contando com dezenas de linhas. Assim, é muito mais simples transmitir ao usuário a lógica de funcionamento de uma rede urbana ferroviária, através de um mapa do sistema, por exemplo, do que o funcionamento de uma ampla rede de transporte metropolitano por ônibus. Não é por acaso que mapas completos de sistemas de ônibus de grandes cidades são extremamente raros. Estes aspectos serão tratados na quarta seção deste capítulo, que discute os meios de transporte coletivos.

1.3.3 O uso dos meios de transporte e as escolhas pessoais

Dada uma necessidade específica por parte de uma pessoa de efetuar um deslocamento na cidade, ela decidirá, dentro das diversas possibilidades existentes para realizá-lo, aquela que, de acordo com suas preferências e possibilidades, apresentar a melhor relação benefício/custo. Tempo e dinheiro são, como já foi observado anteriormente, os principais elementos dessa balança. Entretanto diversos outros atributos são levados em consideração, como, por exemplo, o conforto, a facilidade para transportar objetos e a pontualidade. Cada um deles receberá um peso específico em função dos valores e preferências pessoais de cada um, assim como em função das possibilidades disponíveis de sua capacidade de escolher entre essas diferentes opções.

Charles Wright observa que a avaliação de meios de transporte é sempre feita baseada em critérios que podem ser classificados em duas categorias: de um lado aqueles que afetam diretamente o usuário e de outro aqueles que dizem respeito ao interesse da coletividade. O quadro abaixo ilustra os critérios elencados pelo autor:

Quadro 2 – Classificação das características dos meios de transporte

Características que afetam o usuário	Características que afetam a coletividade
Custo para o usuário	Capacidade de transporte por área ocupada
Conforto	Eficiência energética
Ambiente psicossocial	Custo para o setor público
Flexibilidade	Acidentes graves
Facilidade para transportar objetos	Vulnerabilidade do sistema
Pontualidade	Poluição do ar
Frequência	Ruído
Mais saudável	Poluição visual
Tempo origem-destino*	

Elaboração própria baseado em WRIGHT, 1988, p. 72. * No caso do tempo origem-destino, o autor diferencia entre pequenas, médias e longas distâncias (ele classifica as pequenas como menores que 400 metros, as longas como maiores que 1.500 metros e as médias entre as duas.)

Wright mostra que, enquanto os meios de transporte individuais motorizados trazem mais benefícios para os usuários e mais prejuízos para a coletividade, observa-se o inverso no caso dos meios coletivos: com a importante exceção do custo, o transporte individual apresenta um melhor desempenho do que o coletivo nas principais categorias que afetam o indivíduo: ele é mais flexível, mais confortável, mais pontual e oferece menores tempos de deslocamento. No que se refere ao interesse da coletividade, o transporte coletivo bate o individual nos principais atributos: ele tem maiores capacidade, eficiência energética e menores custos para o setor público (implantação e manutenção de sistema viário) assim como apresenta menores níveis de acidentes, emissão de poluentes, ruídos e poluição visual – distinção que se torna ainda mais gritante quando se consideram tais impactos com relação ao volume de passageiros transportado. O autor também observa que os meios não motorizados tendem a oferecer tanto benefícios individuais quanto coletivos, ressaltando que eles apresentam claras limitações para deslocamentos de longa distância.

Estes argumentos justificam a defesa e a busca de mecanismos que incentivem, por parte do poder público, a realização de deslocamentos a pé e de bicicleta. Entretanto, em metrópoles e grandes cidades, onde longas distâncias devem frequentemente ser vencidas por seus habitantes, as melhores opções de transporte para atender os interesses da coletividade são os meios de transporte coletivos motorizados.

Como já se ressaltou nesta seção, os indivíduos tendem a escolher, para a realização de seus deslocamentos, as soluções que apresentam a melhor relação benefício/custo. Comentou-se também que, com a exceção de seu custo superior, o transporte individual motorizado é a opção que oferece as melhores vantagens do ponto de vista individual. Considerando-se ainda que, conforme observa Vasconcellos, as cidades brasileiras vêm sendo construídas visando favorecer o uso do carro particular, não surpreende que o uso deste meio de transporte tenha tido um aumento tão expressivo nas últimas décadas.

O Poder Público, como representante dos interesses de toda a sociedade e da coletividade, deve, para atender a tais interesses, incentivar o uso dos transportes coletivos, através de regulamentações legais, investimento em infraestrutura e subsídios. Nesse sentido, a discussão sobre os diferentes meios de transporte coletivo torna-se extremamente relevante.

1.4 Meios de transporte coletivo

1.4.1 Informações

Os recentes avanços nas tecnologias da informação possibilitam enormes inovações nas formas como os usuários podem interagir com os serviços de transporte. Tecnologias de transmissão de dados sem fio, de localização geográfica (GPS) e a grande disseminação de dispositivos portáteis de comunicação pessoal (telefones celulares, tabletas eletrônicas etc.) permitem que informações sobre os sistemas de transporte sejam transmitidas aos usuários de modos cada vez mais

amplos e variados, vencendo, inclusive, as dificuldades citadas acima ligadas a informações sobre serviços de transporte com numerosas linhas.

A cidade de Goiânia, a exemplo de várias outras no mundo, recentemente implantou um serviço de informações sobre o transporte coletivo urbano por ônibus através do qual os usuários podem consultar, através da internet, do telefone ou de mensagens de texto por celular (SMS), o horário de passagem de um veículo em um determinado ponto. E os horários não são baseados em tabelas, mas na posição real dos veículos, tendo em vista que estes são equipados com sistema de localização geográfica (GPS), que transmite os dados sobre sua localização à central de informações.¹⁰ O sistema de transporte por ônibus de Belo Horizonte também implantará um serviço semelhante no início da década de 2010 – o atual contrato de concessão do transporte coletivo municipal obriga os concessionários a instalar GPS em todos os veículos.

Tais sistemas são extremamente interessantes, pois procuram anular o que, como vimos, é um dos calcanhares de Aquiles do transporte coletivo: a espera pelo veículo. Munido da informação do momento em que o veículo chegará ao ponto de embarque, o usuário pode aproveitar seu tempo como quiser, minimizando a espera e, assim, desfrutar melhor da cidade, seja em sua casa ou fora dela.

Existem também propostas bem mais ousadas de serviços de transporte coletivo, inteiramente baseadas em sistemas de informação, onde não apenas o usuário recebe informações sobre os veículos e adapta seu comportamento, mas também os veículos são informados sobre onde o usuário está e altera sua rota – isso, claro, com veículos menores.

Mark Webber, observando que “o automóvel deve seu tremendo sucesso ao serviço porta-a-porta, sem espera e sem transferência” e questionando ainda se “a metrópole moderna é incompatível com sistemas de transporte com grandes veículos como trens, trolleys ou mesmo ônibus de 50 passageiros”, sugere que o “o sistema de transporte suburbano ideal atenderá seus passageiros com serviços

¹⁰ O endereço do sítio do sistema de informações é <http://www.rmtcgoiania.com.br>

porta-a-porta, sem transferência e com pequena espera.” Ainda na primeira metade da década de 1990, ele vislumbrou que as novas tecnologias de comunicação poderiam ser usadas para criar serviços de transporte tanto com o uso de pequenos veículos (vans e táxis) quanto com o compartilhamento de carros particulares. (WEBBER, tradução nossa).

Jouni Tuomisto e Marko Tainio imaginaram um sistema de transporte mais específico, que poderia atender toda a região metropolitana de Helsinki, na Finlândia, chamado por eles de *composite traffic*:

um sistema de transporte público hipotético de grande escala, funcionando sob demanda, para a área metropolitana de Helsinki, onde um sistema centralizado coletaria as informações sobre todas as demandas de viagens e mesclaria as viagens com as mesmas origens e destinos em veículos com oito ou quatro lugares e transmitiria as instruções aos telefones móveis dos usuários. (TUOMISTO; TANIO, 2005, p. 1, tradução nossa)

Eles avaliaram que um sistema como esse poderia atrair até metade dos usuários do transporte individual motorizado, sem subsídios.

O maior mérito de sistemas como esses é sua capacidade de dotar o transporte coletivo de características próximas daquelas específicas do transporte individual: atendimento personalizado e deslocamentos porta-a-porta. Contudo sistemas como estes ainda não se encontram difundidos, mas são, certamente, bastante promissores.

Entretanto não são necessários grandes avanços tecnológicos para se oferecer informações valiosas aos usuários do transporte coletivo. O sistema de transporte coletivo de Ottawa, no Canadá, inteiramente baseado em ônibus, desde a década de 1970, procura proporcionar a seus usuários informações sobre os serviços. Cada linha de ônibus contava, antes mesmo do advento da internet, com um número específico de telefone através do qual os usuários poderiam obter informações sobre horários e tarifas, além de painéis com informações relevantes em estações de transbordo e espaços de grande frequência, como centros comerciais. Com isso, a cidade conseguiu atingir uma das maiores participações do

transporte coletivo no total dos deslocamentos urbanos dentre as metrópoles da América do Norte. (CERVERO, 1998, p. 237-264).

1.4.2 Trilhos x Pneus

Ainda assim, sistemas ferroviários mantêm a preferência dos usuários. Isso pode ser explicado por uma série de razões: eles proporcionam informações mais claras e diretas aos usuários; gozam de uma imagem mais positiva junto à população (comparativamente com sistemas de ônibus) e normalmente, como já foi visto, oferecem melhores condições de conforto às pessoas (notadamente nas estações e no momento do embarque e do desembarque). Em geral, as discussões sobre transporte coletivo nas grandes cidades brasileiras, guiadas pelo senso comum, apontam o metrô como a melhor solução para o problema. Além das questões ligadas a informações, conforto e imagem, os sistemas ferroviários possuem a inegável vantagem de possibilitar altas capacidades facilmente. Entretanto esta característica se dá em detrimento da flexibilidade de sua operação.

Como já foi dito, os meios de transporte podem ser considerados como uma dupla abstração. Sendo um meio para se realizar um deslocamento, ele configuraria uma abstração. Como o próprio deslocamento também é um meio para se atingir outro fim (trabalho, compras, aula, lazer, etc.), a abstração é dupla. Certamente deriva daí a quantidade e multiplicidade de opiniões nas discussões sobre os meios de transporte. No caso dos meios coletivos, a variedade de usuários e a complexidade gerencial só fazem ampliar a diversidade de opiniões.

Os meios de transporte coletivo podem ser classificados como rígidos – todos aqueles que funcionam sobre trilhos, inclusive mon trilhos – e não rígidos – em geral rodando sobre pneus. Os modos não rígidos, como o próprio nome indica, têm a vantagem de ser mais flexíveis, enquanto a rigidez do outro grupo é compensada pela maior capacidade. Ou seja, sistemas sobre pneus têm a vantagem de poder levar as pessoas a uma maior quantidade de lugares da cidade,

enquanto sistemas ferroviários são capazes de transportar, em um mesmo corredor, mais pessoas em um mesmo intervalo de tempo.

Entretanto, se a discrepância entre as capacidades de transporte dos dois grupos era muito grande até algumas décadas atrás, sistemas com o uso de ônibus vêm aprimorando-se, atingindo médias e altas capacidades. Sistemas convencionais de ônibus têm sua capacidade limitada a 9.000 pass/h enquanto em sistemas ferroviários a capacidade pode ultrapassar os 60.000 pass/h.¹¹

Cidades como Ottawa e Curitiba, a partir da década de 1970 implantaram melhorias em seus sistemas de transporte por ônibus, tais como vias segregadas, ônibus articulados (maiores que os convencionais) e estações de embarque em nível com pagamento antecipado da tarifa (em Curitiba).¹² Na capital paranaense essas melhorias possibilitaram ao sistema suportar capacidades de até 20.000 pass/h.

No ano 2000 a cidade de Bogotá inaugurou o sistema Transmilenio, inteiramente baseado em ônibus, que já atingiu a marca de 47.000 pass/h em seu corredor mais carregado, graças ao uso das melhorias adotadas em outras cidades acrescidas de outras inovações. As inovações do Transmilenio concentram-se, sobretudo, em suas estações¹³, que possibilitam a parada de mais de um ônibus (até seis) e duplicação da pista na estação para que um ônibus possa ultrapassar outro parado sem interromper todo o fluxo. Em alguns corredores a pista é duplicada não apenas na estação, mas em toda sua extensão.

Esses sistemas são normalmente conhecidos como BRT – Bus Rapid Transit. Será adotada neste trabalho a tradução para o português TRO – Transporte

¹¹ Passageiros por hora por direção, isto é, em uma das direções de um corredor de transporte. Em teoria a capacidade total do corredor poderia ser o dobro, mas usualmente os corredores não têm seu carregamento máximo nos dois sentidos no mesmo momento.

¹² A operação de embarque e desembarque é um dos maiores responsáveis pelos atrasos em serviços de ônibus convencionais. Enquanto em sistemas convencionais o tempo de embarque é cerca de 2 segundos por passageiro por porta (tendo os ônibus, normalmente, apenas uma porta para o embarque), com o embarque em nível e a tarifa pré-paga, o tempo de embarque é de 0,5 segundo por passageiro por porta, podendo ser feito em até 4 portas: o embarque de 40 passageiros pode ter sua duração reduzida de 80 para 5 segundos.

Rápido por Ônibus.¹⁴ É importante observar aqui que não existe **um** tipo de sistema TRO, mas uma larga gama de variedades de serviços realizados com ônibus, considerados “melhores” que os serviços convencionais. A título de exemplo, o Transmilenio, de Bogotá possui algumas características que o diferenciam de serviços convencionais: pistas exclusivas junto ao canteiro central; faixa dupla para ultrapassagem nas estações; estação com tarifa pré-paga; estação que possibilita embarque em nível no veículo, sem degraus; sistema de informação com mapas, esquemas, horários e um sítio informativo na internet; e um esforço de marketing para promover a imagem do sistema – desde o nome e o tratamento visual dado aos veículos e às estações, até campanhas periódicas. Ora, qualquer sistema que utilize três ou quatro dessas características também poderá ser considerado como um sistema TRO; tendo em vista que as combinações de características são inúmeras, tem-se que sistemas sob o mesmo rótulo “TRO” podem assumir formas extremamente distintas. Nesse contexto, alguns especialistas chegam a dizer que certos sistemas de transporte podem ser considerados como TROs parciais enquanto outros seriam TROs plenos, não havendo consenso sobre os limites ou determinantes de cada classificação. (ITDP, 2007; NBRTI, 2006) Há ainda outras nomenclaturas para sistemas de ônibus de alto desempenho como Modern Bus System (ou Sistema Moderno de Ônibus) e Bus à Haut Niveau de Service (ou Ônibus com Alto Nível de Serviço). (MENERAULT, 2006; SILVA, 2005).

Sistemas de metrô têm vantagens inegáveis sobre o TRO, assim como o TRO tem vantagens sobre o metrô.

¹³ Como se verá adiante, as estações são elementos cruciais para que sistemas de transporte por ônibus possam atender grandes volumes de passageiros.

¹⁴ Esta nomenclatura nunca foi usada em nenhum sistema existente em nenhum país de língua portuguesa, apesar de a Prefeitura de Belo Horizonte, no início do planejamento do sistema, que será implantado na cidade a partir de 2012, tê-la considerado inicialmente, tendo ela sido posteriormente abandonada em favor do termo em inglês. Sua adoção aqui se dá em nome da defesa do uso de termos técnicos em língua portuguesa no nosso país.

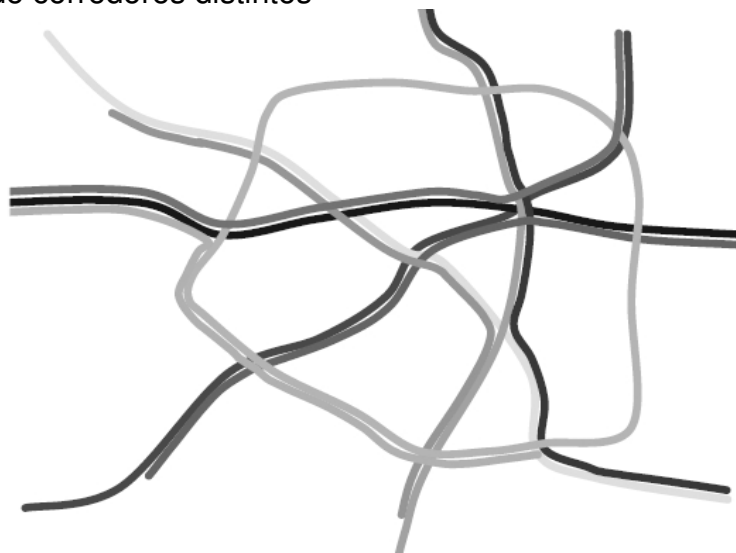
O metrô, além da maior capacidade de transporte, oferece maior conforto, operação mais simples e segura e, quando subterrâneo, ausência de impacto urbano (atmosférico, visual e na circulação geral, presentes no TRO).¹⁵

Por outro lado, sistemas com ônibus também possuem vantagens em aspectos que sistemas ferroviários não atendem. Elas estão ligadas à grande flexibilidade dos ônibus e podem apresentar-se como grandes diferenciais para os usuários, sobretudo com a minimização de transbordos e ganho de tempo. Corredores de transporte de alta capacidade, seja de metrô ou de TRO, devido a seu custo, normalmente não estão bem capilarizados no tecido urbano. Por isso grande parte das viagens exige serviços complementares alimentadores, que, em sistemas de metrô, implicam em transbordo, perda de tempo e incômodos para os usuários. Em sistemas TRO o mesmo veículo pode servir como alimentador dentro dos bairros, operando como um ônibus comum, e em seguida, entrar no corredor troncal, atuando como um metrô em superfície, minimizando os transbordos e tornando os deslocamentos mais eficientes. A mesma lógica pode ser aplicada ao cruzamento de dois corredores troncais: enquanto nos serviços de metrô os corredores correspondem às linhas, em sistemas TRO as linhas podem usar trechos de corredores distintos, adaptando-se à demanda. Além disso, faixas de ultrapassagem nas estações permitem a criação de serviços expressos entre dois polos de atração importantes, com paradas reduzidas entre eles e ganho de tempo.¹⁶

¹⁵ Apesar de alguns especialistas considerarem o nome metrô como aplicável somente a trens subterrâneos, este não é um consenso. Tal como WRIGHT, 1988 e ITDP, 2007, considera-se aqui que o termo *metrô*, pode ser usado para sistemas elevados ou em superfície.

¹⁶ Claro, os sistemas de TRO não terão sempre essas vantagens, pois suas características dependerão da infraestrutura e dos modos de operação.

Figura 5 – Possibilidades de criação de várias rotas diretas com TRO através do uso de trechos de corredores distintos



Fonte: ITDP, p. 228 - ao contrário dos sistemas de metrô, onde cada ramal corresponde a uma linha, no TRO as linhas têm flexibilidade sobre a rede.

Outro sistema de transporte coletivo que tem atraído muito interesse e vem sendo adotado em muitas cidades, sobretudo europeias, é o VLT – veículo leve sobre trilhos. O VLT é um sistema de transporte sobre trilhos com capacidade menor do que o metrô (dificilmente ultrapassa os 25.000 pass/h), cuja maior vantagem é o pequeno impacto urbano e a maior possibilidade de integração à paisagem da cidade. Devido a seus baixos níveis de ruídos, ao pequeno espaço que exigem para funcionar e a seu peso reduzido (em comparação a outros trens – o que implica em uma frenagem mais rápida), estes podem ser implantados em áreas urbanas que são compartilhadas com pedestres (e com outros veículos). Por isso vêm sendo usados frequentemente em projetos de requalificação urbana, sobretudo em áreas centrais (Melbourne, na Austrália, foi uma das pioneiras na década de 1980) (CERVERO, p. 319-340). As figuras abaixo ilustram exemplos de sistemas TRO e VLT.

Figura 6 – Imagem do sistema de VLT de Estrasburgo, França



Fonte: ITDP, p. 49. Nota-se bem a integração do sistema com a paisagem e o espaço urbano.

Figuras 7 e 8 – Imagens do sistema Transmilenio, de Bogotá.



Fonte: ITDP p. 10 e 350. Embora o TRO implique, em geral, num impacto urbano maior do que o VLT, este impacto pode ser atenuado através de bons projetos urbanísticos, como se pode observar na foto da direita.

Como se pôde observar, sistemas de TRO têm potencialmente capacidades maiores do que os de VLT. Deve-se observar, contudo, que, no caso do TRO, na medida em que se busca maior performance, deve-se ampliar a infraestrutura, aumentando-se igualmente os impactos na cidade.

Por outro lado, uma observação interessante a se fazer aqui, é a de que o sistema Transmilenio atinge capacidades superiores a 40.000 pass/h às custas de consideráveis sacrifícios por parte de seus usuários. O NBRTI (2006) observa que para se atingir essa capacidade é necessária uma ocupação de sete passageiros por metro quadrado nas áreas disponíveis para passageiros em pé¹⁷. Entretanto ele reconhece que, adotando-se os padrões considerados adequados nos Estados Unidos, o sistema de Bogotá teria uma capacidade de 32.000 pass/h., o que ainda é uma capacidade superior à máxima que um VLT pode atingir.¹⁸

Entretanto, quando se discute a capacidade dos sistemas de transporte coletivo, deve-se discutir também outra questão, a saber, a permeabilidade desses sistemas no tecido urbano. De fato, quanto menos permeável for a rede dentro do tecido urbano, isto é, quanto menor for o número de suas linhas na cidade, maior será a concentração de passageiros em cada uma das linhas e, conseqüentemente, maior será a demanda de cada uma das linhas. Cidades como Hong Kong e São Paulo têm altíssimos carregamentos em suas linhas de metrô não apenas em função de suas densidades demográficas, mas também em função da pequena permeabilidade de suas redes ferroviárias urbanas (se comparadas com os sistemas de Paris, Londres ou Nova Iorque, por exemplo). (ITDP, 2007).

A questão torna-se ainda mais complexa quando se percebe que existe certo conflito entre o que se pode chamar de interesse econômico do sistema de transporte e o interesse de seus usuários. Redes de alta capacidade não têm sentido (nem técnico nem econômico) sem grandes demandas e, quando bem capilarizadas no espaço urbano, as redes tendem a ter suas demandas distribuídas pelas diversas linhas, reduzindo a demanda de cada linha. Quando se amplia uma rede de transporte, o aumento geral da demanda normalmente é menor que a

¹⁷ A BHTrans, no atual contrato de concessão do transporte coletivo, aceita um máximo de 5 pass/m².

¹⁸ O texto não especifica o padrão considerado adequado nos Estados Unidos. Como ele foi desenvolvido em 2006, quando a capacidade máxima atingida pelo Transmilenio era de 41.000 pass/h, o valor encontrado para o mesmo sistema, respeitando os padrões norte-americanos, foi de 28.000 pass/h. O valor de 32.000 pass/h foi calculado numa regra de três simples, considerando-se que a capacidade máxima atual do sistema colombiano é de 47.000 pass/h.

ampliação da rede, havendo igualmente distribuição da demanda anterior à ampliação. (ITDP, 2007)

Do lado da estrutura urbana, o nível de concentração de atividades em um mesmo local ou em locais específicos da malha urbana, ou seja, a polarização mais ou menos intensa de seus centros e centralidades, tenderia a determinar, senão o tipo, pelo menos o nível de capacidade das linhas do sistema de transporte da cidade. Áreas urbanas com centros fortes e polarizadores tendem a combinar melhor as demandas dos usuários com sistemas de alta capacidade economicamente sustentáveis.¹⁹

Até a década de 1970 as cidades tinham tradicionalmente um único centro, polarizando as atividades urbanas – sobretudo econômicas. Porém, desde então, tem-se observado claras tendências de descentralização, espraiamento e polinucleísmos.²⁰ Nesse contexto, caberia questionar a validade do próprio conceito de transporte de alta capacidade nessas estruturas urbanas: enquanto numa cidade com um centro fortemente polarizador uma rede de alta capacidade era de fácil configuração, em áreas sem centralidades únicas e fortes, ela se mostraria mais difícil de desenhar na medida em que se observa a desconcentração das atividades²¹. Na pauta desse questionamento estaria o conflito citado acima, em função do qual as linhas de transporte de alta capacidade tenderiam a obrigar os usuários a realizar deslocamentos dispensáveis e transferências indesejadas. Também deve entrar na discussão a questão dos altos custos das linhas de transporte de alta capacidade.

¹⁹ Além de terem uma relação direta com as densidades espaciais, as altas capacidades de transporte também o têm com o que se pode chamar de densidades temporais, ou seja, as concentrações de atividades em determinados momentos. Fora dos horários de pico, os sistemas de transporte de alta capacidade podem, em muitos casos, ser considerados supérfluos e desnecessários. Entretanto, se podemos escalonar os horários das diversas atividades praticadas nas cidades, não podemos fazê-lo com o nascer ou o pôr do sol...

²⁰ Ver SOJA, 2000; CERVERO, 1998 e CALDAS; CARMO; MENDONÇA, 2008.

²¹ Cabe observar que tal desconcentração ainda é muito fraca nas metrópoles brasileiras, notadamente na RMBH, onde serviços de transporte de alta capacidade não apenas fazem sentido, como são visivelmente necessários.

O sistema de transportes de uma cidade – incluído aí o sistema viário – representa uma das maiores parcelas de seus custos, tanto para sua implantação e expansão quanto no que diz respeito à manutenção. Trata-se de investimentos que frequentemente atingem a casa das centenas de milhões de reais e, não raro, dos bilhões. Dentre as diversas infraestruturas das cidades, aquelas destinadas à circulação de pessoas e veículos são as mais caras.²²

No caso dos sistemas de transporte de alta capacidade, em geral, os custos aumentam juntamente com a capacidade, embora esses aumentos não sejam proporcionais. A tabela abaixo, extraída de ITDP (2007), mostra o custo (por quilômetro) de alguns sistemas de transporte de massas existentes em cidades de várias partes do mundo.

Quadro 3 – Custo e extensão de alguns sistemas de transporte de alta capacidade

Cidade	Sistema	Vias segregadas (km)	Custo (milhões de reais/km)	Custo – Média (milhões de reais/km)
Taipei		57,0	0,87	
Quito (Ecovía)		10,0	1,05	
Porto Alegre	TRO	27,0	1,75	3,80
Curitiba		57,0	4,37	
São Paulo		114,0	5,25	
Bogotá (Fase I)		40,0	9,27	
Lyon	VLT	18,0	33,07	42,40
Bordeaux		23,0	35,87	
Portland		28,0	61,60	
Los Angeles (Gold Line)		23,0	66,15	
Kuala Lumpur (PUTRA)	Metrô Elevado	29,0	87,50	122,11
Bangkok (BTS)		23,7	126,87	
Cidade do México (Ruta B)		24,0	71,57	
Madri (extensão de 1999)		38,0	74,90	
Pequim - Metrô	Metrô Subterrâneo	113,0	108,50	242,36
Caracas (Ruta 4)		12,0	158,02	
Bangkok (MRTA)		20,0	250,07	
Hong Kong - Metrô		82,0	385,00	
Londres (ext. linha Jubilee)		16,0	612,5	

Fonte: ITDP, 2007. (Custos no original em US\$. Para a conversão, considerou-se US\$ 1,00 = R\$ 1,75)

²² MASCARÓ, 2005

Antes de mais nada, é preciso cuidado ao considerar os dados da tabela. Em primeiro lugar, a grande variedade de sistemas de TRO faz com que eles apresentem a maior amplitude de valor – mais de dez vezes entre o mais barato e o mais caro. Deve-se acrescentar ainda que a fase 1 do Transmilênio, que aparece na tabela como o maior custo quilométrico de TRO, foi a mais barata das três já implantadas desse sistema. Ainda assim, observa-se que o custo de sistemas de TRO é sensivelmente menor do que o de linhas de metrô subterrâneo e mesmo de sistemas VLT.²³

Destas informações emergem diversas discussões. Por um lado, em função dos custos extremamente elevados, e dada a carência das cidades brasileiras em serviços de transporte coletivo de passageiros, a construção de linhas de metrô deve ser questionada, sobretudo em corredores cuja demanda presente e estimada para o futuro seja suportada por outros meios. Por outro, a imensa quantidade e variedade de deslocamentos produzidos em uma metrópole faz com que diversas modalidades de transporte sejam necessárias e desejáveis.

1.4.3 Rede de transporte multimodal

A grande diversidade de viagens realizadas em uma metrópole faz com que, nestas grandes aglomerações urbanas, a existência de diferentes modalidades de transporte se justifique para atender bem a essa variedade da demanda. As diferenças observadas entre deslocamentos distintos são diversas e existem em função de diversos fatores como finalidade, distâncias, horários, exigências pessoais, recursos financeiros, etc. Diferentes deslocamentos exigem diferentes meios de transporte.

As distâncias constituem o principal fator na determinação da modalidade mais indicada para um deslocamento. Curtas ou médias distâncias são uma

²³ A esse respeito é preciso observar ainda que sistemas de TRO atualmente em implantação em grandes cidades brasileiras têm seu custo aumentado em virtude da inclusão, nos projetos, de intervenções para a melhoria do tráfego geral. Este é o caso do corredor Av. Antônio Carlos/Av. Pedro I, em Belo Horizonte, e do corredor Transcarioca, no Rio de Janeiro.

exigência para a realização de quase todo deslocamento em modo não motorizado. Como foi exposto anteriormente, Charles Wright considera como longos deslocamentos com mais de 1,5 km, curtos aqueles com menos de 400 m e, no intervalo entre esses valores, eles são classificados como médios. É claro que a adequação de meios não motorizados a certo deslocamento não dependerá apenas da distância, mas também de diversos outros fatores. Da parte do usuário, suas condições físicas são os principais condicionantes; já da parte da cidade, o fator de destaque é a topografia, mas a ambiência da cidade, a adequação do espaço à circulação de pessoas a pé e de bicicleta e a qualidade do desenho urbano, frequentemente desconsiderados, também têm peso importante para induzir as pessoas a realizar deslocamentos a pé ou de bicicleta. (CERVERO, 1998)

O tempo, sobretudo em trajetos longos, que o consomem mais significativamente, varia, para um mesmo deslocamento, em função do meio de transporte, dependendo sobretudo de sua velocidade – esta representa a relação entre uma distância percorrida e o tempo decorrido. Entretanto, a forma como se acessam os veículos das diferentes modalidades de transporte coletivo também influenciam o tempo total de viagem. Sistemas de transporte de alta capacidade, como os metrô, tendem a possuir velocidades maiores, mas esta vantagem deve-se, em grande parte, ao maior espaçamento entre suas estações, o que implica maior afastamento entre elas no espaço da cidade e, conseqüentemente, maiores tempos médios de deslocamento a pé até a estação.

No estudo *Avaliação comparativa das modalidades de transporte público urbano*, a Jaime Lerner Arquitetos Associados, levando este aspecto em consideração, avaliou que, para um deslocamento de 10 quilômetros, sua realização com o metrô consumiria mais tempo do que se feito por TRO, em função dos maiores tempos necessários para se acessar o sistema de metrô. O quadro 4, reproduzido da obra citada, mostra os valores adotados, assim como os resultados obtidos.

Quadro 4 – Tempo gasto em um deslocamento de 10km com o uso de diferentes meios de transporte

		Metrô	TRO	VLT	Ônibus
Acesso à estação	Distância	500 m	250 m	250 m	200 m
	Tempo	7,5 min.	3,9 min .	3,9 min .	3,0 min.
Acesso à plataforma	Distância	200 m	-	-	-
	Tempo	3 min.	-	-	-
	Tempo de pagamento	0,1 min.	0,1 min.	0,1 min.	0,1 min.
Viagem	Distância	10 km	10 km	10 km	10 km
	Velocidade	40 km/h	27,5 km/h	20 km/h	17 km/h
	Tempo	15,0 min.	22,0 min.	30,0 min.	35,3 min.
Acesso à rua	Distância	200 m	-	-	-
	Tempo	3,0 min.	-	-	-
Tempo Total		28,6 min.	26,0 min.	34,0 min.	38,4 min.

Fonte: JAIME LERNER ARQUITETOS ASSOCIADOS. p. 14.

Algumas ressalvas podem ser feitas a essa análise. A primeira delas diz respeito à distância adotada para o deslocamento. As ilustrações do anexo 1, extraídas da obra em discussão, mostram as manchas urbanas das principais aglomerações urbanas brasileiras com um círculo de 10 km de raio sobre cada uma delas, representando a distância utilizada na análise. As imagens mostram que, nas maiores regiões metropolitanas brasileiras – as regiões de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Porto Alegre, Brasília, Recife, Fortaleza e Salvador – significativas porções das áreas urbanas localizam-se a uma distância maior do que 10 km do centro da cidade. Para estas áreas, linhas de metrô provavelmente representariam uma melhor solução de transporte, em termos de tempo de viagem.

Outra importante consideração está relacionada com o fato de a análise considerar que os deslocamentos têm como origem ou destino a área central das aglomerações urbanas – tendo em vista que o círculo apresentado para justificar a superioridade do TRO sobre o metrô tem um raio de 10 km. Ora, como se discutiu anteriormente, as grandes cidades têm presenciado um processo de reestruturação onde as atividades estão sendo desconcentradas. Essas áreas urbanas vêm convertendo-se em grandes regiões polinucleadas. Este processo tende a gerar maior complexidade na matriz dos deslocamentos urbanos, aumentando potencialmente deslocamentos para lugares mais distantes do centro tradicional das

áreas urbanas. Esses deslocamentos transversais tendem a apresentar baixas demandas, mais diluídas no tempo e no espaço, sendo mais bem atendidas por serviços mais flexíveis e de menor capacidade do que o TRO. (CERVERO, 1998)

Ainda assim não se deve ignorar as potencialidades de serviços de transporte de alta e média capacidades realizados por ônibus. Além das vantagens em tempo de viagem, é preciso considerar que meios de transporte sobre pneus sempre terão um papel primordial em qualquer rede multimodal de transporte metropolitano, pela flexibilidade e pela variedade de serviços que podem oferecer, desde serviços alternativos com vans e veículos ainda menores, até redes troncais de alta capacidade e bons serviços ao usuário, passando pelos sistemas convencionais.

Esta grande variedade de serviços que os meios de transporte sobre pneus oferecem permite afirmar, em última análise, que uma área metropolitana atendida por uma grande variedade de serviços sobre pneus e sem sistema ferroviário é uma área atendida por uma rede multimodal – os diferentes serviços constituindo modais de transporte diferentes. Afinal um sistema de transporte que possua simultaneamente táxis coletivos, micro-ônibus, serviços de ônibus convencionais e corredores de TRO não pode ser considerado como um sistema com um único modal.²⁴

Uma rede de transporte urbano multimodal, seja ela composta exclusivamente por serviços sobre pneus, ou tenha também em sua composição ramais ferroviários, deve contemplar a melhor integração possível entre seus diferentes modos de transporte. E essa é mais uma ressalva que pode ser feita ao estudo comparativo citado acima, pois, se uma metrópole precisa de diferentes modais para atender diferentes necessidades de deslocamento, não se deve esquecer que, em muitas situações, um mesmo deslocamento será realizado com o uso de mais de um meio de transporte.

²⁴ Diversos autores consideram diferentes serviços sobre pneus como diferentes modais de transporte: CERVERO, 1998; HOROWITZ e THOMPSON, 1994; ITDP, 2007; MENERAULT, 2006

Nesse sentido deve-se atentar para o fato de que o aspecto *multimodal* é uma característica das redes de transporte. Contudo, quando se observam os deslocamentos realizados através dela, que são, como já foi discutido, a razão principal de sua existência, estes revelam seu caráter *intermodal*. De fato, uma rede multimodal, mais do que oferecer diversos meios de transporte isoladamente, permite a realização de diversos deslocamentos, cada um deles fazendo uso de diferentes trechos da rede. Uma rede densa e variada permite a multiplicação das possibilidades de se atingir o destino através da combinação de diferentes modais para um mesmo deslocamento. (HOROWITZ e THOMPSON, 1994).

Daí a importância da integração entre os diferentes sistemas de transporte, que deve ocorrer tanto do ponto de vista institucional e tarifário – através das instituições que gerenciam os diferentes sistemas – assim como fisicamente. Neste último caso, as estações de transporte urbano têm um papel fundamental.

As últimas décadas vêm presenciando o surgimento de diversas novas experiências no campo do transporte urbano, o que tem tornado a questão cada vez mais complexa. Atualmente a principal marca das infraestruturas servindo a interligar passageiros entre diversos meios de transporte é sua diversidade. (MENERAULT, 2006). O quadro 5 mostra diferentes modalidades de transporte terrestre.

Quadro 5 – Os diferentes sistemas de transporte terrestres

	Tipo	Modalidade
Transporte coletivo	Transporte ferroviário	Trens regionais Trens de subúrbio
	Transporte metroviário	Metrô clássico Metrô automático Metrô leve/VLT totalmente segregado
	Sistemas rígidos de superfície	VLT PLT (personal light transit -sistemas guiados de pequena capacidade) Sistemas sobre pneus com guias físicas Sistemas sobre pneus com guiagem ótica ou magnética (no limite da categoria seguinte)
	Sistemas sobre pneus coletivos e flexíveis	TRO e outros sistemas otimizados de ônibus Ônibus convencionais Trolleybus Micro-ônibus e vans
	Transporte semi coletivo	Micro-ônibus e vans sob demanda Táxis coletivos (no limite da categoria seguinte)
	Transporte individual	Transporte individual público
Transporte individual particular		Carros particulares Veículos motorizados sobre duas rodas Bicicletas Caminhada e variantes (patins, cadeira de rodas etc...)

Fonte: Adaptado de MENERAULT, 2006, p. 43

A grande variedade de modalidades de transporte torna a questão das estações multimodais particularmente complexa. Cabe lembrar ainda que as caminhadas, mesmo se classificadas como meio de transporte particular no quadro acima, complementam quase todos os deslocamentos que usem meios coletivos motorizados. Ao se considerar o modo a pé como um meio de transporte, pode-se classificar quase todo deslocamento que use um meio de transporte motorizado, público ou particular, como um deslocamento multimodal, pois começa e termina com algum tipo de caminhada. Nesse sentido é preciso ressaltar que estações de transporte urbano devem permitir a integração não apenas entre os diferentes meios de transporte, mas também entre esses e o espaço da cidade, de onde e para onde as pessoas caminham.

2 ANÁLISE DE ESTAÇÕES SUBTERRÂNEAS DE ÔNIBUS COMPACTAS

2.1 Estações de transporte urbano

Como se pôde observar ao longo do primeiro capítulo deste trabalho, as estações de embarque, desembarque e transbordo de passageiros são elementos chave para o bom funcionamento de um sistema de transporte coletivo. Elas são essenciais para que o sistema de transporte seja conveniente, agradável e atrativo para as pessoas, assim como para que haja boa inserção e articulação do sistema com a cidade.

2.1.1 Importância e potencialidades de estações de transporte urbano

Estações de transporte urbano são o ponto de interface entre os sistemas de transporte e a cidade: é através delas que, a partir dos espaços da cidade, se acessam os sistemas de transporte, assim como é a partir desses lugares que os usuários dos sistemas de transporte têm acesso à cidade. Esta situação particular pode ser tratada a partir de duas lógicas distintas: a lógica de proximidade, pela qual a estação interage com seu entorno imediato, alterando seu status (nesses casos, é interessante observar, as influências podem ser variadas, tanto positivas quanto negativas) e a lógica de conectividade, pela qual a estação e sua localização tornam-se acessíveis e permitem o acesso a outras regiões da aglomeração urbana, através da rede de transporte – o que vai depender da capacidade, da eficiência e do alcance desta última. (MENERAULT, 2006).

A lógica de proximidade afeta o entorno da estação. Se esta for bem implantada, sem a criação de barreiras e obstáculos e com acessos adequados, as áreas de seu entorno têm sua acessibilidade ampliada, tornando-se áreas privilegiadas no tecido urbano. Quando se defende, como foi observado anteriormente, que o adensamento urbano é desejável ao longo das linhas de transporte coletivo de alta capacidade, deve-se ter em mente que os pontos de

contato entre o transporte e a cidade são as estações. Assim, tal adensamento faz sentido sobretudo ao redor das estações.

O acesso a partes mais distantes da cidade é que gera a lógica de conectividade, a partir da qual a estação está diretamente conectada a outros nós do sistema de transporte urbano, mais distantes. Afinal, ela tem em sua função primeira – a de articuladora de diferentes linhas, serviços e modais de transporte – um elemento primordial da efetividade do sistema de transporte e de sua capacidade de estruturar o espaço urbano e servi-lo. Por serem os nós da rede de transporte de uma cidade, a eficiência da rede depende da capacidade das estações interligarem os diferentes serviços entre si, fazendo com que seu impacto na articulação da cidade transcenda o lugar onde ela se encontra, ampliando-se para toda a área que a rede alcança.

Quando uma estação de transporte urbano interliga satisfatoriamente (em termos de tempo, conforto e custo) diferentes serviços do sistema de transporte de uma cidade, ela potencializa toda a rede e cada um de seus modais; e, para que estas vantagens de acesso sejam distribuídas em seu entorno imediato, é preciso que ela tenha uma implantação adequada, com boas condições de acesso. Evidentemente, alcançar todos estes atributos não é uma tarefa simples, pois eles, frequentemente, estão em conflito com as exigências operacionais de cada um dos modos de transporte que servem a estação. Serviços de transporte de alta capacidade, sejam eles ferroviários ou sobre pneus, demandam espaços segregados para executarem suas funções, exigindo a instalação de transposições em desnível, tanto para as pessoas quanto para os demais modais que servirem a estação. No caso de estações de TRO, como se verá adiante, as estações condicionam diversas características desses sistemas, podendo inviabilizar altas capacidades se não tiverem os atributos necessários para tal.

Já pelo enfoque local, da proximidade, deve-se observar que, ao ampliar a acessibilidade dos lugares de seu entorno, uma estação de transbordo altera o status desses lugares. Além do mais, inserida no tecido urbano, a própria estação é

um desses lugares. Conforme foi afirmado anteriormente, estações de transporte urbano são usadas com frequência para promover a imagem do sistema de transporte do qual fazem parte. Isso acontece porque elas têm uma importância simbólica considerável, tanto para a cidade quanto para a rede de transporte. Elas são espaços muito específicos dentro do sistema de transporte e, conseqüentemente, lugares cheios de significados no conjunto da cidade. Por isso elas têm, muitas vezes, suas estruturas constituídas de forma bastante cuidadosa, construídas a partir de projetos arquitetônicos especiais, que procuram transcender suas necessidades funcionais, buscando uma dimensão simbólica que exprima seu papel polivalente. (MENERAULT, 2006)

Esta dimensão simbólica é importante para as pessoas distinguirem a estação no conjunto dos espaços urbanos, tornando-a mais atraente e, com isso, conquistando usuários para o sistema de transporte. Evidentemente, essas questões simbólicas e subjetivas não são suficientes para que a estação atenda as necessidades das pessoas. Outra característica importante para os usuários é a microacessibilidade entre os espaços lindeiros da cidade e a estação, dentro dos espaços da estação e entre esta e os veículos de transporte coletivo. Nesse contexto deve-se sempre considerar que o modo de deslocamento a pé faz parte de toda rede de transporte. Esta modalidade, no caso das estações de embarque, desembarque e transbordo, tem suas necessidades adequadamente atendidas quando a estação tem uma boa inserção no tecido da cidade, proporcionando não apenas pontos de acessos variados, mas também permitindo atravessamentos e transposições fáceis para as pessoas, de forma que ela não constitua um obstáculo na cidade.

A acessibilidade no espaço das estações é uma das características que buscam atender às necessidades do corpo humano. Outras também podem ser citadas, sobretudo aquelas ligadas ao conforto que a estação pode proporcionar a seus usuários – dispositivos para mitigação de condições climáticas desfavoráveis e equipamentos para repouso, que podem ser simples bancos até salas

especialmente dedicadas a essa finalidade. Outro aspecto que já foi abordado anteriormente e que tem nas estações um lugar privilegiado para se manifestar e ser explorado é o fornecimento de informações sobre o sistema de transporte urbano a seus usuários, desde simples mapas e tabelas até sistemas de informações digitais, inclusive dispositivos interativos e que forneçam informações em tempo real sobre os diferentes serviços de transporte que compõem o sistema. (MENERAULT, 2006; HOROWITZ e THOMPSON, 1994)

Com relação aos sistemas de informação e aos dispositivos que proporcionam conforto aos usuários, é importante considerar que estes podem apresentar diferentes formas e, sobretudo, diversas escalas diferentes que, de maneira geral, tende a acompanhar o tamanho da própria estação: se uma grande estação multimodal pode ter sistema de ar condicionado, espaços de espera com bancos confortáveis e grandes painéis informativos, um simples ponto de ônibus pode atender a estas mesmas necessidades de seus usuários de maneiras mais modestas, com coberturas para proteção contra a chuva e o sol, bancos e elementos informativos mais simples.

2.1.2 Diversidade e características das estações de transporte urbano

Estações de transporte urbano são extremamente diferentes entre si. A causa mais visível das diferenças entre elas é a variedade de escalas. Elas vão desde um ponto de ônibus que pode ser demarcado apenas por um poste e, no limite, pode não ser caracterizado por nenhum elemento físico, apenas o conhecimento da população de que ali, a condução para; até grandes estações de transbordo que atendem linhas de metrô, trens de longa distância, ônibus, etc. Do ponto de vista da funcionalidade e da lógica do transporte, o que marca a diversidade das estações de transporte urbano são os modais atendidos por ela: eles são os principais condicionantes da estação e determinam vários de seus aspectos. É preciso observar que quanto maior o número de modos de transporte

em uma estação, maior sua complexidade. Dada a grande quantidade de modos existentes, a variedade de suas combinações é imensa. O quadro 5 traz, a título ilustrativo, uma lista de diferentes meios de transporte. É interessante observar que, deslocamentos que usam uma mesma tecnologia podem ter classificações diferentes em função da forma como ela é utilizada (por exemplo, um carro pode ser usado como carro particular, fornecer uma carona até a estação, táxi ou táxi coletivo)

Quadro 5 – Diversidade dos meios de transporte que podem atender uma estação de transporte urbano

Meios de transporte

Pedestre – mobilidade ampla
Pedestre – Mobilidade reduzida
Sistemas de assistência ao pedestre (esteiras e escadas rolantes, elevadores)
Bicicletas
Motos
Automóveis – estacionamento na estação
Automóveis – carona até/a partir da estação
Automóveis de aluguel
Automóveis de pessoas com mobilidade reduzida
Automóveis e táxis de uso coletivo
Táxis
PRT e transporte guiado de baixa capacidade (people-mover)
Transporte de carga por moto – motoboy
Transporte de carga por veículos pequenos – pacotes e correio
Transporte de carga – frete
Transporte de bagagens
Micro-ônibus e vans
Veículos especiais (escolares, turismo)
Serviços de ônibus convencionais
Serviços de ônibus expressos
TRO
Ônibus interurbanos
VLT e metrô leve
Metrô
Trem regional
Trem intermunicipal convencional
Trem intermunicipal de alta velocidade
Barcas
Táxi aquático
Barcos particulares
Veículos aéreos de decolagem vertical
Veículos aéreos de decolagem em pista curta

Fonte: adaptado de HOROWITZ e THOMPSON, 1994, p. 14.

Estações de transporte urbano apresentam conflitos entre as necessidades dos sistemas de transporte e aquelas dos usuários e da cidade. Estes conflitos são proporcionais ao tamanho das próprias estações e ao número de modais e serviços nelas baseados. Isto porque os sistemas de transporte apresentam condicionantes, principalmente em termos de espaço necessário para o correto funcionamento, que é específico para cada modo. Quanto maior o número de modalidades de transporte em uma estação, maior será a área necessária para sua operação em conjunto.

Assim, se por um lado as estações de transporte urbano têm, potencialmente, a capacidade de criar lugares especiais no tecido da cidade, grandes estações apresentam o risco da situação oposta, isto é, gerar obstáculos e descontinuidades na cidade. Mas o tamanho da estação não é o único aspecto que condiciona a caracterização das estações como obstáculos no tecido da cidade: a maneira como elas se inserem na cidade e promovem a continuidade de suas funções é que determina se corresponderão a interrupções do espaço urbano. Estas últimas ocorrem quando as necessidades operacionais dos sistemas de transporte são atendidas, mas não são tomadas as medidas necessárias para se atenuar o efeito negativo dessas condições sobre a inserção urbana da estação e sobre a circulação das pessoas a pé. Esse conflito entre a macroacessibilidade (possibilitada pelos sistemas de transporte motorizados de alta capacidade) e a microacessibilidade (acessos e transposições dos pedestres a partir do entorno imediato das estações) é observado na maioria das estações do metrô de Belo Horizonte: se os espaços internos das estações são adequados para seus usuários (em termos de conforto, equipamentos, informações, condições para acesso dos veículos etc.) os acessos a elas muitas vezes se dão através de passarelas mal iluminadas, sem tratamento urbanístico e paisagístico adequado.²⁵

²⁵ Estas questões, é importante observar, não se devem apenas à falta de visão da importância dos acessos às estações por parte dos planejadores, mas também a um problema de gestão: enquanto a gestão do metrô e das áreas das estações está a cargo de uma empresa federal (a CBTU,

Por outro lado, quando uma estação de transporte urbano é implantada de forma bem integrada com o espaço urbano, sem que se configure como um enclave, ela pode polarizar toda uma região, não apenas devido ao aumento da acessibilidade conferida a estes espaços, mas também devido ao incremento no público frequentador da área, composto por aqueles que usam a estação para realizar uma transferência. Por isso estações de transbordo são frequentemente usadas em projetos de recuperação de centralidades existentes ou desenvolvimento de novas delas, em áreas periféricas das aglomerações (MENERAULT, 2006).

Em Belo Horizonte, a maior parte das estações de transbordo, que vêm sendo implantadas desde a década de 1990, não tem conseguido exercer estas influências sobre seu entorno imediato. Humberto Guimarães, que analisou tal influência nos casos das quatro primeiras estações implantadas na cidade (Diamante, Venda Nova, São Gabriel e Barreiro) observa que “as estações não foram capazes (...) de alterar profundamente o uso e ocupação do solo nas suas áreas de interferência mais direta.” (GUIMARÃES, 2003, p. 92). Ele ressalta que, dentre as quatro, a Estação Barreiro é aquela que tem o maior potencial para isso e que, se tais impactos não foram detectados em sua análise, isso se deve ao curto intervalo entre esta (2003) e a implantação da estação (2002).

Diversas são as razões para o reduzido impacto das estações de transbordo sobre seu entorno: precariedade da estação, limitações da região, conexão inadequada entre a estação e o entorno etc. Guimarães também chama a atenção para um aspecto que também contribui para isso: o isolamento dos passageiros no interior da estação. (GUIMARÃES, 2003).

Questões ligadas à política tarifária e às tecnologias de cobrança e recolhimento de tarifas estão relacionadas com esse problema. Quando se adotam tecnologias simples de cobrança das tarifas, sem uso de cartões ou outros dispositivos flexíveis de controle, normalmente as estações possuem, em seu interior, o que é usualmente chamado de *área paga*, um espaço cujo acesso é

controlado e condicionado ao pagamento da tarifa e a partir do qual se acessam os veículos. Os usuários que saem da área paga só podem acessá-la novamente com o pagamento de nova tarifa (exceto nos casos onde se usam dispositivos flexíveis de controle, como cartões). Estes modelos, de estações fechadas com áreas pagas isoladas, apresentam reduzida interatividade com seu entorno: os passageiros em trânsito, que estão usando a estação apenas para transbordo (vindo de outro ponto da cidade, usando um serviço de transporte, e com destino a um terceiro ponto, a que chegarão com o uso de outro serviço), tendem a não sair da estação, perdendo a oportunidade de, eventualmente, usufruir do espaço urbano do entorno da estação entre os dois deslocamentos. Também a área urbana ao redor da estação perde potenciais usuários e clientes para as diversas atividades econômicas que ali estiverem instaladas. Contudo a evolução das tecnologias de cobrança tarifária, com crescente adoção de mecanismos flexíveis de cobrança e controle, faz com esse problema tenda a ser reduzido.

A própria configuração física da estação, independentemente da existência de áreas pagas, pode torná-la mais aberta ou fechada à cidade, de formas que vão bem além da simples integração do espaço da estação com o entorno. De fato, algumas propostas para integração de serviços de transporte urbano diluem as áreas de transbordo através de espaços públicos, configurando-se mais como áreas de transferência do que estações. Evidentemente as configurações desses espaços serão condicionadas pelos tipos e quantidades de serviços de transporte a ser integrados. Atualmente, observa-se claramente que situações como essas ocorrem, de forma extremamente insatisfatória, em diversas cidades brasileiras. Principalmente nas regiões centrais das cidades, servidas por diversas linhas de ônibus, grandes áreas funcionam como terminais de transporte a céu aberto, oferecendo condições extremamente insatisfatórias para os usuários do transporte coletivo (ausência de proteção contra condições climáticas adversas, de espaços para descanso e de informações). O hipercentro de Belo Horizonte, cidade

responsabilidade do poder público municipal.

cujo sistema de transporte tem um caráter fortemente radiocêntrico, representa uma dessas situações. (COSTA, 2004; TECBUS, 2005)

Em casos como esses, observam-se diversos problemas e inadequações ligadas à situação – que, mais do que ter sido planejada, acabou por tomar a forma que detém em função de diversos ajustes dos serviços e das áreas centrais que atendem, ao longo do tempo. Os problemas vão desde conflitos da operação dos sistemas de transporte (competição pelo espaço com a circulação geral e congestionamentos), passando por conflitos das áreas de embarque e desembarque com a circulação de pedestres, até problemas inerentes à integração dos serviços de transporte, com alguns transbordos obrigando os usuários a caminhar centenas de metros nas calçadas sem condições de proteção contra intempéries.

Por outro lado, quando devidamente planejados (e não improvisados), esses espaços de transferência entre diferentes serviços de transporte, dispersos pelo espaço urbano, têm o potencial de integrar os serviços sem gerar os prejuízos descritos anteriormente.

Se devidamente tratados e equipados para atender as demandas dos usuários dos serviços de transporte, áreas de transbordo em espaços abertos podem ser tão adequadas e confortáveis como as fechadas. A estação Aarão Reis, em Belo Horizonte, é um bom exemplo desta situação. Localizada na rua de mesmo nome, ela limita-se a uma longa área coberta junto à calçada (suficientemente larga para tal), na ponta da qual encontra-se o acesso à estação Central do metrô, como se pode ver nas figuras 9 e 10.

Figuras 9 e 10 – Estação Aarão Reis, em Belo Horizonte



Fonte: maps.google.com

Além de, potencialmente, facilitarem a acessibilidade do entorno imediato ao sistema de transporte, espaços de transbordo desconcentrados também tendem a favorecer os trajetos dos meios de transporte coletivo que os servem. Isso porque

o enclausuramento dos embarques e desembarques nas estações tem diversos efeitos negativos, que implicam em perda de tempo para os veículos e seus passageiros. A esse respeito, Eduardo Vasconcellos observa que “grandes terminais podem requerer de 1 a 2 minutos para que o ônibus encontre a baía correta” (VASCONCELLOS, 2000, p. 243), acrescentando ainda que, em diversas situações, trechos adicionais de percurso para se alcançar a estação, congestionamentos nas aproximações destas e tempos de transferência elevados (sobretudo para sistemas mal planejados) podem ampliar o tempo perdido para até 10 minutos. Estações de TRO representam boas soluções para estes problemas, pois localizadas ao longo do trajeto dos veículos, como as estações de metrô, elas não implicam em deslocamentos adicionais para os veículos e, conseqüentemente, evitam as perdas de tempo descritas acima. Elas são analisadas na próxima seção.

2.1.3 Especificidades de estações de sistemas de Transporte Rápido por Ônibus

Em sistemas de TRO, normalmente existem algumas grandes estações, via de regra localizadas nas extremidades dos corredores (em Belo Horizonte estas estações estão sendo chamadas de *Estações de Integração*) e estações menores ao longo dos corredores, em geral localizadas nos canteiros centrais das avenidas (são *Estações de Transferência*) a uma distância que varia de um sistema para outro, mas usualmente entre 500 e 1000 metros. Enquanto as primeiras são caracterizadas por grandes espaços destinados à transferência de passageiros entre diversos tipos de serviço – os serviços de baixa e média capacidade, também chamados de alimentadores – e as linhas de TRO de alta capacidade, as últimas ocupam uma área bem menor e possibilitam a transferência entre diferentes linhas do TRO; nas estações de transferência, para se realizar a integração entre serviços de baixa capacidade (incluindo micro-ônibus e serviços de táxi) é necessária a utilização do espaço urbano ao redor da estação.

Normalmente a capacidade de um corredor TRO equivale à capacidade de suas estações. (ITDP, 2007)

Em sistemas ferroviários, altas capacidades são possíveis devido à capacidade dos veículos. Já em sistemas TRO, as altas capacidades dependem das altas frequências dos ônibus.

É simples compreender esse aspecto: um sistema de metrô, com trens capazes de carregar 1.000 pessoas cada, atinge a capacidade de 30.000 pass/h com 30 composições por hora (intervalos de 2 minutos entre as composições); já num sistema TRO, considerando-se que a capacidade de um ônibus articulado é de 150 passageiros, são necessários 200 veículos para se transportar as mesmo 30.000 pessoas em uma hora (intervalos de 18 segundos).

Para que intervalos tão curtos sejam possíveis, as estações devem possuir atributos que permitam: a/ que as operações de embarque e desembarque sejam rápidas; e b/ que vários veículos possam realizar a operação simultaneamente sem que um deles impeça a entrada e/ou a saída de outro.

As operações de embarque e desembarque e a cobrança da tarifa dentro do veículo são responsáveis por parte da lentidão dos ônibus em sistemas convencionais. O simples fato de haver degraus e a necessidade de se esperar que certo número de passageiros passe pela roleta antes que todos embarquem gera atrasos.

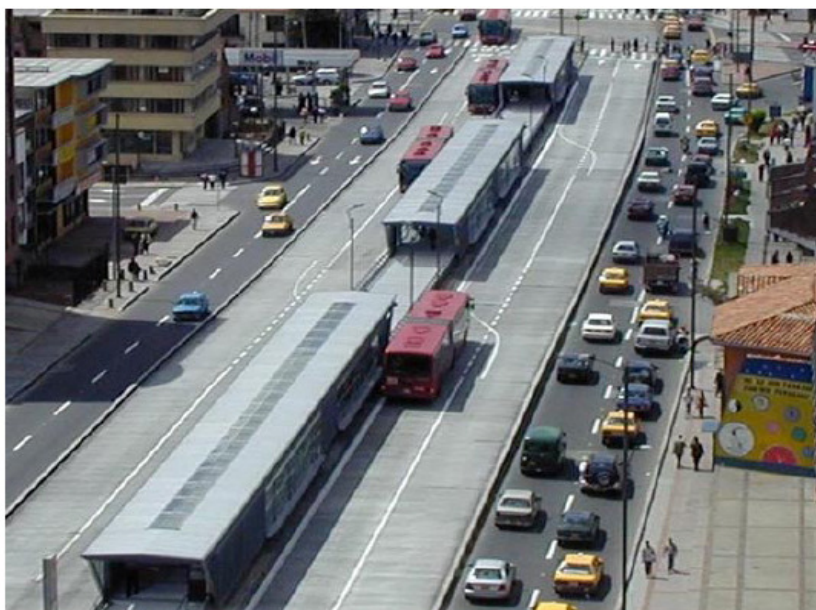
Nos sistemas TRO este problema é resolvido com: cobrança da tarifa na estação, e não dentro do veículo; embarque em nível, sem degraus (o piso das estações deve ser nivelado com o piso dos ônibus); quantidade e largura das portas maior do que nos ônibus convencionais. Com essas estratégias, o ganho de tempo é significativo.

Entretanto, corredores de TRO que possuem estações com apenas essas características não atingem capacidades similares às de sistemas ferroviários. Para isso, é preciso garantir que vários ônibus possam realizar as operações de embarque e desembarque e, como não é possível prever a duração dessas

operações para cada veículo, é necessário garantir que um veículo possa entrar ou sair de sua baia sem que o outro o impeça.

Assim, as estações devem ter comprimento suficiente para a quantidade de baias (espaços para o ônibus parar) necessárias e ainda um espaçamento entre as baias para que os veículos possam entrar e sair sem ser impedidos por outro em outra baia. Para estações com altos carregamentos, isso pode implicar em uma extensão de mais de 150 metros. Além disso, mesmo que o corredor de TRO possa funcionar com uma pista exclusiva para ônibus por sentido, nas estações elas devem ser duplicadas para permitir saída e ultrapassagem. A figura 11 representa uma estação do sistema Transmilenio, de Bogotá.

Figura 11 – Estação do sistema Transmilenio, em Bogotá



Fonte: ITDP, 2007

Como se pode observar, esses elementos têm impactos consideráveis em sua área de implantação. Cabe salientar dois tipos de conflitos: o primeiro, e talvez o mais evidente, é o impacto urbanístico-visual. Se um corredor de ônibus já representa um impacto considerável em uma avenida, em estações desse tipo, ele é

ainda maior, pois se trata de uma barreira visual permanente. Além do mais, por ser a área de parada dos ônibus, sua concentração é maior ali, aumentando não apenas o impacto visual como também a poluição sonora e do ar e acentuando a impressão de barreira.

Outro aspecto que pode ser observado nessa imagem e ocorre no Transmilenio, assim como na maioria dos sistemas de TRO, é o fato de os ônibus circularem junto ao canteiro central, com acesso pelo lado esquerdo dos veículos, ao contrário dos ônibus convencionais, cujas portas localizam-se à direita. Esta característica operacional é usada na maioria dos sistemas de TRO para minimizar as interferências entre o sistema e a circulação geral. Como a maioria dos corredores de TRO é implantada em avenidas de mão dupla onde as conversões à direita são mais numerosas do que aquelas à esquerda, a locação das faixas de transporte coletivo junto ao canteiro central minimiza a interferência do tráfego geral na circulação dos ônibus (ITDP, 2007).

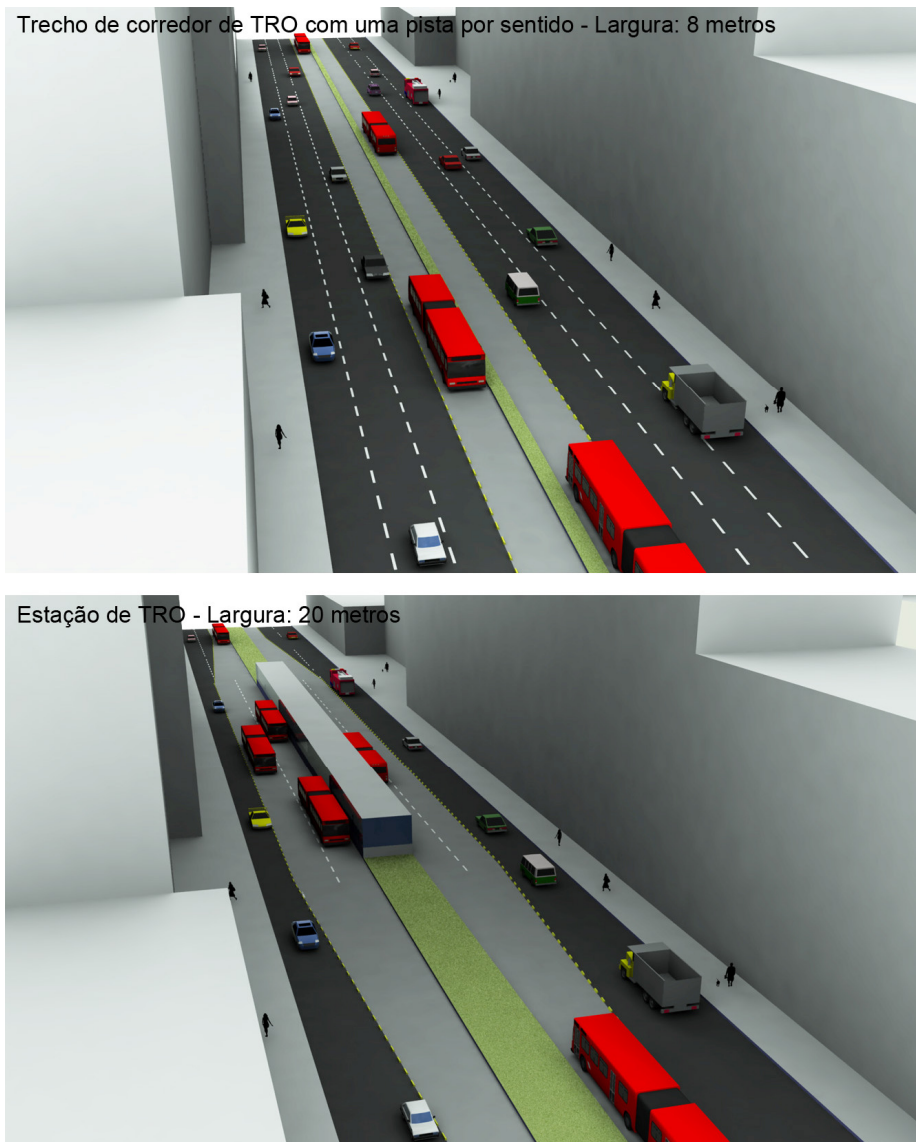
A forma como as estações de TRO localizadas no centro da via proporcionam as correspondências entre diferentes serviços que atendem também merece ser salientada pela comodidade que oferece aos usuários. De fato, como elas possuem uma plataforma única (ou plataformas alinhadas, quando a estação é modular, como no caso ilustrado na figura 11), para realizar uma transferência entre dois serviços que servem a mesma estação, os passageiros não precisam realizar grandes deslocamentos nem vencer desníveis, como ocorre em correspondências de metrô ou outras correspondências intermodais. As correspondências ocorrem na mesma plataforma, fazendo com que os passageiros precisem, na pior das hipóteses, caminhar algumas dezenas de metros, em nível. Essa característica é extremamente interessante para as pessoas, especialmente para aquelas com necessidades especiais de locomoção, incluindo não apenas deficientes físicos (permanentes ou temporários), mas também pessoas carregando pacotes, acompanhadas de crianças ou com outras limitações. A correspondência é facilitada

não apenas pela fácil transferência de veículo a outro, mas também pela passagem entre os ônibus e a plataforma, que ocorre em nível, sem degraus.

Para que a operação de embarque e desembarque ocorra em nível, a maioria dos sistemas de TRO adota veículos de piso alto (cerca de um metro de altura) implantando estações com o piso no mesmo nível: os passageiros sobem no acesso à estação e não para entrar no ônibus. Mas também existem sistemas que adotam veículos de piso baixo, com 37 centímetros de altura. Contudo estes últimos são usados em uma pequena parte dos sistemas existentes devido aos maiores custos, tanto de aquisição quanto de manutenção da frota com essas características. (Os sistemas de Bogotá, Curitiba, Quito, Cidade do México e Joanesburgo, por exemplo, adotam piso alto, assim como o que está sendo planejado para Belo Horizonte. Ônibus de piso baixo são usados em Santiago e Brisbane.) É preciso observar que os veículos de piso baixo oferecem, em contrapartida ao seu maior custo, a vantagem de uma melhor acessibilidade aos passageiros. Se, por um lado, este benefício é igualado pelas estações elevadas dos sistemas de TRO com ônibus de piso alto, por outro os veículos de piso baixo oferecem uma maior flexibilidade por poder prescindir de estações, aspecto que o piso alto não permite. De fato, um sistema de TRO que use apenas veículos de piso baixo tem a grande vantagem de possibilitar o embarque e desembarque, tanto à esquerda quanto à direita, podendo usar estações fechadas, mas também permitindo a entrada e saída de passageiros sem a necessidade de estações especiais. Assim, o piso baixo proporciona um sistema mais flexível, que pode não apenas operar em diferentes situações, mas também sofrer alterações em sua operação sem exigir grandes intervenções nos sistemas, sobretudo nas estações.

Outra questão relevante, relacionada à circulação, diz respeito à largura necessária para a criação de uma estação de TRO. Enquanto um corredor com uma pista por sentido ocupa 7 metros da seção da via onde se implanta, na área da estação são necessárias duas pistas por sentido mais a plataforma, podendo totalizar até cerca de 20 metros, conforme se observa na figura 12.

Figura 12 – Comparação da largura viária ocupada por um corredor de ônibus com uma pista por sentido e por uma estação com faixa dupla.



Elaboração própria.

É importante acrescentar que em áreas urbanas com quadras curtas, como é comum nos centros antigos das metrópoles brasileiras, estações como estas se mostram ainda mais problemáticas e de difícil implantação. Se o comprimento das quadras for menor do que o comprimento necessário para a estação, esta deverá ser implantada em módulos distantes e separados pela interseção, ou avançar sobre a interseção, interrompendo a continuidade da via transversal. Em

qualquer uma das duas situações tem-se um impacto adicional, seja para os usuários do transporte coletivo – no primeiro caso – seja para a circulação geral da cidade – no segundo. (ITDP, 2007)

Ademais as interseções apresentam um problema adicional para as estações de TRO. Por questões operacionais, fica mais fácil localizar as paradas de TRO longe dos principais cruzamentos, pois estes são pontos de conflito entre o tráfego geral e as estações. Isso porque, nas grandes interseções, o tráfego geral precisa de mais espaço para as conversões e para acumulação de veículos quando há um sinal vermelho. Entretanto, muitas vezes, localizar a estação longe das interseções não é conveniente para os usuários, tendo em vista que grandes cruzamentos tendem a ser um foco de atração de pessoas (ITDP, 2007).

Finalmente há um último aspecto importante a ser observado aqui que, se não está diretamente relacionado às estações de TRO, terá consequências sobre a análise dos modelos de estações subterrâneas de ônibus compactas que serão apresentadas a seguir. Comentou-se, anteriormente que a ausência de faixas de ultrapassagem nas áreas das estações limita a capacidade de corredores de ônibus. Além disso, deve-se acrescentar que, para que corredores de TRO sejam capazes de suportar carregamentos extremamente altos, a faixa dupla deve ocorrer ao longo de toda sua extensão e não apenas nas estações. Um estudo elaborado em 2007, que procurou determinar a capacidade de diferentes trechos do sistema Transmilenio, calculou que, para as características desse sistema, corredores com pista única e faixa de ultrapassagem apenas nas estações têm sua capacidade limitada a 23.040 passageiros por hora por direção.²⁶ (SDG, 2007, p. 99)

²⁶ Isso não significa que todos os corredores com essas características tenham exatamente esse mesmo limite, já que a capacidade depende de outras variáveis tais como o tamanho dos veículos, o número de baias na estação, o tempo de permanência dos ônibus na parada, a média de passageiros que embarcam e desembarcam em cada parada etc. (ITDP, 2007). Ainda assim é importante considerar essa limitação de corredores com faixa de ultrapassagem apenas nas estações, em comparação com corredores com pistas duplas em toda sua extensão. Tal limitação será importante para a análise das estações subterrâneas de ônibus compactas.

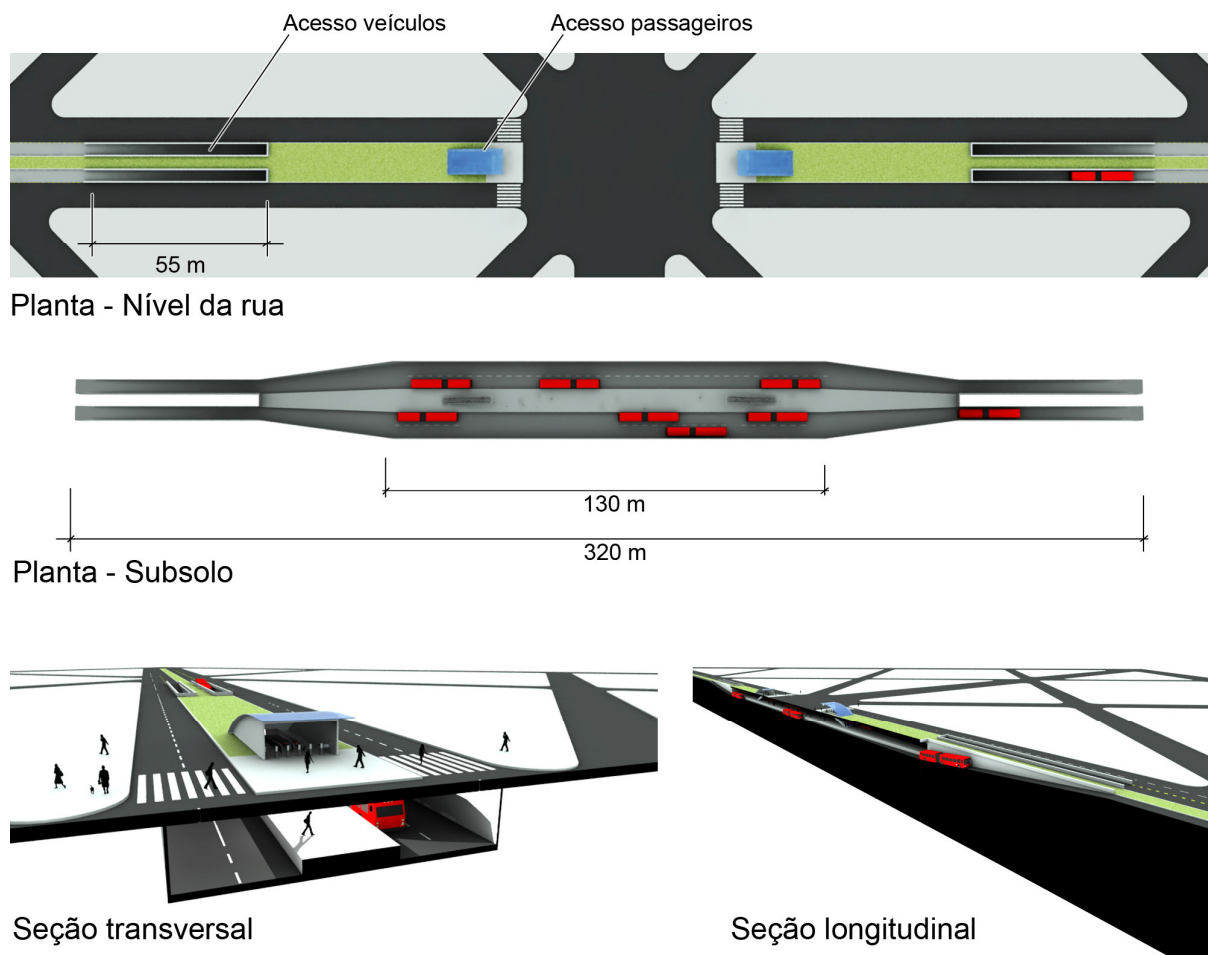
2.2 Concepção, justificativa e variações das estações subterrâneas de ônibus compactas

2.2.1 Concepção e justificativa das estações subterrâneas de ônibus compactas

Não será apresentado aqui um projeto, com dimensões e especificações determinadas, mas uma proposta conceitual. O objeto a ser analisado corresponde à transferência para o subsolo do trecho de estação de um corredor de TRO operando junto ao canteiro central. Como as estações convencionais de TRO apresentam variações, o estudo também considera diferentes configurações para a estação subterrânea, sobretudo nos acessos à estação.

A ideia da estação subterrânea (chamada aqui de compacta em oposição ao que normalmente se imagina de uma estação, ou seja, uma grande área para parada de ônibus) surgiu ao se buscar modos de minimizar os impactos dos corredores de TRO. Uma conformação simples consiste em uma estação subterrânea com uma plataforma de 130 m de comprimento (o suficiente para atender quatro ônibus articulados de cada lado simultaneamente), 6 m de largura e duas faixas de ônibus por sentido em seu interior, mas apenas uma em cada rampa de acesso, assim como no corredor de superfície; nível do subsolo 5,5 m abaixo do nível da rua e dois acessos para pedestres pelo canteiro central, no eixo da plataforma. Esta seria a conformação mais compacta e está representada na figura 13.

Figura 13 – Configuração básica de uma estação subterrânea de ônibus compacta



Elaboração própria.

Como foi observado anteriormente, as estações dos sistemas de TRO são particularmente impactantes para o espaço urbano e a estratégia de tirá-las da superfície solucionaria problemas que as estações e os sistemas TRO em geral apresentam, sobretudo na interface de grandes cruzamentos, locais onde faixas exclusivas de ônibus apresentam as maiores inconveniências. Cabe destacar:

- Possibilitariam a implantação de um sistema TRO pleno (com pista exclusiva em toda sua extensão e faixas de ultrapassagem nas estações) em avenidas relativamente estreitas, sem desapropriações.

- Minimizariam o impacto visual das estações no ambiente urbano.
- Minimizariam o conflito do corredor de TRO com o tráfego nos cruzamentos, onde ele é mais impactante, melhorando tanto a operação dos serviços de TRO quanto a circulação geral, possibilitando, inclusive, conversões à esquerda, sem afetar o corredor de ônibus.
- Possibilitariam a implantação das estações em locais onde, em geral, se localizam os principais focos de atração de viagens: nos grandes cruzamentos.
- Possibilitariam a criação de áreas de embarque e desembarque confortáveis.

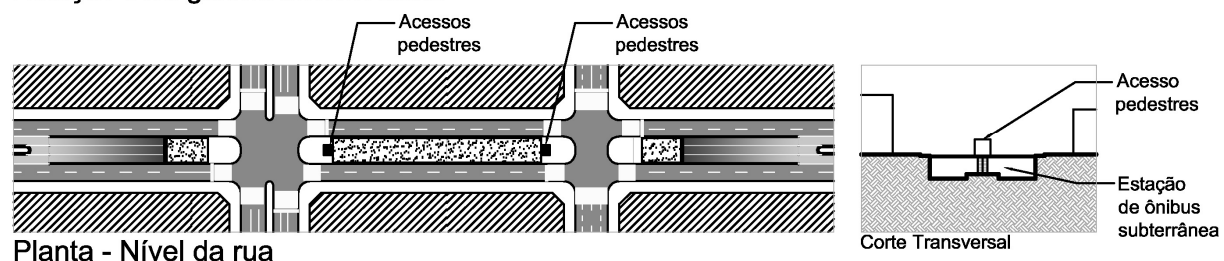
2.2.2 Modelos variações das estações subterrâneas de ônibus compactas

Estação com galeria intermediária

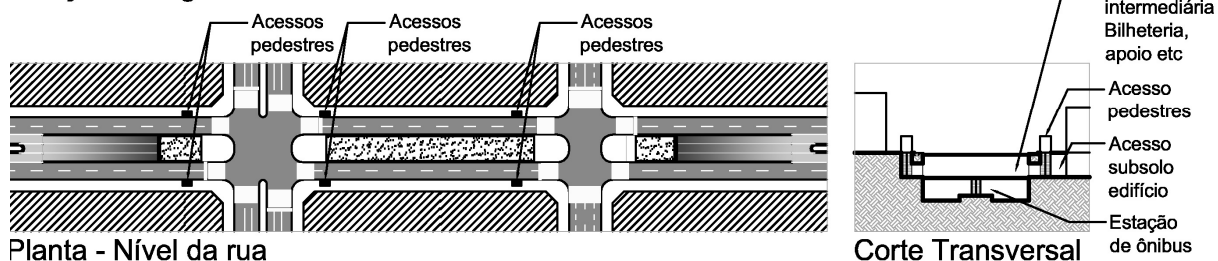
A estação apresentada acima representa a configuração mais compacta dentro das condições apresentadas. Ampliações, sobretudo nas formas de acesso, tanto dos veículos quanto dos pedestres, implicam em alterações significativas na estrutura e na forma como a estação se insere no espaço urbano. No caso citado acima, o nível do subsolo encontra-se 5,5 metros abaixo do nível da rua. Caso se rebaixe mais ainda o nível da estação, pode-se incluir um nível intermediário entre o patamar dos ônibus e o da rua, com bilheteria, espaço de apoio e comércio. Esta galeria intermediária também permitiria a criação de acessos para passageiros junto às esquinas, ao contrário da configuração básica onde os acessos estariam restritos ao canteiro central da avenida. A galeria intermediária também possibilitaria a ligação direta da estação com o subsolo de um edifício lindeiro. Nesta situação, a estação oferece mais acessos e maior conforto para os usuários, porém seu custo é maior. A figura 14 ilustra a comparação entre estas variações.

Figura 14 – Comparação entre a configuração básica da estação subterrânea e a estação com galeria intermediária.

Estação sem galeria intermediária



Estação com galeria intermediária



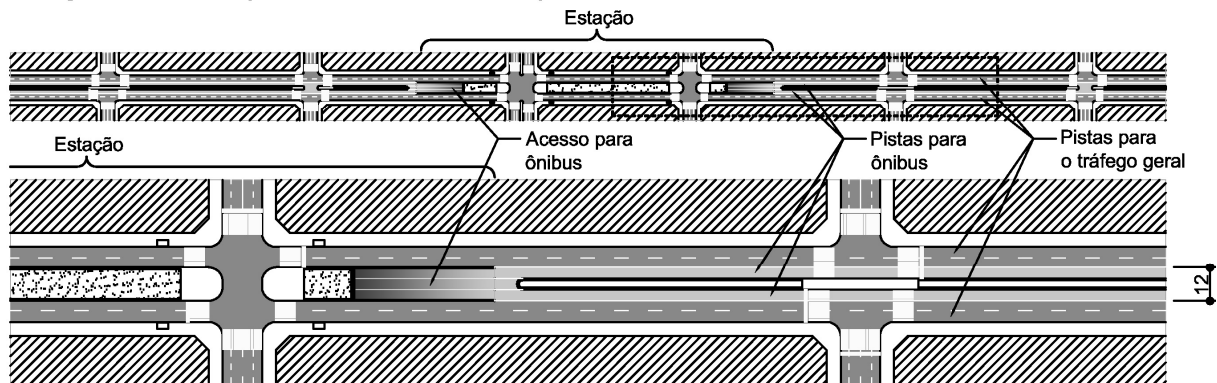
Elaboração própria.

Estação com duas pistas para veículos em cada rampa de acesso

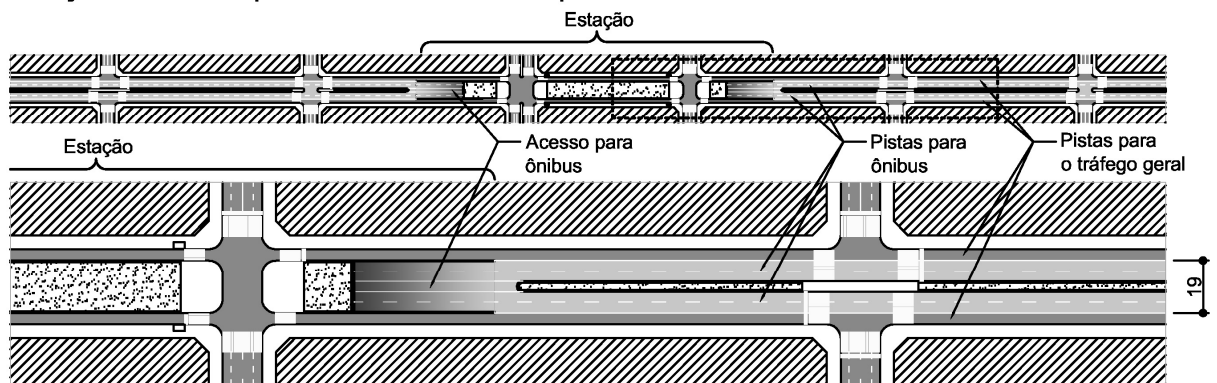
A variação apresentada acima afeta os acessos de passageiros, mas não os dos veículos nem sua operação. Outra variação da estação de ônibus subterrânea consiste em alterar os acessos para veículos, ampliando de uma para duas o número de pistas em cada rampa. Por um lado, esta alteração permitiria capacidades maiores, pois, como se viu acima, duas pistas em toda a extensão do corredor permitem maiores volumes de passageiros do que o uso de pistas simples com ultrapassagens apenas na área da estação. Por outro lado, deve-se observar que esta alteração anula algumas das vantagens representadas pelo uso de estações subterrâneas, sobretudo aquelas ligadas aos ganhos de espaço e consequente redução de desapropriações. Ainda assim ela manterá os benefícios ligados à redução dos impactos de estações de TRO convencionais e à eliminação de conflitos com a circulação geral. A figura 15 ilustra as variações apresentadas acima.

Figura 15 – Comparação entre a configuração básica da estação subterrânea e a estação com duas pistas em cada acesso para veículos.

Estação com uma pista em cada acesso para veículos - nível da rua



Estação com duas pistas em cada acesso para veículos - nível da rua



Elaboração própria

Na figura acima, foi adotado um canteiro central de cinco metros de largura nos dois casos ilustrados, o que implica em larguras de 12 metros para o corredor com uma pista por sentido e 19 metros para aquele com duas pistas em cada direção. Sem o canteiro central as larguras mínimas seriam 7 e 14 metros.

Variações construtivas

Por fim, deve-se acrescentar que as estações subterrâneas também podem apresentar variações no que diz respeito a seus aspectos e características

construtivas. Se diversas técnicas e configurações podem ser usadas para sua implantação, cabe destacar, como principal distinção, a oposição entre estações concebidas como trincheira e como túnel. No primeiro caso, tem-se um equipamento menos profundo e com maior impacto na superfície quando de sua implantação; no segundo caso, a estação deve ser mais profunda, mas gera menor impacto para ser construída. Esta última conformação também representa custos mais elevados. Tais questões construtivas não foram analisadas profundamente, pois o estudo teve seu foco nos aspectos ligados ao transporte e sua relação com a cidade e com as pessoas. Ainda assim a questão foi considerada na análise, mesmo que de forma breve.

2.3 Análise da estação subterrânea de ônibus compacta

Nesta seção será desenvolvida uma análise da estação subterrânea de ônibus compacta. Tanto os impactos positivos quanto os negativos, causados sobre os serviços de transporte, o espaço urbano e seus habitantes, serão tratados. A estação será analisada, nesta seção, de forma genérica, ou seja, não se considerará sua implantação em uma área ou lugar específico da cidade.

O estudo leva em consideração os impactos causados pelas estações subterrâneas de forma geral, mas enfatiza a distinção entre os efeitos das estações convencionais e das subterrâneas, ou seja, busca as implicações e potencialidade destas últimas no contexto de um projeto de corredor de TRO.

Alguns aspectos analisados terão diferentes impactos em função do modelo de estação adotado, questão que será salientada na análise. Outros podem ter uma influência maior ou menor em função da localização da estação. Tais particularidades também são consideradas na análise, que também indica as condições para a variação dos impactos. O terceiro capítulo considerará, ainda que de forma sucinta, a implantação e o funcionamento da estação em espaços específicos (no caso, no eixo da Avenida Amazonas, em Belo Horizonte).

A análise está dividida em três partes. A primeira delas considera as características de sua estrutura física na cidade. Em seguida são analisadas as implicações do funcionamento e da operação da estação. Por fim as possibilidades de integração da estação com a cidade, com as pessoas e com outros serviços de transporte são avaliadas.

2.3.1 Avaliação das características físicas da estação

Aspectos positivos

Redução do impacto urbanístico de uma estação de TRO

Como se observou na primeira seção deste capítulo, o impacto de uma estação convencional de TRO é considerável: trata-se de elementos com dimensões significativas (frequentemente mais de cem metros de comprimento) que, pelas condições operacionais dos sistemas a que servem, devem ser implantados ao longo dos principais corredores viários, em geral ao longo do canteiro central, representando uma grande barreira no tecido urbano. Em que pese seu papel funcional e sua importância para a cidade, estações convencionais de TRO interrompem sua continuidade, gerando trechos onde a funcionalidade *transporte* compromete a ambiência e a fluidez do espaço para as pessoas. Nesse sentido a estação subterrânea de ônibus compacta possibilitaria o funcionamento de sistemas de TRO sem criar longos obstáculos como as estações convencionais.

Evidentemente a gravidade do impacto da barreira formada por uma estação convencional de TRO dependerá de sua localização. O tecido urbano não é homogêneo e alguns de seus espaços têm especial valor para seus habitantes – espaços dotados de valores históricos, culturais e simbólicos. Estes são normalmente lugares com uma grande intensidade no uso e nas relações entre as pessoas e são também aqueles que, potencialmente, mais sofreriam com os

impactos negativos de uma estação convencional de TRO²⁷. São nessas situações que, no caso de existência ou necessidade de criação de um corredor de TRO, a implantação de uma estação subterrânea se justificaria mais facilmente.

Como se verá adiante, a implantação de estações subterrâneas também gera, com as rampas de acesso para veículos, obstáculos na cidade. Entretanto, não são tão graves quanto os criados pelas estações convencionais já que estas últimas, além de configurarem um obstáculo mais longo, são barreiras para a circulação e também visuais.

Possibilidade de implantação de um corredor de TRO em vias relativamente estreitas sem a necessidade de desapropriações

As estações de TRO são os elementos da infraestrutura do sistema que ocupam o maior espaço. Conforme já abordado na justificativa da estação, esta questão é particularmente relevante para cidades com vias com largura limitada, como é o caso de Belo Horizonte e de diversas outras cidades.

Um corredor de TRO pode operar com apenas uma faixa por sentido, numa largura total de 7 metros. Entretanto as estações, além de uma faixa para cada sentido, precisam de plataforma de embarque e desembarque de passageiros e de uma faixa de ultrapassagem de cada lado, o que pode fazer com que cheguem a ocupar 20 metros das seções das vias. Isso faz com que, nas vias com até 20 metros de largura, elas sejam inviáveis e em outras, mais largas, mas com tráfego intenso, causem impactos tão significativos que se tornam indesejáveis. Em uma via com 35 metros de largura, por exemplo, um trecho de corredor de TRO deixaria livres 28 metros – 14 de cada lado (o suficiente para duas faixas de circulação, uma faixa de estacionamento e calçada). Já as estações, na mesma via, deixariam apenas 7,5 metros livres de cada lado (caberia apenas uma faixa de circulação e calçada, sem estacionamento). A figura 12, na primeira seção deste capítulo, ilustra

²⁷ É por esse motivo que a Avenida Afonso Pena, originalmente incluída entre os trechos que receberiam infraestrutura específica para o sistema de TRO de Belo Horizonte, atualmente em

a diferença dos espaços necessários para implantação de um corredor de TRO com uma pista por sentido e de uma estação convencional em uma via com 35 metros de largura.

Esta situação costuma ser contornada através do alargamento da via. Quando esta solução é adotada, a implantação do sistema tem seu custo acrescido pelo valor dos terrenos e edificações a ser desapropriados. É importante observar que os impactos do alargamento podem ir além de seu valor financeiro. De fato, caso existam edificações históricas ou representativas para a cidade, ou até mesmo se o próprio eixo viário carregar um valor simbólico para a comunidade, a reestruturação do entorno da estação pode representar uma perda considerável para a cidade. Situações como estas podem inviabilizar a implantação de um corredor de TRO caso o uso de estações convencionais seja a única alternativa considerada. Pode-se acrescentar a esses impactos, a própria remoção forçada de pessoas e estabelecimentos, também gerada pela desapropriação. Nesse sentido o uso de estações subterrâneas de ônibus compactas podem viabilizar corredores de TRO em áreas onde o impacto das desapropriações necessárias para a construção de estações convencionais se mostre inaceitável.

Os três aspectos apresentados acima – presença de edificações históricas, tráfego intenso e ausência de vias largas – que caracterizam um trecho urbano como uma área onde corredores de TRO teriam um impacto particularmente prejudicial, são marcantes sobretudo nas regiões centrais das grandes cidades. Assim, estas áreas mostram-se, pelos parâmetros avaliados até aqui, particularmente interessantes para a implantação de uma estação subterrânea de ônibus compacta. Deve-se acrescentar ainda que as áreas centrais das cidades são lugares que tradicionalmente concentram diversas atividades econômicas e polos geradores de emprego, o que faz delas espaços onde o transporte coletivo deve ser priorizado.

desenvolvimento, foi retirada dos planos. Foi considerada, inclusive, com a participação do autor deste trabalho, a possibilidade de implantação de uma estação subterrânea. Ver anexo 3.

É importante observar que a discussão acima é válida sobretudo para os corredores de TRO com apenas uma pista de sentido e com a pista de ultrapassagem apenas nas estações, pois os corredores com pista dupla em toda sua extensão apresentam seção mínima de cerca de 14 metros mesmo longe das estações. Ou seja, o potencial de redução de desapropriações proporcionada por estações subterrâneas de ônibus compactas é maior nas estações com rampas de acesso para apenas um ônibus, sendo significativamente menor nos casos de estações com rampas de acesso para dois veículos.

Isso não significa que estações subterrâneas não apresentem benefícios para este último caso, pois, conforme discutido anteriormente, em qualquer situação as vantagens da retirada da estação da superfície evita impactos urbanísticos e, como se verá adiante, apresenta também vantagens para a circulação geral.

Criação de espaço livre na área da estação

O uso de estações subterrâneas em corredores de TRO retira da superfície não apenas os elementos exclusivos das estações (faixas de ultrapassagem e plataforma de passageiros), mas também o próprio espaço de circulação de veículos, criando áreas livres inexistentes nos corredores com estações convencionais. Estes espaços podem ter destinações diversas, desde espaços de apoio à estação (bilheteria, difusão de informações etc.) até espaços públicos e áreas verdes que tornem a cidade – e sobretudo o entorno das estações de transporte público – um espaço mais agradável e mais convidativo para as pessoas.

Esta última destinação para o espaço deixado livre pela estação subterrânea na superfície – a implantação de áreas públicas – é a proposta do estudo preliminar da estação subterrânea de ônibus para a Avenida Afonso Pena, em Belo Horizonte, comentada na seção anterior e apresentada no anexo 3.

Entretanto esse espaço também pode ser usado para resolver alguns problemas normalmente relacionados aos corredores de TRO com relação a

aspectos operacionais, tanto dos serviços de ônibus quanto do tráfego geral. Esta discussão será desenvolvida adiante, na avaliação dos aspectos relacionados à operação dos serviços de transporte da estação. Por fim, é importante observar que as dimensões da área sobre a estação são grandes o suficientes para permitir simultaneamente diferentes usos – circulação, áreas públicas de estar e lazer e usos de apoio à estação.

Aspectos Negativos

Custo

O custo de implantação de uma estação subterrânea de ônibus é, possivelmente, o maior obstáculo para sua construção. Obras subterrâneas, além de apresentarem impactos sobre o ambiente, são muito dispendiosas.

Como foi observado acima, uma das vantagens da criação de tais estações é a possibilidade de se implantar um corredor de TRO sem que a circulação geral sofra fortes impactos nos trechos das estações e/ou sem que seja necessária a realização de desapropriações (no caso de vias com largura limitada). Assim, do ponto de vista estritamente econômico, é razoável afirmar que, dada uma situação onde se considera necessária ou desejável a criação de um corredor de TRO, a implantação de estações subterrâneas para seu atendimento seria viável nos casos onde os custos das desapropriações necessárias para a implantação de uma estação convencional fossem superiores aos custos de implantação de uma estação subterrânea equivalente (no mesmo local e com a mesma capacidade).

Contudo, a análise da viabilidade da implantação destas estações não deve ser única e estritamente econômica, já que a cidade é, antes de mais nada, um espaço social, cultural e simbólico – um espaço das pessoas. Desapropriações são ações com fortes repercussões negativas sobre o tecido urbano e seus atores – que se veem forçados a realizar um deslocamento de suas residências ou estabelecimentos contra sua vontade. Assim, as considerações sobre os prós e os contras de cada uma das possibilidades devem incluir, além dos critérios

econômicos, outras implicações de cada uma delas, como, por exemplo, o custo social das desapropriações e os impactos urbanos e ambientais de cada opção.

Impactos das rampas de acesso de ônibus

É preciso considerar que, se uma das justificativas da estação subterrânea de ônibus compacta é a eliminação da barreira formada pelas estações convencionais de TRO, os acessos dos veículos que ligam o corredor de superfície à estação abaixo do chão também geram barreiras. Se por um lado tais acessos não configuram obstáculos visuais que dividem a via, como no caso das estações convencionais, elas implicam em limitações ao deslocamento e ao atravessamento da via.

Algumas medidas ou situações específicas podem atenuar ou agravar esses impactos dos acessos às estações. O primeiro deles é o planejamento adequado da localização da estação e conseqüentemente de seus acessos de forma que as implicações da obstrução criada sobre a circulação sejam as menores possíveis. Uma situação onde a obstrução no eixo de uma via agride particularmente o tecido urbano ocorre quando esta interrompe a continuidade de uma via perpendicular. Em Belo Horizonte, um exemplo desta situação indesejável pode ser observado na trincheira que liga a Rua Rio Grande do Norte à Avenida Nossa Senhora do Carmo, passando sob a Avenida do Contorno. O acesso a partir da Rua Rio Grande do Norte interrompe a continuidade do eixo da Rua Antônio de Albuquerque, impedindo o trajeto em linha reta, tanto para veículos quanto para pessoas a pé, obrigando-os a realizar um desvio para a realização deste movimento – cabe destacar que este impedimento é mais prejudicial para os pedestres, para os quais o desvio representa maior perda de tempo, devido a sua velocidade mais baixa. A figura 16 ilustra o caso citado de Belo Horizonte.

Figura 16 – Continuidade Rua Antônio de Albuquerque interrompida pela trincheira que liga a Rua Rio Grande do Norte à Avenida Nossa Senhora do Carmo, em Belo Horizonte.



Fonte: maps.google.com

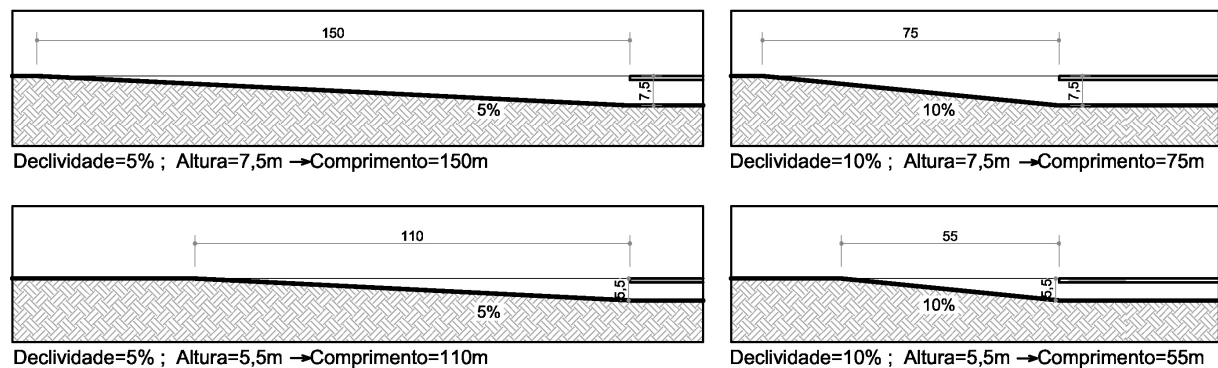
Como é o trecho descoberto dos acessos que gera a barreira, seu comprimento é determinante para a questão. Este, por sua vez, está relacionado com alguns aspectos, notadamente os seguintes: altura livre do vão interno para acesso dos veículos, declividade da rampa de acesso e topografia da área de implantação da estação. Eles são considerados e discutidos a seguir.

A altura dos veículos condiciona o comprimento do trecho descoberto de uma rampa de acesso a uma trincheira. No caso de trincheiras destinadas à circulação geral, deve-se considerar os maiores veículos existentes, carretas e caminhões carregados. Nesses casos a altura livre é usualmente de 6,5 metros. No caso das estações subterrâneas de ônibus, aonde se supõe que caminhões e carretas não terão acesso, a altura livre pode ser de 4,5 metros. Considerando-se que, além da altura livre, a rampa também deverá vencer a altura da estrutura, convencionada aqui em um metro, tem-se uma diferença entre 5,5 e 7,5 metros de altura. Em termos de comprimento isso representa uma diferença entre 110 (para acesso exclusivo de ônibus) e 150 metros (para veículos em geral), ou seja, 40

metros a menos no obstáculo total – isso considerando-se a rampa com 5% de declividade em terreno plano.

Quando se aumenta a declividade da rampa, o comprimento do trecho obrigatoriamente descoberto (correspondente ao obstáculo no espaço da cidade) torna-se ainda menor. Caso se admita uma rampa com 10% de declividade, o comprimento descoberto pode ser reduzido para 55 metros. Entretanto a ampliação da declividade gera implicações na operação dos veículos na estação, que serão discutidas mais adiante. A figura 17 ilustra as relações entre a altura livre, a declividade da rampa e o comprimento da seção descoberta da mesma.

Figura 17 – Relações entre altura, declividade e comprimento dos acessos para veículos em estações subterrâneas de ônibus compactas

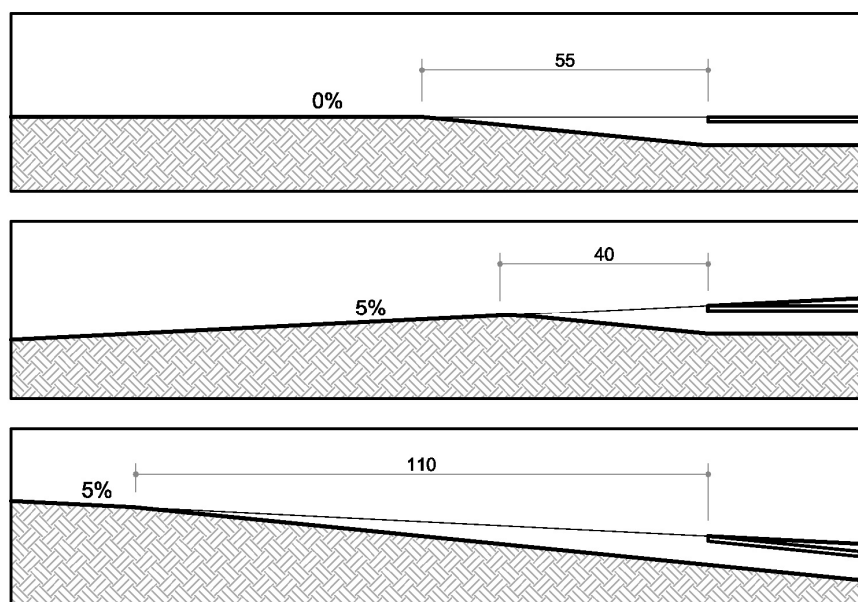


Elaboração própria

A discussão acima considerou que as estações estão localizadas em terrenos planos. Quando se observam declividades, a situação pode tornar-se muito diferente. Há casos em que a implantação da estação pode ser favorecida e outros em que ela é dificultada, podendo até mesmo ser inviabilizada. Quando se pretende construir uma trincheira sob um topo de morro ou sob uma cumeeira perpendicular ao eixo da trincheira, tem-se a melhor situação, onde o comprimento do acesso e/ou sua declividade podem ser reduzidos. No caso oposto, quando se trata de um vale, encontra-se a pior situação, onde o comprimento e/ou a declividade do acesso devem ser prolongados. Dependendo da declividade das encostas das laterais do

vale, a implantação da trincheira pode ser inviabilizada. Quando se tem uma encosta com a declividade no mesmo sentido ao longo de todo o trecho, um dos acessos à trincheira (na parte baixa da encosta) será facilitado, enquanto o da parte alta será dificultado. As figuras a seguir ilustram o exposto acima.

Figura 18 – Influência da topografia sobre os acessos para veículos de estações de ônibus subterrâneas compactas



Elaboração própria

Estes condicionantes são importantes sobretudo em cidades com relevo marcante, como é o caso de Belo Horizonte.

Na discussão acima, sobre a influência da topografia nas entradas e saídas de veículos à trincheira, comentou-se que a declividade do terreno pode influenciar o comprimento *e/ou* a declividade do acesso. Deve-se observar que, de fato, o projeto da estação ou da trincheira pode privilegiar a redução ou o aumento de um, outro ou ambos. A diferença é que, enquanto a redução do comprimento do acesso favorece o espaço urbano e minimiza os impactos sobre ele, a redução da

declividade da rampa de acesso favorece as condições de operação da estação – este último aspecto será discutido mais adiante.

Por fim, cabe acrescentar que a topografia favorável para as rampas de acesso dos ônibus também pode favorecer a implantação de estações subterrâneas de ônibus com galeria intermediária, modelo que, conforme se verá abaixo, apresenta mais vantagens no que diz respeito ao acesso dos passageiros e à integração com o entorno urbano imediato.

Eliminação de árvores

No caso da implantação de uma estação subterrânea de ônibus compacta em forma de trincheira no eixo de uma avenida, todas as árvores porventura existentes no canteiro central da mesma deverão ser eliminadas, em função da incompatibilidade entre a trincheira e as raízes das árvores. Este fato causaria, sem dúvida alguma, prejuízos para a área de implantação da estação, sobretudo se a arborização do trecho estiver concentrada no canteiro central. Caso a arborização nas calçadas laterais, em princípio poupadas pela implantação da estação, for mais significativa, o impacto seria reduzido.

É importante considerar este aspecto, pois ele pode até mesmo inviabilizar a implantação de estações desse tipo em trechos onde a arborização for considerada pela cidade e por seus habitantes como portadora de valores ambientais e simbólicos maiores do que as vantagens apresentadas pela estação. Um exemplo de espaço urbano que certamente se encaixaria nessa situação, em Belo Horizonte, é o trecho da Avenida Bernardo Monteiro entre as avenidas Alfredo Balena e Brasil. Como se observa na figura 19.

Figura 19 – Avenida Bernardo Monteiro, em Belo Horizonte, com arborização intensa



Fonte: maps.google.com

A arborização desse trecho cria uma ambiência urbana tão agradável e é carregada de um simbolismo tão grande que torna impensável a ideia de sua eliminação.

Contudo deve-se observar que é possível a criação de estações subterrâneas em áreas com arborização significativa no canteiro central sem que ela seja necessariamente eliminada. Para isso, basta que a estação seja profunda o suficiente e construída como um túnel, e não como trincheira, para coexistir com as raízes das árvores. Se por um lado isso tende a implicar no prolongamento dos acessos e aumento do custo da estação, em determinadas situações topográficas essa estratégia pode significar, não apenas uma solução para a manutenção da vegetação, mas também um bom arranjo operacional para o transporte coletivo.

A Praça da Liberdade, em Belo Horizonte, encaixa-se nessa situação. Como ela se encontra no topo de um morro, todos seus acessos dão-se através de subidas. Com isso, basta que a entrada da estação seja construída a certa distância da praça para que ela seja quase totalmente plana e não obrigue os veículos a realizarem grandes descidas e subidas para acessá-la, oferecendo condições de

circulação melhores que as do terreno natural e possibilitando a manutenção das árvores da praça.

Outros aspectos negativos

Pode-se levantar outros aspectos negativos relativos à implantação de estações de ônibus subterrâneas compactas em áreas urbanas, tais como os transtornos causados pelas obras ou o risco de problemas na qualidade do projeto ou da gestão da estação (no caso de uma estação específica) que poderiam implicar na degradação de seu entorno. Contudo, tais problemas não são específicos das estações subterrâneas, mas de qualquer estação de TRO ou mesmo de qualquer intervenção urbana.

No caso específico dos transtornos das obras, existe um agravante. Como se supõe que estações desse tipo devam ser construídas em áreas com considerável concentração de atividades, ou seja, centralidades ou polos atratores de pessoas, os impactos durante as obras serão particularmente nocivos, apresentando os riscos de perdas econômicas para as atividades ali instaladas e mesmo de perda de atratividade da área, o que pode se estender a médio e longo prazos. Tais perdas serão tanto maiores quanto mais longo for o período de duração da obra. Tais conseqüências dificilmente podem ser eliminadas totalmente, mas podem ser atenuadas através de um adequado planejamento das obras de implantação da estação, de forma que sua duração seja reduzida.

2.3.2 Avaliação das características operacionais da estação

Do ponto de vista operacional, uma estação de TRO subterrânea como a que se propõe aqui, apresenta algumas diferenças quando comparada a uma estação convencional. A principal vantagem está relacionada com a possibilidade de a própria estação funcionar como uma interseção em desnível, oferecendo, por um lado, ganhos de tempo e de capacidade para o sistema de transporte público e, por

outro, eliminando os conflitos deste com a circulação geral. Também merecem atenção seus acessos em desnível (tanto para veículos quanto para os usuários) e o fato de os ônibus circularem num espaço fechado – o que levanta questionamentos quanto à concentração de poluição na estação.

Aspectos positivos

Estação como interseção em desnível para o corredor de TRO

Ao se segregar a circulação do transporte coletivo através de faixas exclusivas, os ônibus e seus passageiros deixam de sofrer os prejuízos causados pelos congestionamentos do tráfego geral. O sistema de transporte coletivo passa, assim, a oferecer um serviço mais rápido, frequente e confiável. Entretanto, na maior parte dos corredores de TRO, existem interseções em nível, quase sempre semaforizadas. Este fato também gera atrasos nos deslocamentos pois “uma parcela ponderável do tempo de viagem dos ônibus é perdida nos semáforos, mesmo quando existe faixa exclusiva”. (TECBUS, p. 20)

Assim, ao se implantar uma estação subterrânea de ônibus sob uma interseção, esta passa a operar como uma interseção em desnível, retirando o semáforo de seu trajeto e eliminando o tempo perdido neste. Este aspecto representa uma grande vantagem operacional das estações subterrâneas quando comparadas com estações convencionais de TRO. Deve-se acrescentar que, ao se aumentar a velocidade de um corredor de transporte coletivo, sua capacidade também é aumentada, pois ele passa a transportar um maior número de pessoas em um dado intervalo de tempo.

A esse respeito é importante observar que a estação subterrânea proposta para o sistema Transmilenio em Bogotá, ilustrada no anexo 2, tem no ganho de capacidade seu principal objetivo, mantendo assim duas pistas nas entradas e acessos para veículos e ao longo de todo o corredor. Ela faz parte de um projeto maior que explora um conceito denominado *TRO – Metrô*, que procura ampliar ainda mais a já extremamente alta capacidade do Transmilenio e propõe,

inclusive, o uso de estações de superfície sobrepostas a outras subterrâneas (MOBILÉ). Nessa situação, o ganho de capacidade proporcionado pela estação subterrânea é evidente, mas as demais vantagens são canceladas por sua duplicação.

Assim, do ponto de vista operacional, há um incontestável benefício oferecido por estações subterrâneas de ônibus. Mesmo que as estações não eliminem todas as interseções semaforizadas, o simples fato de algumas delas serem vencidas já implica em contribuição para o sistema, se comparado com corredores de TRO com estações convencionais. Deve-se acrescentar, como será demonstrado no capítulo 3, que cada estação pode vencer mais de uma interseção, devido a seu comprimento.

Eliminação dos conflitos do corredor de TRO com o tráfego geral na área da estação

Além dos benefícios para os usuários do transporte coletivo, estações subterrâneas oferecem também vantagens para o tráfego geral. Corredores de ônibus com faixas junto ao canteiro central – como ocorre na maioria dos sistemas de TRO – geram conflitos com a circulação geral nas interseções onde ocorrem, ou deveriam ocorrer, transposições em nível e conversões à esquerda. As soluções para esses problemas sempre geram prejuízos, seja para o corredor de transporte coletivo, seja para a circulação geral. No primeiro caso, a circulação dos ônibus deve ser interrompida por um semáforo para permitir a passagem dos demais veículos. No segundo, a transposição e/ou a conversão à esquerda são eliminados, prejudicando o movimento dos automóveis e obrigando-os a fazer um desvio.

Uma interseção com uma estação subterrânea de ônibus resolve esse problema não apenas para o sistema de transporte coletivo, como se viu acima, mas também para o tráfego geral. Mais do que isso, ela pode fazê-lo nos locais onde, potencialmente, tanto a locação da estação quanto o cruzamento ou a conversão de veículos têm sua demanda concentrada. Nesse sentido, essas estações permitem a

implantação de corredores de TRO com menos interferências sobre a circulação da cidade.

Aspectos negativos

Acessos com declividades

Os desníveis dos acessos para veículos podem representar atrasos para estes, embora não impliquem em grande variação na operação do sistema de TRO. As consequências dos acessos para veículos serão tanto maiores quanto maiores forem suas declividades. Usualmente recomenda-se, para a operação de serviços de transporte público por ônibus, uma declividade máxima de 10% nas vias onde estes circulam. Para serviços de TRO a declividade recomendada é de 6%. É importante considerar que esta é uma recomendação, tendo em vista que ônibus são capazes de vencer desníveis com até mesmo mais de 20% de declividade. Não se deve esquecer que as declividades implicam em desconforto para os passageiros e, quando positivas (subidas), também em gasto excessivo de combustível, aumento da emissão de poluentes e perda de velocidade.²⁸

Por outro lado, os efeitos das declividades dos acessos às estações subterrâneas não diferem daqueles causados pela topografia, um forte condicionante em algumas cidades, como Belo Horizonte. Em determinadas situações de relevo, as estações subterrâneas compactas podem até mesmo tornar a operação do transporte público mais favorável do que seria sem elas. Este seria o caso, por exemplo, nas circunstâncias onde este atenua os impactos urbanísticos dos acessos, conforme discutido anteriormente.

Poluição dentro da estação

A questão da poluição dentro da estação pode representar um problema relacionado à operação dos veículos em seu interior, se comparado com as questões operacionais em estações convencionais. Com relação a isso, foram

levantadas e estudadas algumas soluções usadas em situações semelhantes. As principais soluções são: mecanismos de ventilação com a função de retirar os agentes poluentes da estação, barreiras físicas entre a área da plataforma e a área de circulação dos veículos (tais barreiras devem ser dotadas de portas automáticas que se abrem apenas no momento de embarque e desembarque dos passageiros) e o uso de veículos que não emitem poluentes.

Na cidade de Lima, no Peru, foi inaugurada, em 2010, uma estação subterrânea de ônibus para atender o sistema local de TRO.²⁹ Essa estação utiliza tanto barreiras físicas entre a plataforma e a área de circulação dos ônibus, quanto mecanismos de ventilação. Estes últimos são de dois tipos: captadores na parte alta da estação retiram gases poluentes enquanto outros, na parte baixa, retiram o material particulado. Como a estação de Lima ainda é muito recente, ainda não há estudos disponíveis sobre a eficiência dos mecanismos de controle de poluição ou sobre os níveis reais de poluição na área reservada aos passageiros. Ainda assim, a solução traz, certamente, algum benefício para os passageiros.

Outra alternativa, que é, sem dúvidas, a mais eficiente, é o uso de tecnologia veicular que evita qualquer emissão de poluentes na área da estação. Isso pode ser feito com veículos totalmente elétricos ou veículos híbridos, movidos tanto a diesel quanto a eletricidade – esta última sendo acionada no interior das estações. Esta solução é usada em Seattle, nos Estados Unidos. Esta cidade possui, em sua área central, um túnel de 2,1 km exclusivo para ônibus (que inclui também paradas para os mesmos) e todos os veículos que nele circulam utilizam tecnologia híbrida. (KING COUNTY DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, 2007)

O aspecto negativo dessa solução é o custo, tanto de aquisição quanto de manutenção dos veículos, aspecto que, no caso do Brasil, onde o transporte urbano

²⁸ No caso das estações subterrâneas de ônibus aqui propostas, quando em terreno plano, sempre haverá uma declividade positiva – na saída.

²⁹ Trata-se da Estação Central. Se por um lado a estação não segue o conceito de estação compacta aqui defendido (é uma grande estação, conjugada com um centro comercial), por outro ela corrobora a ideia de viabilidade de estações de ônibus subterrâneas. O projeto da Estação Central de Lima pode ser visto no anexo 4

por ônibus não é subsidiado, tenderia a provocar o aumento do preço da passagem. Por outro lado tecnologias híbridas ou elétricas podem apresentar vantagens não apenas na área da estação, mas benefícios para toda a cidade e para as pessoas em geral.

2.3.3 Avaliação da estação quanto à integração com a cidade, as pessoas e outros modais de transporte

Aspectos positivos

Boa integração da estação com o entorno urbano

Com relação ao caminhamento das pessoas entre o espaço da cidade, na superfície, e a plataforma da estação subterrânea, cabe ressaltar uma importante distinção entre os diferentes modelos apresentados anteriormente, a saber, a diferença entre as estações com acesso exclusivo pelo canteiro central e aquelas com acessos pelas calçadas laterais. Se, por um lado, as primeiras apresentam desníveis menores a ser vencidos a partir do nível da rua, as estações com acessos pelas calçadas estendem-se até, potencialmente, pontos mais próximos do destino das pessoas no espaço da cidade. De fato, se bem planejadas e localizadas, as galerias e os acessos da estação prolongam-na, levando a estação até diversos pontos de interesse próximos a ela, potencializando tanto o espaço da cidade quanto o sistema de transporte.

Se, ao se considerar a distância a ser percorrida pelos passageiros, as galerias não implicam redução dos trajetos, elas oferecem às pessoas um espaço potencialmente mais agradável e conveniente para o deslocamento a pé até ou a partir da plataforma, iluminado e protegido de intempéries. Assim, as estações com galerias intermediárias possibilitam uma excelente integração com seu entorno imediato, representando uma vantagem em relação a estações subterrâneas com acesso apenas pelo canteiro central e estações de TRO convencionais. É possível

ainda ligar diretamente a galeria da estação com pavimentos subterrâneos de edificações vizinhas a ela, ampliando ainda mais esta integração.

Possibilidade de uso da galeria como passagem subterrânea para transposição de vias urbanas

Além do uso para conexão da estação com áreas lindeiras a ela por parte dos passageiros do transporte coletivo, essas galerias também podem ser usadas como uma passagem subterrânea, servindo para a travessia das vias urbanas pelos pedestres. Assim a estação deixa de servir apenas ao transporte coletivo, passando a funcionar também como um equipamento urbano independente da estação. A galeria também pode incorporar, como foi comentado acima, outras atividades diretamente ligadas ao serviço de transporte (tais como bilheterias e serviços de informação) ou independentes deste (como estabelecimentos de comércio e serviço).

Possibilidade de implantação de uma estação de TRO na interseção

Como mencionado no início deste capítulo, grandes interseções tendem a se tornarem polaridades nas cidades. Esses pontos, devido justamente à boa acessibilidade possibilitada pelo cruzamento de duas (ou mais) grandes vias, agrupam, usualmente, as maiores concentrações de atividades, o que faz com que eles se constituam nos maiores polos de atração de pessoas e sejam, conseqüentemente as melhores locações para um terminal de transporte coletivo. Mas o conflito com o próprio cruzamento dificulta sua implantação. Se subterrânea, a estação pode ser implantada na área de maior demanda de passageiros sem criar transtorno para o restante da circulação da cidade.

Os benefícios das galerias intermediárias descritos acima ampliam ainda mais as vantagens da presença da estação sob a interseção.

Possibilidade de integração de alta qualidade do corredor de TRO com serviços sobre pneus na superfície

Outra considerável vantagem do uso de estações com galerias intermediárias e acessos pelas calçadas se dá na integração com outros modais de transporte sobre pneus, sobretudo de pequena e média capacidade. Toda estação de TRO, seja ela de superfície ou subterrânea, permite a integração entre diferentes serviços em seu interior, com o uso da mesma plataforma. Entretanto, a integração no interior da estação exige o uso das mesmas técnicas de embarque e desembarque – nos modelos aqui mostrados, com piso alto e porta do veículo do lado esquerdo –, características que não estarão presentes em todos os serviços alimentadores. Além do mais, mesmo que dotados de piso alto e porta à esquerda, um excesso de serviços alimentadores no interior da estação saturaria sua capacidade. Assim, muitos desses serviços de transporte de apoio ao corredor principal deverão atuar fora da faixa exclusiva, com embarque e desembarque na superfície. A vantagem das estações subterrâneas com acesso pelas calçadas é o conforto e a comodidade oferecidos no transbordo entre os serviços da superfície – ônibus, micro-ônibus ou táxis, com desembarque nas calçadas – e aqueles atendidos pela estação subterrânea. Nas estações subterrâneas com acesso exclusivo pelo canteiro central, estes transbordos obrigariam os passageiros a atravessar a via de circulação entre a calçada e o canteiro central, enquanto nas estações com galerias intermediárias tal transferência pode ser realizada inteiramente através de um percurso coberto, caso o acesso à estação encontre-se junto a um ponto de ônibus ou táxi coberto, na superfície. (ver FIGURA 13)

Contudo é importante observar que, se as estações com galerias intermediárias oferecem todas essas vantagens com relação à integração com o espaço urbano e outros serviços de transporte na superfície, elas apresentam o inconveniente do custo maior do que o das estações com acessos apenas pelo canteiro central, por serem consideravelmente maiores. Finalmente deve-se acrescentar que a topografia também pode representar fortes condicionantes para a

implantação de estações com galerias intermediárias: as situações consideradas mais favoráveis para a construção de estações subterrâneas também favorecem a criação de galerias intermediárias, como se verá adiante.

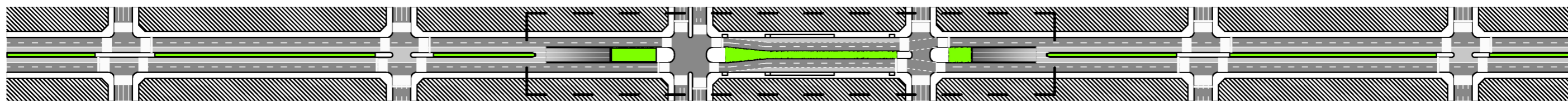
Possibilidade de integração de alta qualidade de serviços de ônibus com eventual linha de metrô subterrânea sob a estação

Outra possível integração com os serviços de transporte que usassem uma estação de ônibus subterrânea ocorreria com um eventual serviço de transporte ferroviário subterrâneo, abaixo da estação de ônibus.

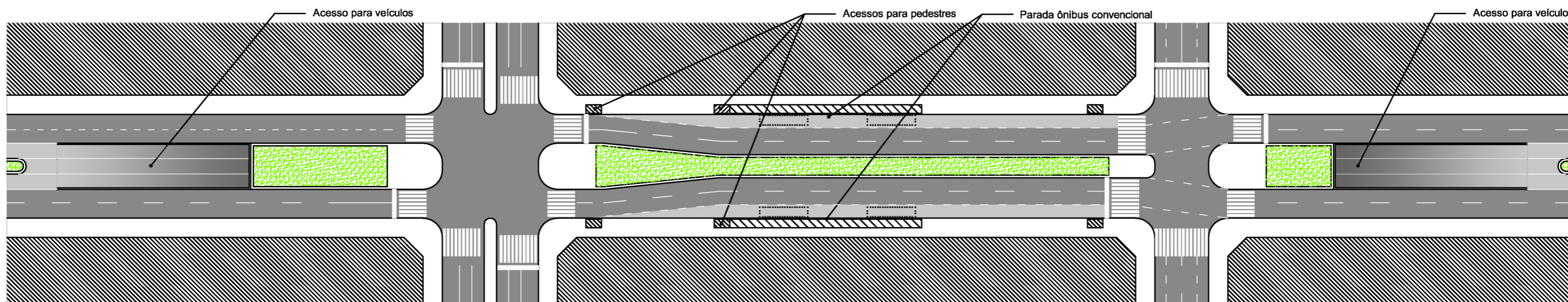
Como foi observado no final do primeiro capítulo, vários serviços de TRO estão sendo planejados e construídos, no Brasil e em outros países da América Latina, em eixos onde já se planejou, ou ainda se planeja, implantar linhas de metrô. Defendeu-se que, devido a questões, sobretudo econômicas e de financiamento, mas também institucionais, que dificultam e retardam a construção de sistemas de metrô, a implantação, relativamente rápida e consideravelmente mais barata, de um corredor de TRO se justifica, ainda que como uma solução temporária, ante a possibilidade de manutenção de sistemas de ônibus ineficientes por anos, ou talvez décadas, até que a implantação da linha de metrô se concretize. Neste sentido é importante observar que, se uma eventual implantação de uma linha de metrô no eixo de corredor de TRO tornaria este último menos relevante para o sistema de transporte, se o sistema de TRO for dotado de estações subterrâneas de ônibus, estas podem manter-se relevantes, pois, ainda que o corredor de ônibus for desativado enquanto eixo de transporte de alta capacidade, suas estações podem ser usadas como espaços de transbordo entre a linha de metrô e serviços de transporte sobre pneus de média e baixa capacidade que usem as estações subterrâneas. Estes espaços proporcionariam transferências entre diferentes serviços com alto nível de conforto para os usuários, sem gerar impacto físico e visual no espaço da cidade.

A figura a seguir ilustra todas as possibilidades de integração da estação subterrânea de ônibus compacta descritas acima, considerando um modelo com acesso para passageiros nas calçadas laterais do corredor. Ela também ilustra como uma situação topográfica favorável pode facilitar a implantação de uma estação como esta.

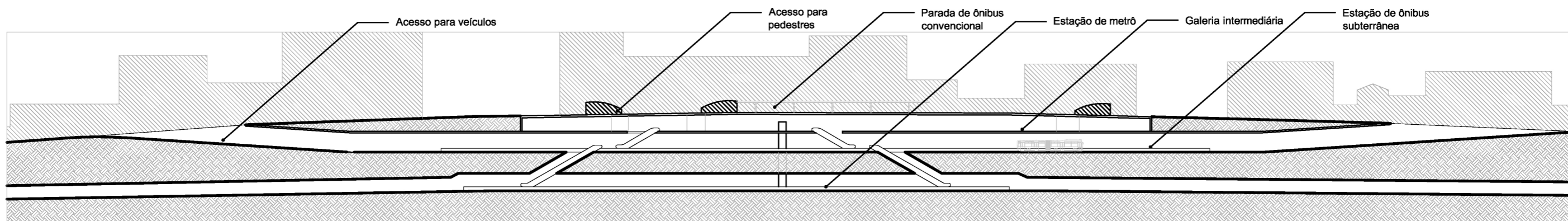
Figura 20 - Estação subterrânea de ônibus compacta integrada com serviços de ônibus de superfície e metrô subterrâneo



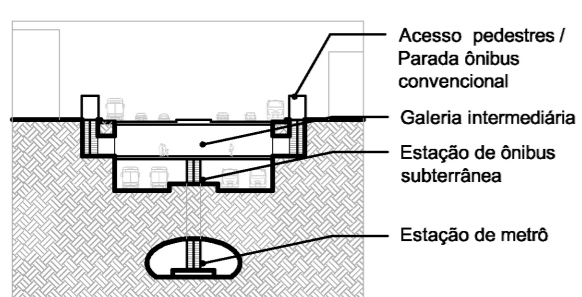
Planta de Situação



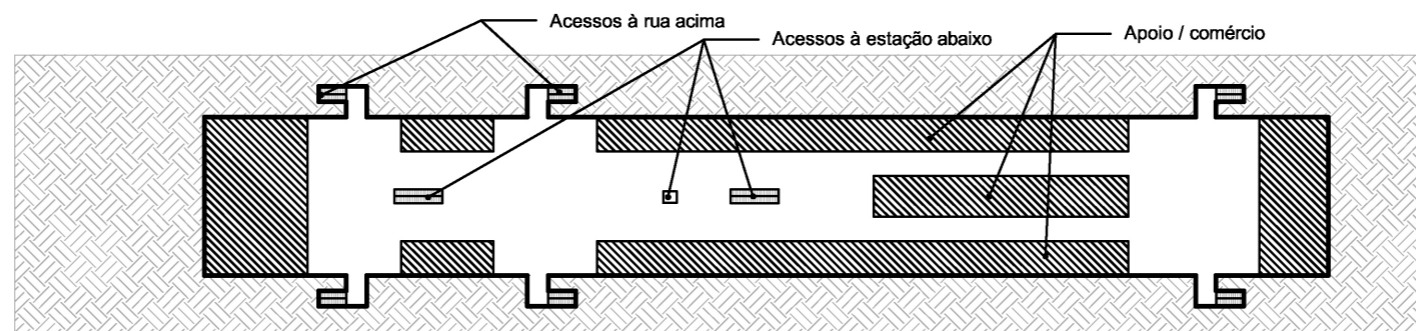
Planta - Nível da rua



Corte Longitudinal



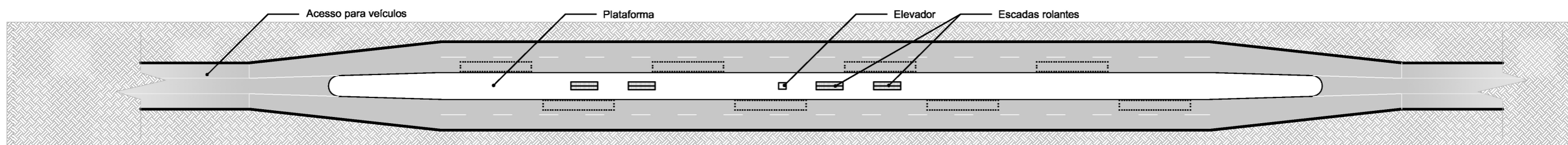
Corte Transversal



Planta - Galeria Intermediária

Legenda

- Área para pedestres
- Área exclusiva para o transporte coletivo
- Área para o tráfego geral
- Área verde
- Área construída
- Baía para ônibus
- Terreno natural



Planta - Estação de Ônibus Subterrânea

Aspecto Negativo

Inconveniência do acesso em desnível para os passageiros

Quando comparadas às estações convencionais de TRO, as estações subterrâneas aqui propostas, no que diz respeito ao acesso das pessoas, apresentam como inconveniente o desnível a ser vencido a partir do nível da rua. Enquanto uma estação convencional de TRO tem sua plataforma a menos de um metro acima do piso da calçada, altura facilmente vencida por uma rampa relativamente pequena, a plataforma da estação subterrânea estaria localizada a mais de cinco metros abaixo do nível da rua. Ainda assim, diversas soluções podem ser adotadas para se facilitar a acessibilidade entre a plataforma da estação e a cidade sobre ela: escadas, escadas rolantes, elevadores e rampas. Cabe observar que, se construída como uma trincheira, o desnível será significativamente menor do que quando concebida na forma de túnel, como acontece na maioria das estações de metrô, cujas plataformas, não raro, têm mais de dez metros de profundidade.

2.3.4 Quadro síntese com os resultados da análise da estação subterrânea de ônibus compacta

O quadro 6, assim como a própria análise, considera as vantagens e desvantagens do uso de estações subterrâneas de ônibus compacta em um corredor de TRO sobretudo em comparação com o uso de estações convencionais, assumindo-se que em determinado eixo urbano a implantação de um corredor como esse é necessária ou desejável.

Quadro 6 – Síntese dos resultados da análise de estações subterrâneas de ônibus compactas

	Característica	Observação
Implantação	Aspectos positivos	Menor impacto visual, quando comparada com estação se superfície
		Possibilidade de implantação de um corredor de TRO com menor ocupação na superfície
		Criação de espaço livre na superfície, na área da estação
	Aspectos negativos	Alto custo de implantação.
Operação		Impacto urbanístico dos acessos para veículos.
		Eliminação de árvores existentes sobre a estação.
	Aspectos positivos	Redução das interseções do corredor de TRO com o tráfego geral.
	Aspectos negativos	Acesso em desnível para ônibus.
Integração		Poluição dentro da estação.
	Aspectos positivos	Boa integração da estação com o entorno urbano.
		Possibilidade de uso do mezanino da estação como passagem subterrânea para transposição de vias urbanas.
		Possibilidade de implantação de uma estação de TRO na interseção
		Possibilidade de integração de alta qualidade com serviços sobre pneus na superfície.
	Possibilidade de integração de alta qualidade com eventual linha de metrô subterrânea sob a estação.	
	Aspecto negativo	O desnível entre os níveis da rua e da plataforma pode criar dificuldade de acesso para algumas pessoas

Elaboração própria

2.3.5 Discussões adicionais sobre possibilidades de alterações na forma de operação dos serviços de transporte no interior da estação

É relevante acrescentar que, conforme foi discutido acima, e também no capítulo 1, estações como as aqui propostas podem sofrer alterações em suas formas de operação que podem, por sua vez, requerer modificações na própria estrutura da estação. Assim, é preciso não apenas considerar, quando do planejamento da estação, certa flexibilidade em seu projeto, como também tentar prever quais são as alterações com maior possibilidade de ocorrência em um certo horizonte de tempo. As discussões aqui realizadas apontam três grandes possibilidades de alteração que, se não esgotam o assunto, tendo em vista que cada localidade apresenta características e demandas específicas, podem servir de indicação para a ampliação do tema. São elas:

- inclusão de uma estação de metrô abaixo da estação subterrânea;
- construção de uma estação subterrânea de TRO que inicialmente opere com veículos de piso alto e posteriormente adote ônibus com piso baixo, e
- operação inicial da estação para atendimento de um corredor de TRO de alta capacidade (com embarque e desembarque do lado esquerdo do veículo) com posterior alteração para atendimento de serviços convencionais, com embarque e desembarque do lado direito do veículo (após implantação de uma estação de metrô, por exemplo).

Se existir a hipótese de futura implantação de uma estação de metrô abaixo da estação subterrânea de ônibus, deve-se considerar a possibilidade de se fazer a escavação de ambas simultaneamente, mesmo que o espaço para o metrô seja deixado, num primeiro momento, sem nenhum equipamento ou acabamento. Isso permitiria que a estação de metrô seja implantada, num momento posterior, sem interferências na estação de ônibus, ao mesmo tempo em que não exigiria que ela fosse feita numa profundidade excessivamente grande – inconveniente para o acesso dos passageiros.

Se, por um lado, a escavação simultânea aumenta os custos da estação de ônibus, por outro, evita não somente que esta seja desativada (ainda que temporariamente) para a implantação da estação de metrô, mas também poupa os gastos com a eventual reconstrução da estação de ônibus. Esta estratégia também exige que se tenha um planejamento prévio, com algum grau de detalhamento, da estrutura da linha do metrô subterrâneo, que indique, pelo menos, a profundidade adequada para as estações em questão.

A alteração de ônibus de piso alto para piso baixo em um corredor deve ser considerada, pois, como se observou na primeira parte deste capítulo, muitos corredores de TRO estão sendo construídos com o uso de veículos de piso alto por razões econômicas (menor custo de aquisição e manutenção). Já os ônibus de piso baixo, em contrapartida aos maiores custos, oferecem melhores condições de acessibilidade e mais flexibilidade de operação, podendo usar as mesmas portas tanto em estações de TRO quanto no espaço urbano, a partir das calçadas. A conversão da estação com esta finalidade pode ser feita de duas maneiras: com o rebaixamento da plataforma ou com a elevação da pista de rolamento dos veículos. A primeira opção apresenta os inconvenientes de exigir que todos os equipamentos de acesso dos passageiros à estação (escadas, rampas e elevadores) sejam adaptados e adequados. O alteamento da pista implica em menos alterações secundárias e, por isso, tende a ser mais barato e indicado; entretanto esta hipótese deve ser considerada quando do planejamento da estação subterrânea de ônibus para que um pé direito muito justo com relação à altura dos veículos não a inviabilize.

Já a inversão do lado por onde se acessa o veículo – da esquerda para a direita – é, dentre as três alterações operacionais da estação, aquela que apresentaria as maiores complicações, pois exigiria a demolição da plataforma central, a construção de duas plataformas laterais e dos equipamentos de acesso de passageiros, assim como a reestruturação de todo o sistema de circulação de pessoas e veículos. Deve-se observar que o remanejamento da plataforma de

acesso implica na relocação das pistas de circulação de veículos dentro da estação e que esta relocação seria condicionada pela estrutura portante da parte superior da estação – as colunas de sustentação da cobertura e do mezanino. Uma alternativa à reestruturação de toda a parte interna da estação para permitir a inversão do lado por onde se acessam os veículos seria a utilização do espaço interno da estação por parte dos veículos no contrafluxo, ou em mão-inglesa; entretanto esta medida implicaria em alterações da circulação no entorno dos acessos de veículos à estação, na superfície, e poderia criar impactos inconvenientes para o tráfego geral.

Nota-se, pela discussão acima, que o planejamento de uma estação subterrânea de ônibus compacta deve considerar, de forma ampla, tendências de alterações das possibilidades e das necessidades nos sistemas de transporte da cidade num horizonte suficientemente longo para que eventuais mudanças ou novas exigências não tornem a estação inadequada. Tais possibilidades de alterações devem ser incorporadas à estação na forma de um projeto flexível, que permita a incorporação da eventual nova demanda à estação, com o mínimo de impacto físico e financeiro.

Finalmente, uma questão que também deve ser tratada se refere à possibilidade de criação de um corredor de TRO como precursor de uma linha de metrô. O alto custo das infraestruturas metroviárias faz com que, muitas vezes, linhas planejadas demorem anos, ou mesmo décadas, para ser realizadas. Em algumas dessas situações tem-se testemunhado a implantação de corredores de TRO nesses eixos, mais viáveis devido a seu menor custo. Esta estratégia melhora as condições de mobilidade e acessibilidade em um trecho importante da cidade, tendo em vista a linha de metrô planejada, sem inviabilizar, num momento futuro, a implantação desta última (seja por aumento da demanda ou por disponibilidade de recursos).

Nessas situações, o uso de estações subterrâneas para a constituição da infraestrutura de TRO leva a algumas discussões. Pode-se argumentar que o alto custo das estações subterrâneas aqui descritas torná-las-ia questionáveis,

sobretudo sabendo-se que se trata de uma infraestrutura temporária. Por outro lado, é preciso considerar que, conforme já foi comentado, ao contrário de linhas de metrô, os corredores de TRO não condicionam as linhas ou serviços de transporte que os utilizam, apresentando maior flexibilidade. Isso significa que a infraestrutura em questão pode ter suas funções e operações alteradas após a implantação da linha de metrô: num primeiro momento, ela teria um papel de corredor troncal linear, com grande concentração de serviços de transporte que sigam todo ou a maior parte de seu eixo; após a construção do metrô, o corredor de TRO e suas estações subterrâneas poderiam passar a abrigar linhas que usem somente um de seus trechos (oferecendo condições de transferência para alimentação de alta qualidade do metrô, como se viu anteriormente), assim como uma menor quantidade de linhas que sigam grande parte de sua extensão, caso haja demanda para tal. Essa discussão voltará a ser abordada na sequência deste trabalho.

3 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS POSSIBILIDADES DE IMPLANTAÇÃO DE UM CORREDOR DE TRANSPORTE DE MASSA POR ÔNIBUS COM O USO DE ESTAÇÕES SUBTERRÂNEAS COMPACTAS NA AV. AMAZONAS

Este capítulo trata das possibilidades de implantação de um corredor de TRO que faça uso de estações subterrâneas de ônibus compactas. O objetivo é avaliar as potencialidades e limitações de tal infraestrutura, confrontá-las com situações urbanas reais, buscando especificidades, tanto positivas quanto negativas, que não tenham sido apreendidas na avaliação das estações consideradas isoladamente. Nesse sentido, não será desenvolvido um projeto completo e detalhado. Serão levantados os aspectos urbanos e de transporte do corredor e serão avaliadas as implicações da implantação de estações subterrâneas compactas no mesmo para o uso de serviços de TRO. Para isso foi escolhida a Avenida Amazonas, em Belo Horizonte.

Dentre diversos aspectos que motivaram essa escolha, cinco se destacam: 1) a Avenida Amazonas é um dos principais corredores de transporte coletivo de Belo Horizonte e da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH); 2) o poder público municipal de Belo Horizonte considera a possibilidade de criação de um corredor de TRO na Avenida Amazonas; 3) mesmo com o plano de implantação de um corredor de TRO nesse eixo, o projeto não foi incluído entre os corredores onde o sistema será implantado até o ano de 2014, o que dá margens para a discussão sobre como este poderia ser criado; 4) a avenida é relativamente estreita e apresenta altos volumes de tráfego, de forma que a eventual implantação de um corredor de TRO com estações convencionais exigiria desapropriações nas áreas das estações (ou criaria sérios gargalos para a circulação geral) – o que configura, como foi exposto no segundo capítulo, uma das principais justificativas para o uso de estações subterrâneas de ônibus; e, por fim, 5) existem planos para a implantação de uma linha de metrô subterrânea sob um trecho da via, o que permite que se discuta a possibilidade e a validade, levantada no capítulo 2, de se implantar

um corredor de TRO com o uso de estações subterrâneas previamente à construção de uma linha de metrô no mesmo eixo.

Deve-se observar que o eixo da Avenida Amazonas tem um importante papel metropolitano, prolongando-se além de Belo Horizonte, através dos municípios de Contagem (Av. Cardeal Eugênio Pacelli) e Betim (Rodovia BR-381 ou Fernão Dias), configurando-se num dos principais corredores de transporte e estruturadores territoriais da RMBH. Este aspecto será tratado na avaliação. Entretanto, ela levará em consideração, para efeitos de caracterização do corredor, apenas o trecho da Avenida Amazonas propriamente dita, inserido dentro do município de Belo Horizonte, além de um trecho de cerca de 2,6 km da Avenida Cardeal Eugênio Pacelli, na Cidade Industrial, em Contagem. Este recorte se justifica por se tratar do eixo com maior demanda por transporte, além de evitar uma configuração de infraestrutura demasiadamente complexa que poderia afastar o estudo de seu objetivo principal: a avaliação do uso das estações subterrâneas de ônibus compactas.

3.1 Caracterização do eixo da Avenida Amazonas

3.1.1 Breve histórico e características do eixo da Av. Amazonas

A Avenida Amazonas, juntamente com o eixo formado pelas avenidas Tereza Cristina e Juscelino Kubitschek (esta última também conhecida como Via Expressa ou Via Urbana Leste-Oeste – VULO) e o ramal do trem metropolitano compõem, atualmente, os principais eixos de ligação entre a região oeste da RMBH e o centro de Belo Horizonte.

Já nas primeiras décadas de sua história, Belo Horizonte estendeu-se no sentido oeste apoiada por infraestruturas de transporte, no caso, ramais ferroviários:

Na direção oeste, a antiga Estrada de Ferro Oeste de Minas (EFOM), então pertencente ao governo federal, foi implantada gradativamente a linha Divinópolis-BH. Ainda em 1911 seriam inauguradas as estações de Bernardo Monteiro e da Gameleira; entre as duas foram construídas duas paradas para passageiros: Belarmino e Seminário. Em 1916, o percurso

alcançaria o Carlos Prates, onde foi inaugurada outra estação e, em 1920, a Estação Central, junto ao prédio da EFCB [Estrada de Ferro Central do Brasil], na atual Praça Rui Barbosa.

Um segundo vetor de expansão para oeste foi a construção da variante de bitola larga da EFCB, o ramal de Paraopeba, que pretendia ligar a Capital ao Rio de Janeiro, sem as baldeações do primeiro percurso, por General Carneiro. Foram então construídas as vias e suas respectivas estações no trecho pertencente a Belo Horizonte: Gameleira, Jatobá e Barreiro em 1917, Calafate em 1920. A estação Gameleira foi o ponto de entroncamento das duas linhas que, até a Estação Central, corriam paralelas por longos trechos da malha urbana. Na esteira dessas ligações e fluxos ferroviários corriam os trens suburbanos e consolidavam-se antigos núcleos de assentamento populacional, possibilitando as conexões cotidianas entre os municípios vizinhos, sobre os quais a Capital viria a exercer crescente influência e atração. (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1996, p. 67).³⁰

O eixo oeste viria a se consolidar posteriormente como um dos principais vetores de expansão urbana. Entretanto tal expansão seria marcada, nas décadas seguintes, por modos de transporte rodoviários, e não ferroviários. Nesse contexto a Avenida Amazonas teve e ainda tem um papel fundamental.

Ela já constava no plano original da zona urbana de Belo Horizonte, formulado pelo engenheiro Aarão Reis no final do século XIX. Seu traçado cruza a Av. Afonso Pena na Praça Sete de Setembro, local considerado como o ponto central ou marco zero de Belo Horizonte e da RMBH. Originalmente contida na zona urbana, limitada pela Av. do Contorno, a Avenida Amazonas foi prolongada na década de 1930, fazendo parte de um processo de desenvolvimento urbano que marca a RMBH ainda hoje.

Nessa época (décadas de 1930 e 1940), a implantação de duas grandes vias radiais, a Avenida Presidente Antônio Carlos na direção norte e o prolongamento da Avenida Amazonas para oeste, incluindo os trechos em Contagem e Betim, constituiu a “espinha dorsal” do que viria a ser a futura aglomeração. (PLAMBEL, 1986, p. 70)³¹. A articulação das duas avenidas com o

³⁰ É interessante observar, como se verá com mais detalhes adiante, que tanto os traçados quanto as estações coincidem, em grande parte, com as linhas 1 (existente) e 2 (em implantação) do metrô de Belo Horizonte.

³¹ É importante observar que, ainda hoje, a RMBH tem nos vetores norte e oeste, seus principais eixos de desenvolvimento.

centro da cidade, formando um “L” invertido, passou a caracterizar e marca ainda hoje a mancha urbana da RMBH. Este processo foi, desde o início, acompanhado e incentivado pela criação, nessas áreas, de grandes equipamentos através de investimentos públicos. No norte foram implantados equipamentos de lazer, o campus da Universidade Federal de Minas Gerais e o aeroporto; enquanto na região oeste foram criadas áreas industriais.

No início da década de 1960 constitui-se a primeira frente de conurbação no limite oeste do município, “onde se forma um espaço de ocupação contínua agrupando partes de Contagem (Parque Industrial), Belo Horizonte (Barreiro) e Ibirité (Durval de Barros)” (PLAMBEL, 1986, p. 89). O processo de expansão preferencialmente a norte e oeste prossegue na década seguinte e o caráter industrial desta última acentua-se.

Em Betim instalou-se a Refinaria Gabriel Passos (Regap), criou-se um novo Distrito Industrial, foi implantada a FIAT e suas futuras fornecedoras, a FMB e a Krupp. Em Contagem o parque industrial foi modernizado e diversificado com a criação do Centro Industrial de Contagem (Cinco). Toda essa região tinha como acesso a avenida Amazonas, em processo de saturação. (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1996, p. 230)

É importante ressaltar que a expansão urbana não ocorreu de forma concentrada ao longo dos corredores, mas de forma dispersa, e marcado pela especulação imobiliária. Para isso também contribuiu a reestruturação do sistema de transporte da cidade. “A desativação do sistema de bondes e a adoção do ônibus como modo preponderante de transporte coletivo facilitaram este processo de dispersão, devido à maior flexibilidade e extensão dos itinerários.” (PLAMBEL, 1986, p. 88).

Essa alteração no sistema de transporte coletivo não implicou a melhoria de sua qualidade. Na verdade, ela representou uma estratégia para se manter, com um mínimo de investimentos, serviços de transporte públicos funcionando em uma infraestrutura que deveria atender principalmente a outro modal de transporte: o carro particular. De fato, no pós-guerra, fortaleceu-se e consolidou-se o modelo de

transporte baseado no automóvel. Apesar de investimentos públicos “em planos destinados à reestruturação do trânsito na área central e em obras para abertura e pavimentação de avenidas e ruas mais largas, no estreitamento de passeios e derrubada de árvores”, este modelo nunca se mostrou adequado e o transporte apresentava-se como um dos principais problemas urbanos, tanto para aqueles com acesso aos carros particulares, em função dos crescentes congestionamentos, como para os dependentes de transporte coletivo, por sua precariedade. (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1996, p. 187-188). Ou seja, construía-se a cidade cada vez mais para os carros do que para as pessoas, e, ainda assim, mesmo para aqueles que tinham acesso a veículos particulares, o resultado mostrava-se insatisfatório.

Os esforços para ampliação da capacidade das vias com maior demanda implicaram na degradação da qualidade ambiental dos principais corredores de circulação radiais e sobretudo da área central. Em função de tais problemas, na década de 1960, os estabelecimentos de comércio mais sofisticados na área central migraram em direção ao sul, formando o polo da Savassi, mais próximo das áreas ocupadas pelos setores de maior renda, concentrados ao sul da área central. Estas alterações foram, simbolicamente, marcadas pela transferência do obelisco, que marcava a Praça Sete de Setembro como ponto central da cidade para a Praça da Savassi. (PLAMBEL, 1986, p. 113). O aumento nos volumes de veículos também implicou em conflitos com o transporte de ônibus, sobretudo nos pontos de parada na área central. Em 1967 foi adotado um plano que, entre outras medidas, “estipulava a redução dos itinerários de coletivos pelo centro e o afastamento de seus pontos da Praça Sete. As mudanças geraram insatisfação nos moradores de diversas regiões.” (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1996, p. 217).

Em nível nacional, a partir de meados da década de 1960, o modelo de desenvolvimento e crescimento econômico adotado acentuava a concentração de renda e criava privilégios para as classes altas (PLAMBEL, 1986, p. 96-97). A conformação de uma cidade desenhada prioritariamente para o transporte individual estava entre tais privilégios e marcou as alterações no eixo oeste. Esgotadas as

margens para aumento da capacidade da Avenida Amazonas (após o estreitamento de suas calçadas e de seus canteiros centrais e do uso de técnicas de engenharia de tráfego para otimização da capacidade viária), a principal melhoria na ligação do vetor oeste da RMBH com a área central de Belo Horizonte constituiu-se na implantação de uma via expressa – a VULO – priorizando o transporte individual motorizado. Os trens de subúrbio que então atendiam a região oeste da RMBH, eram marcados pela precariedade, com estações e horários inadequados. (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1994, p. 264-268).

No final da década de 1970, mantém-se a busca de soluções para o transporte urbano através de grandes obras, mas, em função da crise do petróleo e dos graves problemas do transporte público, a ênfase volta-se para o transporte de massas, com o projeto do trem metropolitano (PLAMBEL, 1986, p. 125). Entretanto o contexto de crise econômica pelo qual o país passava inviabilizou a realização completa dos planos. Ou seja, quando a política se voltou para o transporte coletivo, os investimentos não foram suficientes para a constituição de um sistema adequado de transporte público para a RMBH. Devido a esses problemas o primeiro trecho do trem metropolitano, Eldorado-Lagoinha, foi inaugurado apenas em 1986, tendo sido estendido até a Estação Central no ano seguinte, compondo uma linha com 12,5 km de extensão, “de um total inicialmente considerado prioritário de cerca de 37 km”.

Diversas obras complementares não foram realizadas, dificultando a integração do metrô com o sistema de ônibus, condição essencial para otimização de seu uso. O relativo isolamento das estações, que não se integravam de forma satisfatória ao entorno, aumentando os riscos quanto à segurança, levou a população a optar pela facilidade de acesso aos pontos de ônibus. Diante dessas dificuldades, o metrô não exerceu praticamente nenhum impacto sobre o fluxo de transporte de passageiros, à exceção dos usuários do trem suburbano. (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1996, p. 290)

Apenas na primeira década do século XXI o prolongamento até a estação Vilarinho, próximo a Venda Nova, no norte do município, seria concluído, compondo um ramal com 28 km de extensão. A ligação com Betim, no extremo oeste, ainda

hoje não foi realizada. Nos anos 1980 o trem de subúrbio entre Belo Horizonte e Betim foi desativado. (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1996, p. 290)

Durante a década de 1970, a degradação ambiental da área central de Belo Horizonte agravou-se, em função da acentuada concentração dos fluxos, não apenas os de passagem, mas também os derivados das inúmeras atividades econômicas instaladas na região. Em 1980, 59% dos empregos de toda a RMBH achavam-se concentrados na região central e 15,8% no eixo industrial Contagem-Betim. (PLAMBEL, 1986, p. 130-131).

A perda da qualidade ambiental do centro metropolitano, causada pela concentração de atividades, afugentou, nessa época, além de estabelecimentos comerciais mais sofisticados, também moradores. Entre 1970 e 1980 a área central perdeu 14% de seus habitantes (PLAMBEL, 1986, p. 114).

No início da década de 1980, foi implantado o Projeto de Circulação da Área Central (PACE), que envolvia a reestruturação da circulação de pessoas e veículos e também melhorias na infraestrutura, tais como pavimentação, iluminação e implantação de rede elétrica subterrânea. (PLAMBEL, 1986, p. 136). Do ponto de vista da circulação, foram realizadas diversas melhorias para a circulação dos pedestres, como alargamento de calçadas, criação de travessias e restrições para os veículos motorizados em toda a área delimitada pela Avenida do Contorno. As melhorias ambientais iniciaram uma retomada da ocupação, tanto residencial como de comércio e serviços na região. Esses movimentos de recuperação ambiental da área central manifestaram-se, do ponto de vista simbólico, com o retorno do obelisco à Praça Sete de Setembro.

Entretanto este processo de requalificação ambiental no centro foi prejudicado, nos trechos mais movimentados, concentrados sobretudo na região do hipercentro, pela ocupação por parte de vendedores ambulantes, categoria inflada pela crise econômica que obrigava milhares a sobreviver de trabalho autônomo. Paradoxalmente, os ambulantes se aproveitavam do alargamento de calçadas para o exercício de sua atividade (PLAMBEL, 1986, p. 137). Este problema foi resolvido

apenas nos primeiros anos do século XXI, com a criação e a aplicação de um código de posturas que disciplinou as atividades nas vias públicas.

Além disso, desde a década de 1990 vêm sendo implantadas, paulatinamente, diversas intervenções de melhoria nos espaços públicos da área central e particularmente do hipercentro, que contemplam melhorias na iluminação, nas calçadas, na acessibilidade e no desenho urbano.

É interessante observar o contraste entre a preocupação com a ambiência e o desenho urbanos dos anos recentes com o descaso com esses aspectos, observado sobretudo nas décadas de 1960 e 1970.³² As intervenções dessa época são marcadas pela descontinuidade com o tecido urbano circundante, aspecto que pode ser observado não apenas em grandes intervenções viárias, mas também nas áreas industriais:

o parque industrial metropolitano apropria-se de grandes áreas situadas nas proximidades dos principais eixos viários, segregadas e pouco articuladas com o meio urbano, sem maior identidade ou relações com seu entorno, a não ser aquelas referentes à produção (o ir e vir do trabalho e a circulação de bens.) (PLAMBEL, 1986, p. 101)

Tanto a Via Expressa quanto o ramal de trem metropolitano apresentam esses problemas de isolamento e falta de conexão com os espaços urbanos adjacentes a eles. A Avenida Amazonas, apesar das intervenções para melhoria de sua capacidade viária, que prejudicou a ambiência e o espaço dos pedestres, manteve melhores níveis de qualidade do ambiente urbano, com calçadas contínuas ao longo de sua extensão e em razoável estado de conservação; com travessias em nível para pedestres; assim como maior concentração de residências e estabelecimentos comerciais de varejo. Contudo estas características alteram-se na continuação da avenida nos municípios de Contagem e Betim, como Av. Cardeal

³² É importante observar que nem todas as intervenções urbanas atuais levam os aspectos ambientais do espaço público em consideração. As recentes intervenções na Avenida Cristiano Machado mostram como, ainda hoje, estes aspectos ainda estão ausentes em trechos da cidade que vem sendo construída.

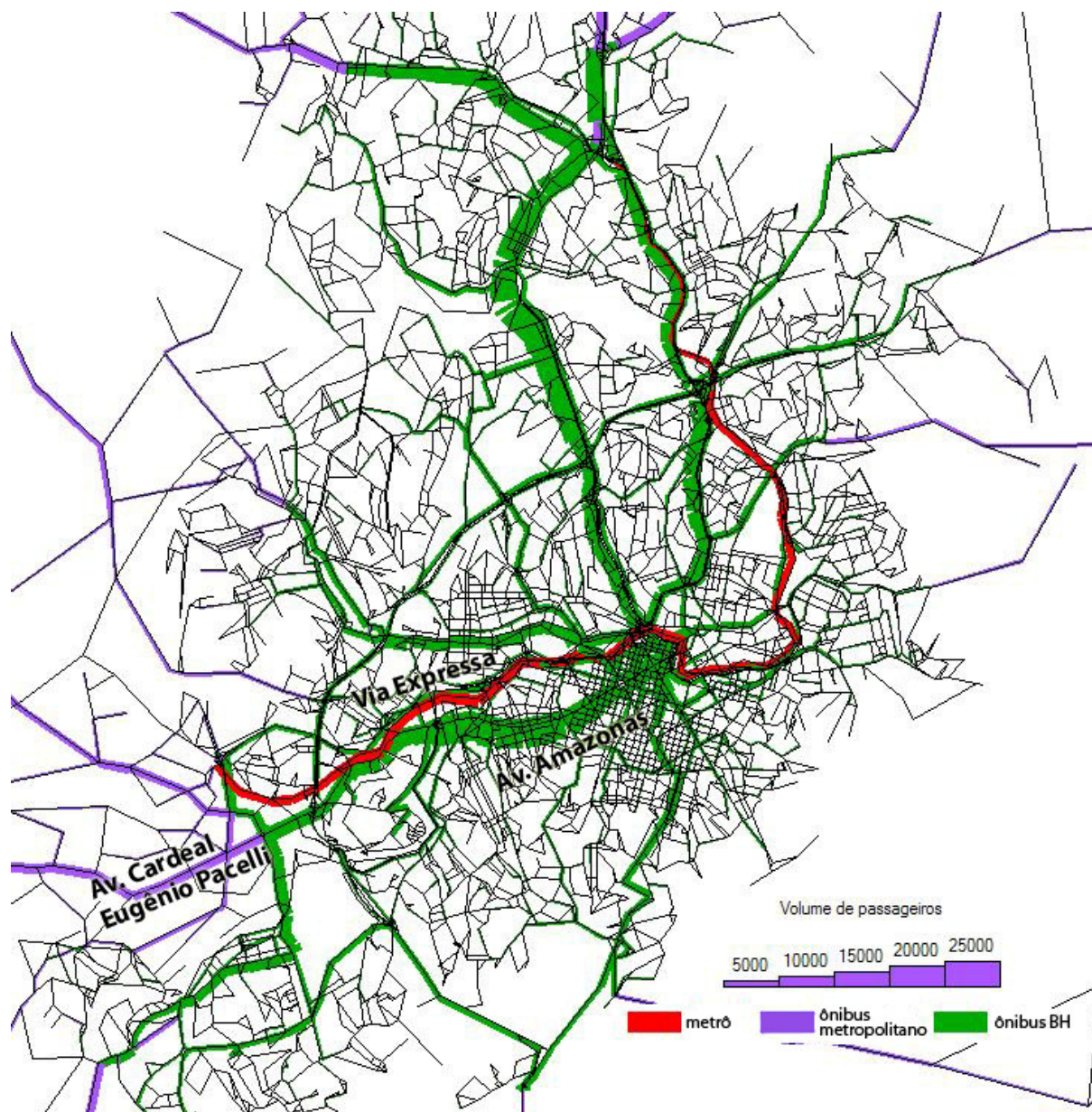
Eugênio Pacelli e Rodovia Fernão Dias, onde se observa uma piora na qualidade ambiental.

3.1.2 O transporte no eixo oeste da RMBH

Transporte por ônibus

A melhor qualidade ambiental da Avenida Amazonas, quando comparada à VULO, manteve em suas margens uma ocupação mais intensa, concentrando a demanda por transporte público ao longo da primeira, que se tornou, assim, trajeto preferencial dos ônibus entre o centro de Belo Horizonte e os municípios de Contagem e Betim. Como este vetor apresenta um dos maiores volumes de deslocamentos na RMBH e a participação do trem metropolitano mantém-se relativamente baixa no total de pessoas transportadas, a Avenida Amazonas concentrou uma grande quantidade de viagens por ônibus. Atualmente ela é o corredor com o maior carregamento de passageiros de toda a RMBH e chega a transportar mais de 30.000 passageiros na hora de pico da manhã, nas proximidades da Avenida do Contorno (BHTRANS, 2009b). O mapa da figura 21 ilustra os volumes de passageiros transportados no horário de pico da manhã (aquele com o maior carregamento). Observa-se claramente tanto o alto volume de passageiros transportados na Avenida Amazonas quanto o menor volume do metrô.

Figura 21 – Carregamento de passageiros de transporte coletivo no horário do pico da manhã – Belo Horizonte, 2008



Fonte: BHTRANS, 2009b. p.116, legenda modificada pelo autor.

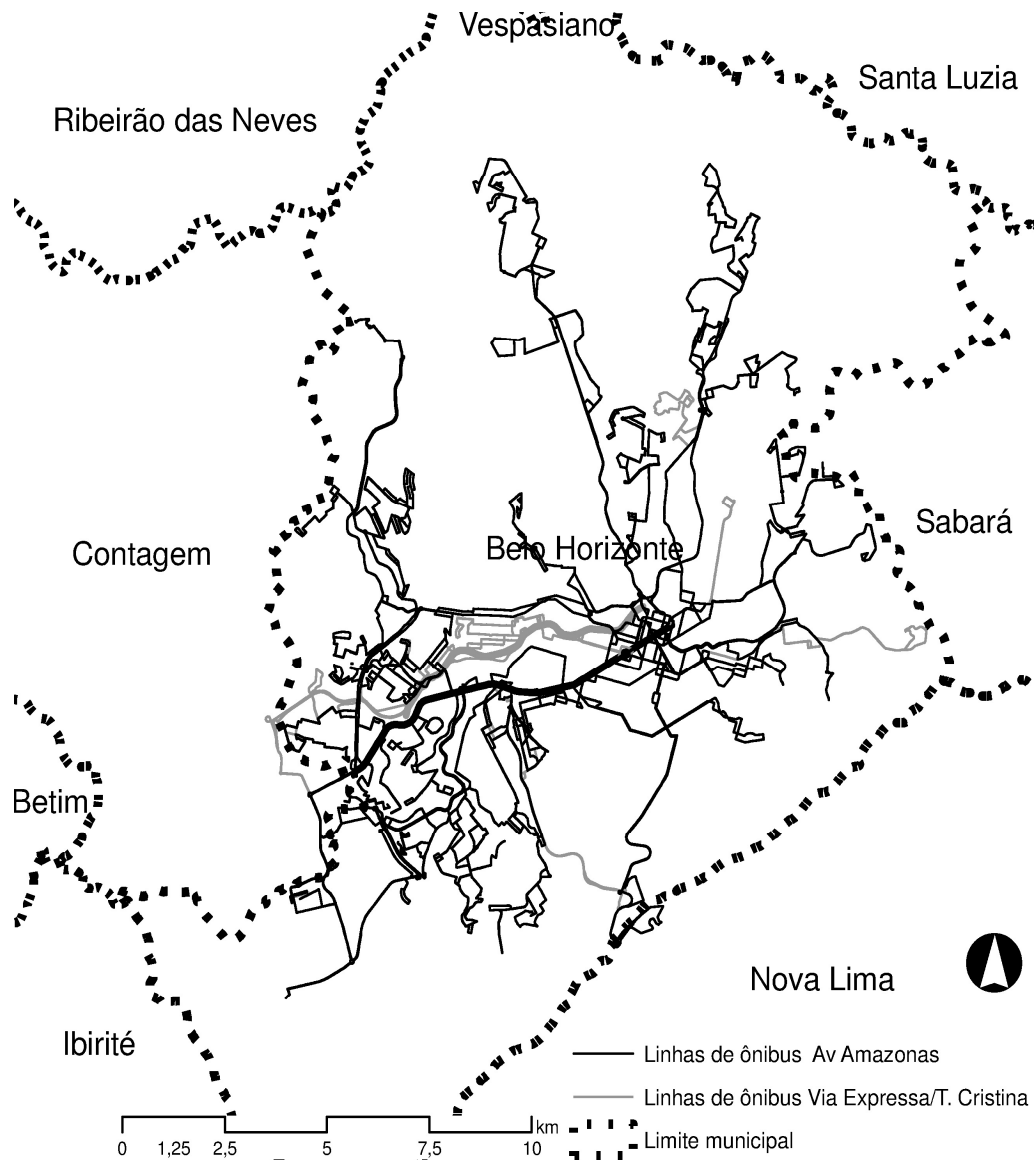
O transporte por ônibus é realizado na Avenida Amazonas tanto por ônibus municipais, que atendem aos deslocamentos internos ao município de Belo Horizonte, quanto pelo sistema metropolitano, que interliga diferentes municípios da RMBH. No primeiro caso, a Avenida Amazonas atende linhas que interligam o centro

da cidade com bairros das regiões oeste, noroeste e do Barreiro, no sudoeste do município. Os ônibus metropolitanos realizam, sobretudo, deslocamentos entre Belo Horizonte e municípios da região oeste da RMBH, principalmente Contagem e Betim, mas também Ibirité, Sarzedo, Mário Campos, São Joaquim de Bicas, Igarapé, Juatuba, Mateus Leme, Florestal, Itatiaiuçu e Itaguara.

Ao todo, 78 linhas de ônibus utilizam algum trecho da Av. Amazonas, sendo 31 municipais e 47 metropolitanas.³³ O mapa da figura 22 ilustra os trajetos das linhas do sistema de transporte municipal de Belo Horizonte que utilizam tanto a Av. Amazonas quanto o eixo Via Expressa/Av. Tereza Cristina. Nele, observa-se claramente que, se os trajetos estão concentrados sobretudo na região oeste do município, eles também atendem diversas outras regiões, oferecendo acesso a variadas partes da cidade sem transbordo. Se esse aspecto é interessante para os usuários, para as vias mais carregadas, como é o caso da Avenida Amazonas, o número excessivo de linhas agrava a saturação viária.

³³ Não se consideraram aqui as linhas que utilizam trechos da área central pois, como o sistema de transporte de Belo Horizonte é excessivamente radial, seriam consideradas linhas que utilizam apenas um pequeno trecho da via, não se relacionando diretamente com ela.

Figura 22 – Trajetos das linhas de ônibus municipais que utilizam a Avenida Amazonas ou o eixo Via Expressa/Avenida Tereza Cristina



Elaboração própria

Metrô

O metrô, na verdade, um trem de superfície, implantado, em seu trecho leste-oeste em paralelo à linha ferroviária de carga, sempre teve um papel secundário no sistema de transporte da RMBH. Em meados da década de 1980 o

sistema de trens urbanos (trem metropolitano e trens de subúrbio) transportava 200 mil passageiros por mês, contra 58 milhões de pessoas transportadas por ônibus. (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1996, p. 289). Embora o trem metropolitano atenda atualmente uma parcela significativamente maior de passageiros (mais de 3 milhões de viagens mensais) ele ainda atende a menos de 5% dos deslocamentos por transporte coletivo na RMBH. (BHTRANS, 2009a)

A participação discreta do metrô no total de pessoas transportadas pode ser explicada por uma série de deficiências do sistema. Em primeiro lugar, ele não atende diretamente o núcleo mais central da cidade, apenas tangencia o hipercentro e, mesmo com duas estações em suas bordas (Lagoinha e Central), nenhuma delas encontra-se em seu interior. (COSTA, 2004).

Também prejudicam o metrô as deficiências na articulação de suas estações com o tecido urbano circundante. Deficiências que, por sua vez, podem ser explicadas pelo fato de a linha ter sido implantada junto ao ramal ferroviário de carga que constituía, e ainda constitui, uma barreira no espaço da cidade e, por isso, cria amplas áreas com baixos níveis de atividades, como as denominadas por Jane Jacobs, “zonas de fronteiras desertas” (JACOBS, 2000). Intervenções urbanísticas para reduzir os efeitos da barreira criada pelos ramais ferroviários não foram realizadas, ou o foram de forma insuficiente, como a construção de passarelas estreitas. Deve-se acrescentar que a desarticulação das estações do metrô com seu entorno também dificulta a integração deste com o sistema de transporte por ônibus. (COSTA, 2004).

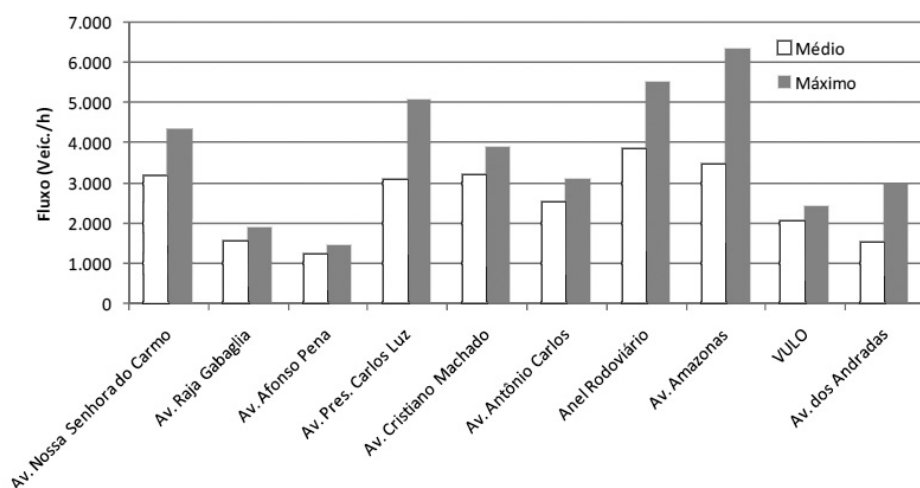
É preciso acrescentar que, mesmo com um carregamento de passageiros pequeno, se comparada com os serviços de transporte por ônibus, a linha de metrô de Belo Horizonte encontra-se saturada. Entretanto existem margens para ampliar sua capacidade através de dois tipos de intervenção. Em primeiro lugar, as composições, atualmente formadas por quatro carros, podem ser ampliadas para seis carros (todas as estações têm capacidade para composições desse tamanho), o que ampliaria a capacidade da linha em 50%. Além disso, os intervalos entre os

trens podem ser reduzidos através do aumento no número total de composições e de melhorias no sistema de sinalização. Com essas duas intervenções a capacidade da linha poderia ser ampliada de 158 mil para 340 mil passageiros por dia. (SILVA, 2009)

Circulação e tráfego

Como afirmado anteriormente, a Avenida Amazonas apresenta altos volumes de tráfego – considerando-se a somatória de veículos particulares e de transporte coletivo; de passageiros e de carga. Ela chega a apresentar, em alguns períodos do dia, os maiores carregamentos viários da cidade, mesmo não sendo a via com maior capacidade (a VULO e o Anel Rodoviário têm, ambos, capacidade maior), sendo a única via do município a atingir picos superiores a 6000 veículos por hora por sentido. A figura 23 ilustra os resultados de contagem volumétrica realizada pela BHTrans em 2008. Nela se observa que a Avenida Amazonas apresentou, nesse ano, os maiores carregamentos máximos dentre as vias analisadas.

Figura 23 – Volumes de tráfego em algumas das principais vias de Belo Horizonte, sentido centro – 2008



Fonte: BHTRANS, 2009a. p. 145

A esse respeito deve-se fazer duas observações relacionadas aos grandes volumes de tráfego ao longo da Avenida Amazonas: em primeiro lugar, parte deste grande carregamento deve-se ao grande volume de ônibus circulando ao longo do eixo; volume este que é tanto mais impactante quanto os mecanismos de embarque e desembarque convencionais são inadequados para a quantidade de passageiros transportados – como se observou anteriormente, mecanismos de embarque e desembarque em nível e com cobrança prévia melhoram o desempenho dos serviços de transporte por ônibus e, no caso da Av. Amazonas, poderiam reduzir o impacto dos mesmos. Além disso, volumes de tráfego como os apresentados na Av. Amazonas degradam a ambiência do corredor tornando o espaço menos atrativo para os pedestres devido ao impacto visual, sonoro, à poluição e à barreira criada pelo fluxo intenso. Estes aspectos serão desenvolvidos na próxima seção.

Projetos

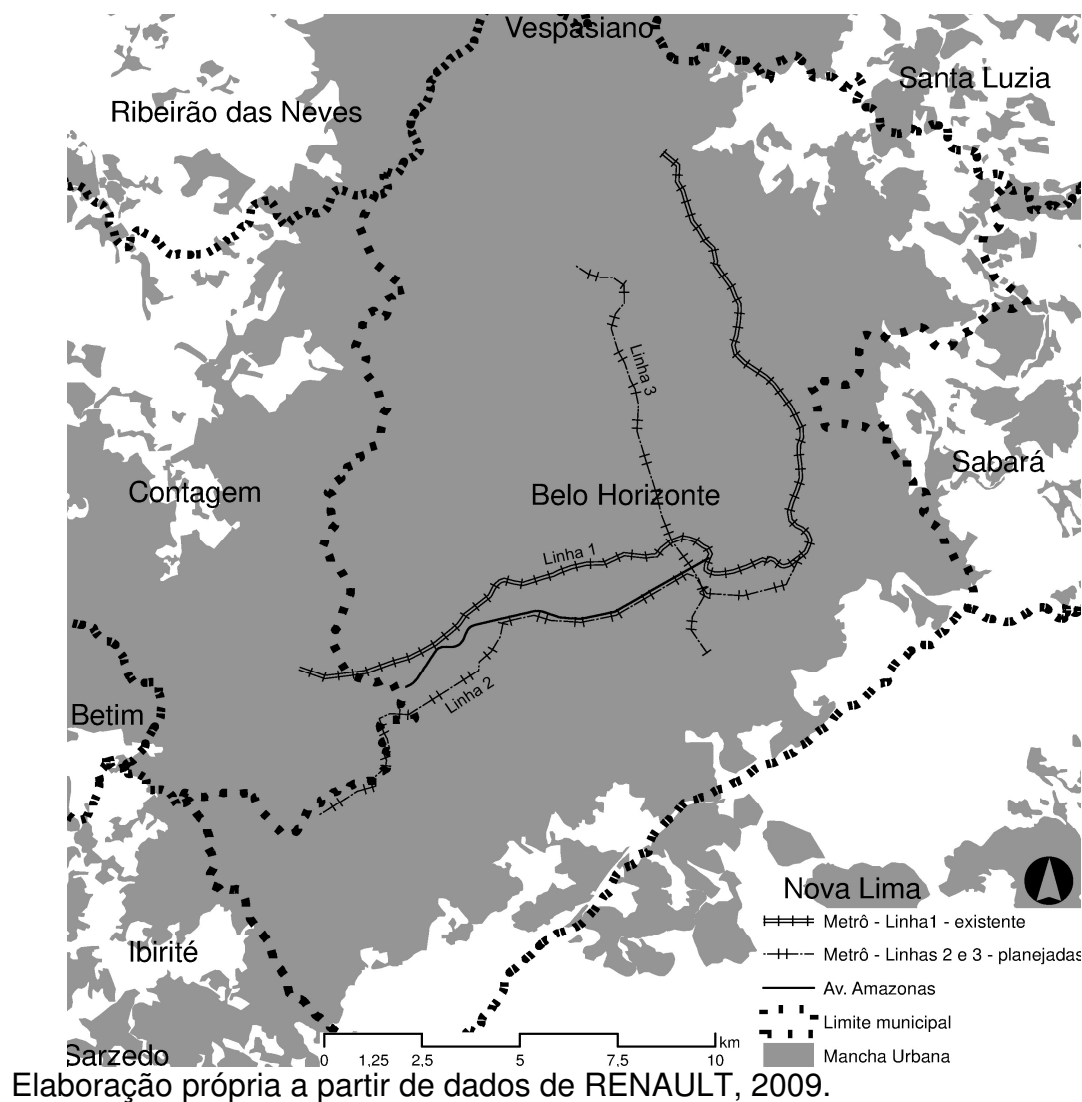
Buscando solucionar tais inadequações, alguns projetos existentes contemplam a melhoria dos serviços de transporte coletivo ao longo do eixo oeste da RMBH e serão abordados. O principal deles é a linha 2 do metrô. Sem poder sobre a gestão do metrô, a Prefeitura de Belo Horizonte considera soluções alternativas: planejou um corredor de TRO ao longo da Avenida Amazonas, embora sua implantação não esteja prevista para o curto prazo. Por fim, será tratada a interface entre o trecho mais central da Avenida Amazonas, próximo à Praça Sete de Setembro, com os atuais planos de ligação de outros corredores de TRO com a área central.

Projetos para o metrô

O metrô de Belo Horizonte possui, atualmente apenas uma linha. Duas outras estão planejadas, a linha 2 – Barreiro-Santa Tereza, e a linha 3 – Savassi-Pampulha. O projeto da linha 2 prevê um trecho ao longo da Av. Amazonas, entre o

Calafate e a Praça Sete de Setembro, subterrâneo. A figura 24 ilustra os projetos para o metrô.

Figura 24 – Metrô de Belo Horizonte linha existente e linhas projetadas



O trecho entre o Barreiro e Calafate é um trecho de superfície que aproveitará um ramal de carga existente. As obras de sua implantação foram iniciadas na década de 1990, mas foram interrompidas. Apesar de não acompanhar a Avenida Amazonas, a implantação deste trecho terá consequências sobre a

mesma, que será aliviada de parte dos ônibus com origem ou destino à região do Barreiro. Contudo este trecho encontra-se em obras desde 1998 e ainda não se iniciaram as operações. (RENAULT, 2009)

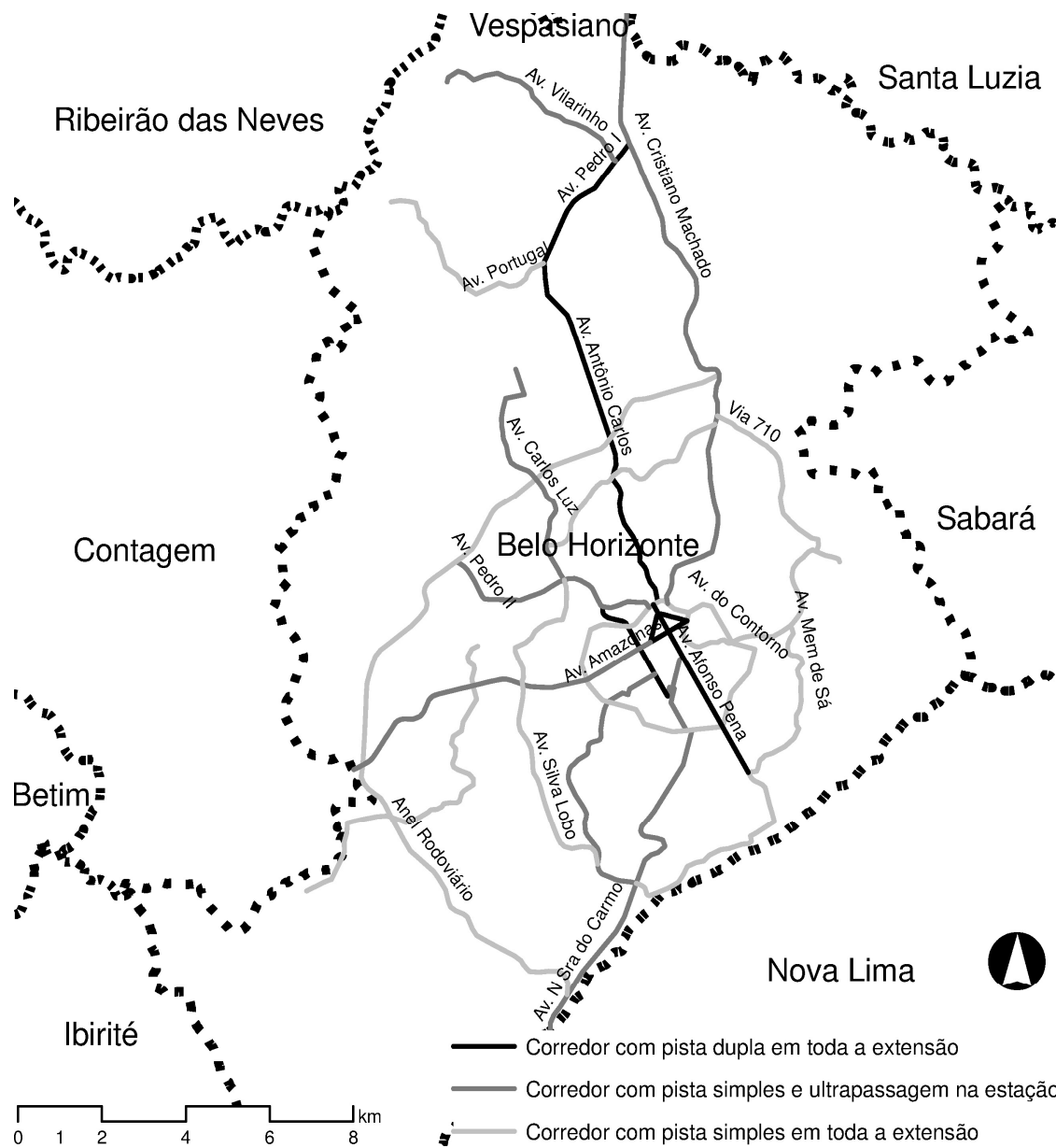
Sobre o trecho que acompanha a Avenida Amazonas, é interessante observar ainda que a CBTU estudou dois traçados para ele, um ao longo do trecho em estudo e o outro acompanhando a linha 1 fora da área central e a Av. Augusto de Lima dentro dessa área. Optou pelo primeiro por sua maior demanda, demonstrando a importância da Av. Amazonas em Belo Horizonte. (RENAULT, 2009)

Projetos de transporte por ônibus

Os crescentes congestionamentos de trânsito em Belo Horizonte vêm provocando a redução das velocidades médias do transporte coletivo por ônibus, prejudicando seus usuários e seu equilíbrio econômico (BHTRANS, 2009a). Para contornar este problema, o poder público municipal considera a possibilidade de se implantar infraestrutura de TRO em alguns dos principais corredores da cidade.

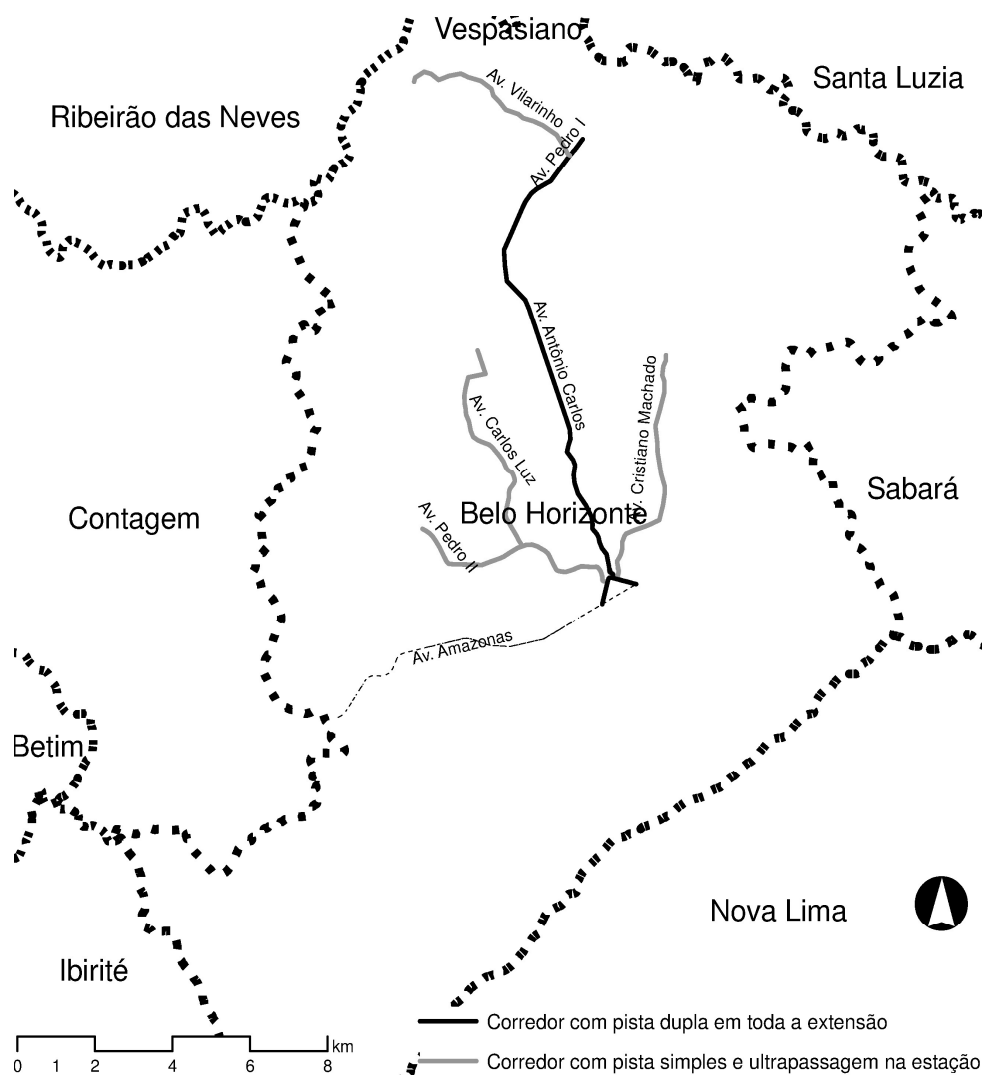
Recentemente foi elaborado pela BHTrans um Plano de Mobilidade Urbana que considera diversos cenários possíveis para o desenvolvimento da infraestrutura e dos serviços de transporte do município até 2020. Um desses cenários prevê a criação de diversos corredores de TRO. Alguns desses eixos já estão com sua implantação prevista, com os projetos já em desenvolvimento: trata-se das avenidas Antônio Carlos, Pedro I, Vilarinho, Cristiano Machado, Pedro II e Carlos Luz. Esses planos e projetos estão ilustrados nos mapas das figuras 25 e 26.

Figura 25 – Plano de Corredores de TRO para Belo Horizonte de médio e longo prazos



Elaboração própria a partir de dados de BHTRANS, 2009b

Figura 26 – Corredores de TRO para Belo Horizonte com implantação prevista até 2014



Elaboração própria a partir de dados de BHTRANS, 2009b

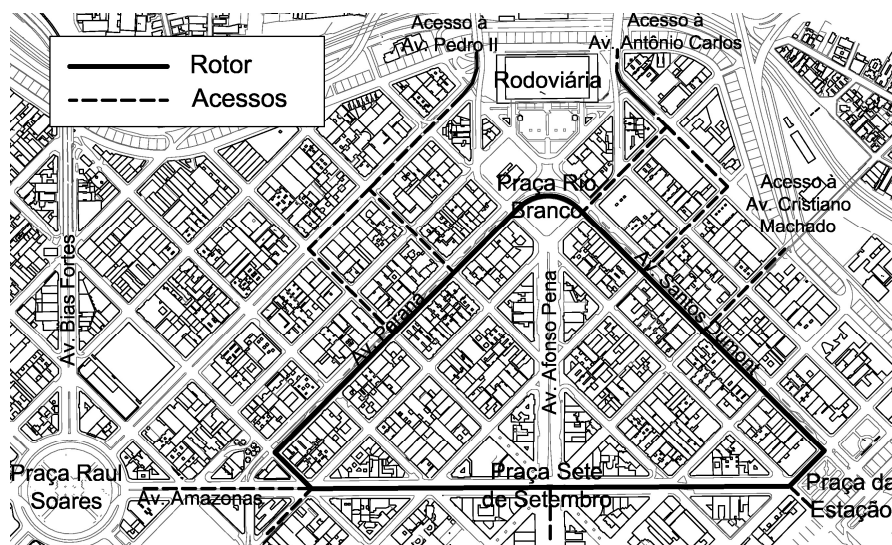
Pode-se observar no primeiro mapa que a BHTrans considera a possibilidade de implantação, na Avenida Amazonas, de um corredor de TRO com uma pista por sentido e pistas de ultrapassagem na estação, entretanto este projeto não se encontra em desenvolvimento e sua implantação não está prevista até o ano de 2014.

Como foi observado no segundo capítulo, corredores de TRO com essa configuração dificilmente atingem a atual demanda da Avenida Amazonas, nos horários de pico, que chega a 30.000 pass/h. Assim, para que o corredor não precise de pista dupla ao longo de toda sua extensão, seria preciso reduzir o volume máximo de passageiros, transferindo parte deles para o metrô ou para outro eixo viário. Essa discussão será retomada na avaliação do uso de estações subterrâneas na avenida, na segunda parte deste capítulo.

O poder público municipal planeja construir uma nova estação rodoviária em Belo Horizonte. A atual rodoviária, localizada na extremidade norte da região central, próxima à estação Lagoinha do metrô, seria adaptada para o uso como estação de integração de transportes urbanos, sobretudo para os serviços metropolitanos (BHTRANS, 2009a).

Além disso, ainda na área central, para realizar a integração dos serviços que operarão nos corredores de TRO com implantação prevista no curto prazo considerou-se, inicialmente, a utilização de um rotor triangular formado pelas avenidas Santos Dumont, Paraná e Amazonas, que teria duas faixas exclusivas em cada sentido para o transporte coletivo. Entretanto uma simulação das alterações que seriam criadas na circulação com a implantação do projeto demonstrou que os impactos no tráfego geral seriam tão grandes que prejudicariam o próprio transporte coletivo, e isso principalmente em função da redução da capacidade da Av. Amazonas para o tráfego geral nesse trecho. Em função disso, a Av. Amazonas foi retirada do projeto, que considera, atualmente, apenas o uso das avenidas Paraná e Santos Dumont com exclusividade para o transporte coletivo, para a integração dos serviços de TRO na área central. A figura 27 mostra a localização dessas avenidas.

Figura 27 – Rotor composto pelas avenidas Santos Dumont, Paraná e Amazonas.



Elaboração própria

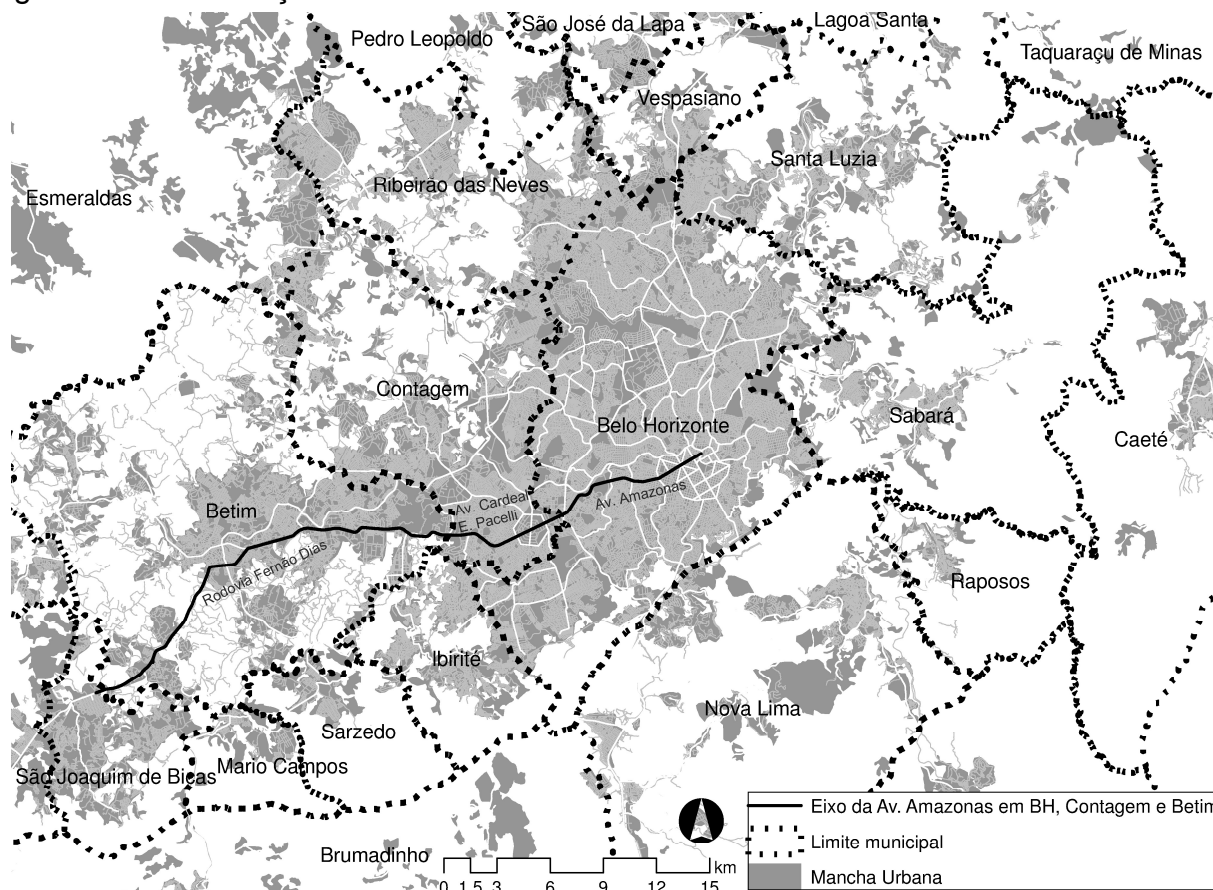
Deve-se observar que o rotor triangular completo é um elemento importante para a integração dos transportes na área central de Belo Horizonte, já tendo suscitado outros projetos de melhoria do transporte coletivo. Um deles, de 2005, considerou a construção de um túnel ao longo de todo o rotor com cinco entradas e quatro saídas exclusivo para operação do transporte coletivo. A proposta avaliou que a infraestrutura teria capacidade de “atendimento de 16,3 mil embarques na hora pico com operação de 22 rotas e 599 viagens” (TECBUS, p. 71), com embarque em desnível e cobrança da tarifa dentro do veículo. Esse número certamente poderia ser ampliado se ele fosse adaptado para serviços de TRO. O anexo 5 ilustra a proposta.

3.1.3 Algumas características urbanísticas da Avenida Amazonas

O eixo da Avenida Amazonas, e sua extensão ao longo dos municípios de Contagem e Betim, apresenta perfis bastante diferenciados. Para esta análise, ela será considerada em quatro trechos distintos, cada um deles com certo grau de

homogeneidade: 1/ o trecho dentro da área central de Belo Horizonte; 2/ o trecho restante dentro do município de Belo Horizonte; 3/ o trecho no município de Contagem e 4/ o trecho de Betim. O Mapa da figura 28 ilustra o eixo no contexto da RMBH e a divisão aqui adotada.

Figura 28 – Localização do eixo da Avenida Amazonas na RMBH



Elaboração própria

Características físicas e ambientais

A Avenida Amazonas possui 9,1 km de extensão (sendo 2,6 km dentro da área central e 6,5 no trecho restante). Sua seção apresenta poucas variações ao longo de sua extensão, tendo em média 35 metros de largura. A Avenida Cardeal Eugênio Pacelli possui 8 km de extensão, sua seção varia entre 35 e 50 metros, apresentando a menor largura no trecho próximo a Belo Horizonte, na Cidade

Industrial. O trecho da rodovia Fernão Dias dentro do município de Betim tem 15 km de extensão e largura média de 45 m.

A Avenida Amazonas possui faixas preferenciais para o transporte coletivo. Contudo estas faixas não representam grandes benefícios para os serviços de ônibus. Isso porque elas se localizam do lado direito das pistas, sendo obrigatoriamente usadas pelo tráfego geral para realização de conversões à direita. Além disso, como os serviços de ônibus que ali operam são convencionais, as operações de embarque e desembarque são lentas e geram atrasos nos deslocamentos, questão que é agravada pela quantidade excessiva de linhas e pela ausência de serviços troncais.

Ao longo do eixo observa-se uma degradação das ambiências urbanas à medida que se afasta do centro de Belo Horizonte. O primeiro trecho apresenta calçadas mais largas e boa arborização. Estes elementos tornam-se mais precários e rarefeitos nos trechos seguintes. Em Contagem há uma série de viadutos que buscam minimizar os conflitos entre os fluxos locais e de passagem. Em Betim, tem-se, não uma avenida, mas uma rodovia, sem calçadas ou árvores. Nos trechos fora do município de Belo Horizonte, o corredor viário apresenta ambiências menos convidativas para os pedestres, para os usos residenciais e de comércio local e de varejo.

Do ponto de vista quantitativo, tais aspectos podem ser verificados através das larguras das calçadas e da quantidade de travessias para pedestres. A quantidade de infraestruturas específicas para deslocamentos motorizados em alta velocidade (viadutos e interseções em desnível, trevos e alças viárias) também indicam lugares menos adequados para pessoas a pé e espaços urbanos configurados para os veículos. Nesse sentido é possível observar, no trecho em análise, uma degradação da adequação do espaço para os pedestres à medida que se distancia do centro metropolitano. O quadro 7 indica a quantidade de travessias para pedestres ao longo das avenidas Amazonas, Cardeal Eugênio Pacelli e da BR-381 (trecho no município de Betim). O trecho mais central possui 9,2 travessias por

quilômetro, valor que diminui conforme se afasta do centro: 4,6 para o trecho 2; 1,1 para o trecho 3 e 0,6 para o trecho 4. Também é possível observar no quadro que a quantidade de travessias em desnível é maior quanto mais longe se está da área central, indicando conformações espaciais mais preocupadas com a circulação de veículos do que de pessoas, tendo em vista que estas são obrigadas a realizar deslocamentos verticais para transpor a via.

Quadro 7 – Quantidade de travessias para pedestres por trecho do eixo em estudo

Trecho	Extensão	Travessias em nível	Travessias em desnível (passarelas)	travessias/km
1	2,6 km	24	0	9,2
2	6,5 km	30	0	4,6
3	8 km	7	2	1,1
4	15 km	0	9	0,6

Elaboração própria

Uso e ocupação do solo

O trecho inicial, próximo ao centro de Belo Horizonte, é aquele que apresenta a maior intensidade de uso e ocupação do solo – maior dinamismo econômico, maiores densidades e maiores diversidades de uso. A área central de Belo Horizonte é, de fato, o principal polo da RMBH e de todo o estado de Minas Gerais. Esse trecho é marcado por edifícios verticais, concentração de residências e comércio de diversos tipos – desde estabelecimentos locais até aqueles de alcance regional. Também é caracterizado pela presença de algumas edificações históricas e marcos urbanos significativos para toda a metrópole, como as praças Sete de Setembro e Raul Soares.

O segundo trecho também tem certa diversidade de usos, concentrando residências, comércio e serviços, entretanto com menor diversidade e menor verticalização. Chama a atenção, nesse trecho, a degradação e o estado de abandono de alguns imóveis. Embora as razões deste fato não tenham sido

investigadas, é possível considerar que a degradação ambiental causada pelo fluxo crescente ao longo das últimas décadas esteja entre elas.

O terceiro e o quarto trechos são marcados por usos industriais e de serviços de apoio à indústria, embora também abriguem usos habitacionais em suas áreas lindeiras. Com relação a esses aspectos, a principal diferença entre essas duas áreas é a maior intensidade da ocupação no terceiro trecho, ao longo do qual encontram-se poucas grandes áreas vagas, mais comuns no quarto trecho.

As figuras a seguir ilustram os quatro trechos.

Figura 29 – Foto do primeiro trecho do eixo em estudo: Avenida Amazonas, área central de Belo Horizonte



Foto do autor

Figura 30 – Foto do segundo trecho do eixo em estudo: Avenida Amazonas, área pericentral de Belo Horizonte



Foto do autor

Figura 31 – Foto do terceiro trecho do eixo em estudo: Avenida Cardeal Eugênio Pacelli, Contagem



Fonte: maps.google.com

Figura 32 – Foto do quarto trecho do eixo em estudo: Rodovia Fernão Dias, Betim

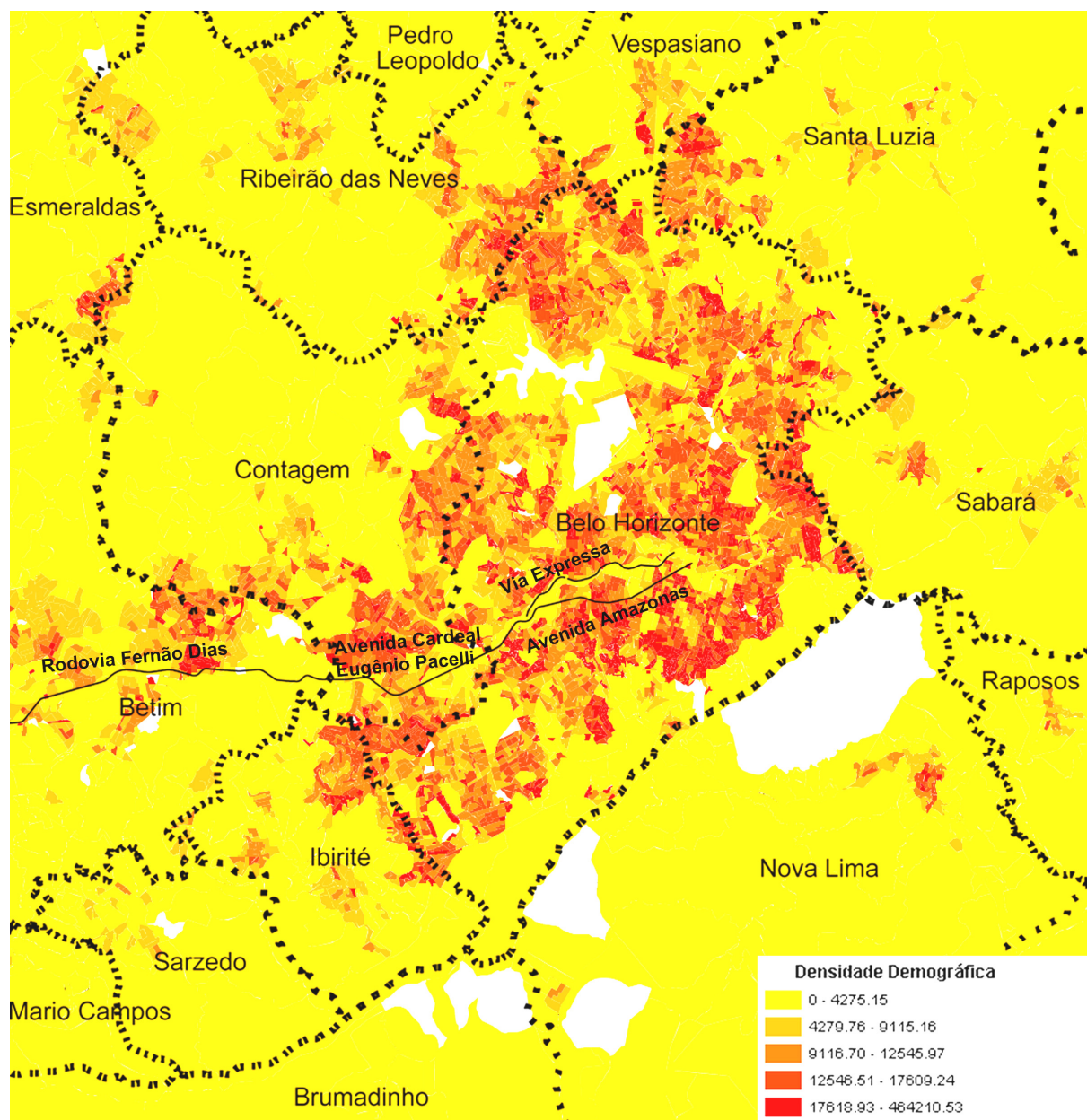


Foto do autor

Densidades

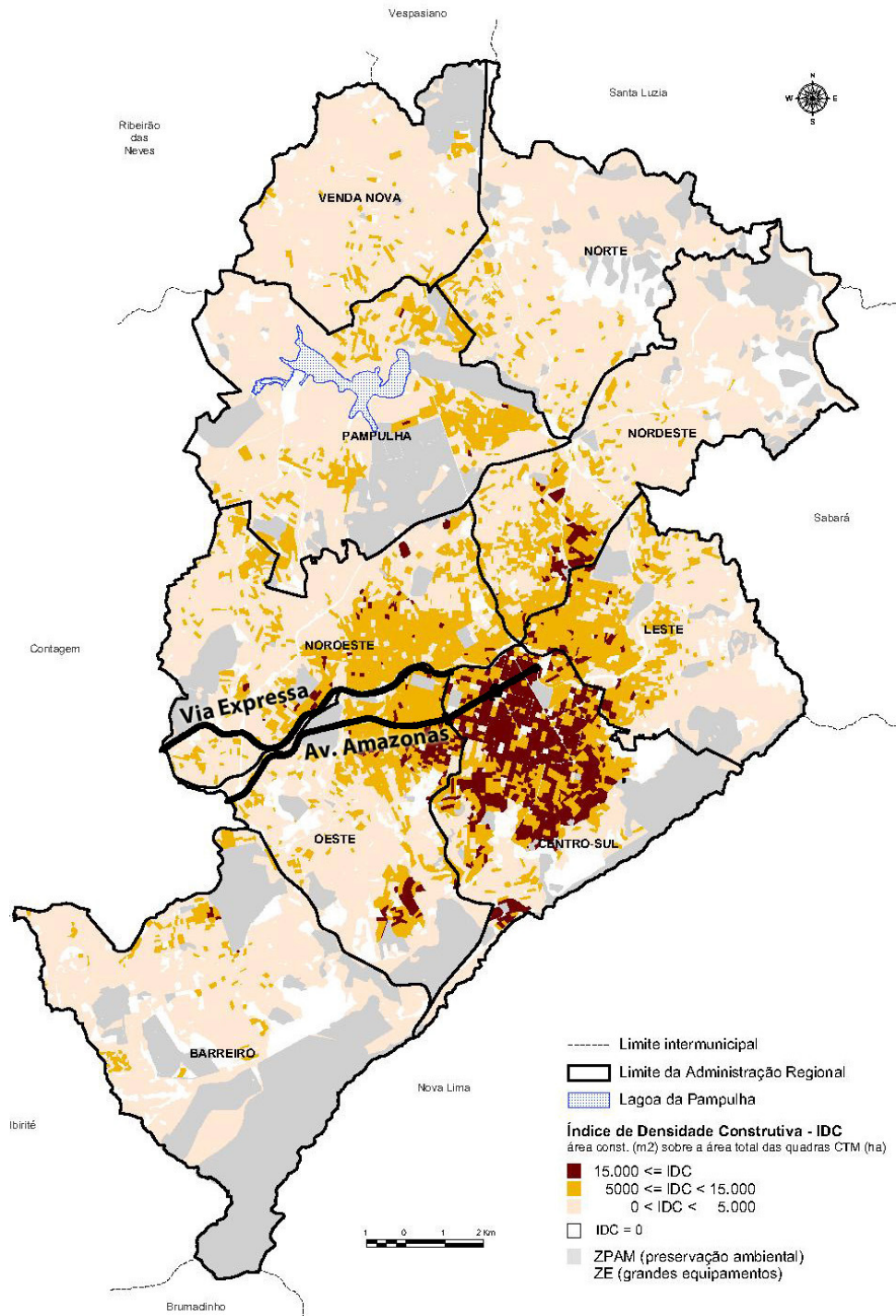
Os mapas das figuras 33 e 34 ilustram as densidades populacional e construtiva de Belo Horizonte.

Figura 33 – Densidade demográfica – Belo Horizonte e entorno, 2010



Fonte: IBGE, 2011

Figura 34 – Densidade construtiva – Belo Horizonte, 2006



Fonte: COTA, p. 224

É interessante observar que, enquanto a população não apresenta concentração marcante na área central, a densidade construtiva é claramente maior nessa área, indicando forte concentração de empregos e atividades econômicas. Observa-se também que as densidades, tanto populacionais quanto construtivas, são maiores ao longo da Avenida Amazonas, quando comparadas com aquelas apresentadas nos arredores da Via Expressa e da Avenida Tereza Cristina, ao longo das quais existe uma faixa com baixa ocupação. Estes aspectos ajudam a explicar a concentração dos carregamentos de passageiros de transporte coletivo na Avenida Amazonas e particularmente na aproximação da área central de Belo Horizonte, conforme discussões desenvolvidas no primeiro capítulo deste trabalho, segundo as quais áreas urbanas mais densas são mais propícias para serviços de transporte coletivo. Nesses lugares as maiores concentrações de pessoas tornam a cidade e suas atividades mais vibrantes, e o transporte está diretamente relacionado a esses aspectos.

3.2 Considerações sobre as possibilidades de implantação de infraestrutura de TRO com o uso de estações subterrâneas na Av. Amazonas

Conforme exposto no início deste capítulo, o presente estudo trata de um corredor de TRO abarcando toda a Avenida Amazonas mais os 2,6 km iniciais da Avenida Cardeal Eugênio Pacelli, até a borda oeste do hexágono formado pela Avenida General David Sarnoff. Ele considera o uso de estações subterrâneas para o atendimento do corredor, mas não pressupõe que todas as estações tenham esta configuração. Os resultados da investigação do segundo capítulo contribuem com tal definição. Prevê-se infraestrutura com pista exclusiva junto ao canteiro central, com embarque em nível e pré-pago do lado esquerdo do veículo. Pistas de ultrapassagem são previstas apenas nas estações.

3.2.1 Estruturação do corredor – eixos e terminais

O atual volume de passageiros na Avenida Amazonas, nos horários de pico, excede a capacidade de corredores de TRO com pistas de ultrapassagem apenas nas estações, conforme já mencionado. Ou seja, dentro das condições atuais, a implantação de um corredor de TRO na avenida deveria contemplar duas pistas por sentido em toda sua extensão. Entretanto isso implicaria na desapropriação de uma faixa de terra ao longo de todo o eixo (terrenos ocupados, em sua quase totalidade) e ainda significaria um alto custo para a ambiência urbana ao longo do eixo. Assim, ao se propor o corredor com apenas uma faixa por sentido (e pistas de ultrapassagem apenas nas estações), não se ignora este fato, mas considera-se transferir parte do volume de passageiros dos serviços de transporte por ônibus da Avenida Amazonas para a linha 1 do metrô (considerando-se o aumento de sua capacidade), assim como para serviços de ônibus que utilizem outro eixo viário: a Via Expressa e a Avenida Tereza Cristina.

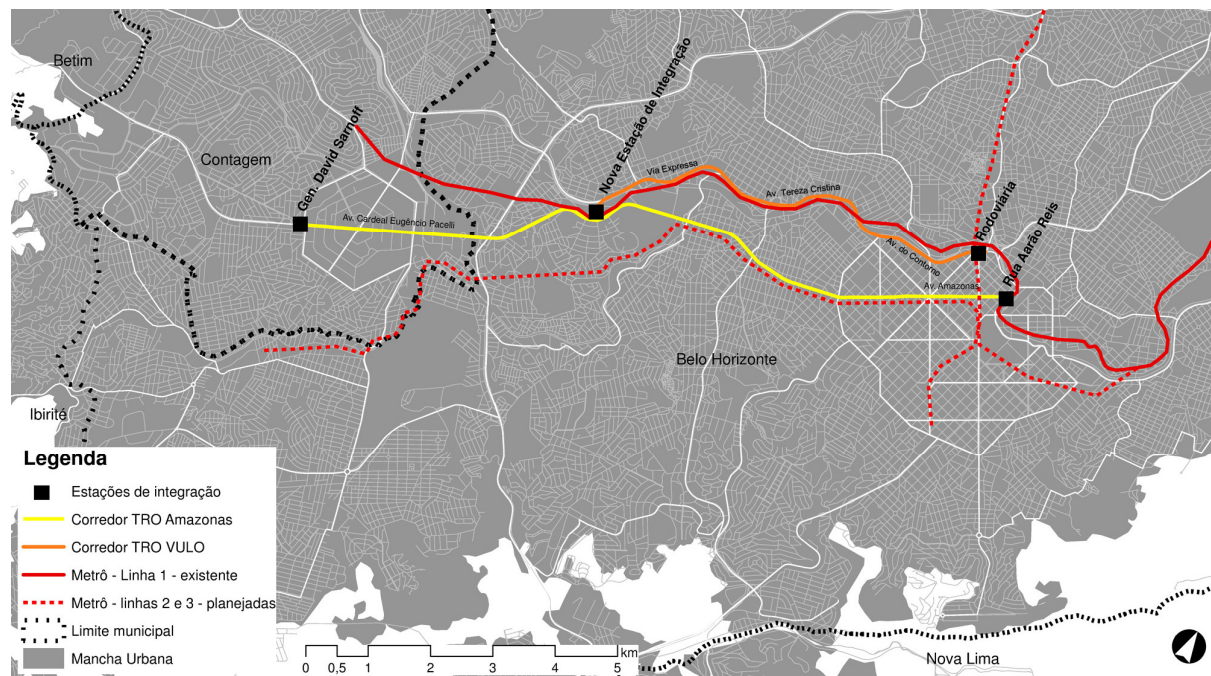
Este último eixo apresenta baixos volumes de viagens por transporte coletivo e pode ser utilizado para dividir o fluxo de passageiros entre o eixo oeste e a área central da RMBH. Com isso pode-se reduzir os volumes na Avenida Amazonas para níveis admissíveis para corredores de TRO com apenas uma pista por sentido, o que, complementarmente, teria consequências positivas para sua ambiência urbana, com significativa redução no volume dos ônibus, e manteria a circulação geral em situação similar à atual. Deve-se observar que a redução no volume dos ônibus seria consequência do desvio de parte do fluxo para a Via Expressa, mas também da própria implantação de um sistema TRO, que permite transportar mais passageiros em um menor número de veículos.

Para que os fluxos, tanto de passageiros quanto de ônibus, possam realizar o intercâmbio entre a Avenida Amazonas e a Via Express, é necessário melhorar a articulação entre essas duas vias, atualmente precária. Nesse sentido, procurou-se um ponto onde tal articulação pudesse ser realizada. Entre os bairros Gameleira e Vila Oeste há uma área onde as duas vias aproximam-se e onde

também passa a linha 1 do metrô, porém, sem estação. Além de ser o único ponto onde essa tripla aproximação ocorre fora da área central, existe um grande terreno desocupado na área. Esses aspectos oferecem uma oportunidade e motivaram a proposta de implantação, nesse ponto, de uma estação de integração de transporte coletivo que atenderia aos serviços de ônibus de ambos os corredores assim como do metrô, com a implantação de uma nova estação na linha 1. Esse terminal seria essencial para a proposta, pois possibilitaria intercâmbios de passageiros entre diferentes serviços, assim como articularia os fluxos da Av. Amazonas com os da Via Expressa, possibilitando diversas rotas.

A proposta também considera o uso, como terminal de integração, da atual rodoviária (conforme também pretende o poder público municipal de Belo Horizonte); do rotor previsto para a área central, composto pelas avenidas Paraná, Santos Dumont e Amazonas e da estação Aarão Reis, para as extremidades leste dos eixos da Via Expressa e da Av. Amazonas, respectivamente. Prevê-se também um terminal para a extremidade oeste deste último (interseção das avenidas Cardeal Eugênio Pacelli e General David Sarnoff), em um terreno vago ali existente. A configuração da proposta geral e a localização dos terminais podem ser vistas nas figuras 35 e 36. Os terminais de integração citados não terão suas propostas desenvolvidas, já que o foco do estudo está sobre o uso das estações subterrâneas.

Figura 35 – Mapa geral do corredor de TRO proposto



Elaboração própria

Figura 36 – Terreno do novo terminal de integração proposto



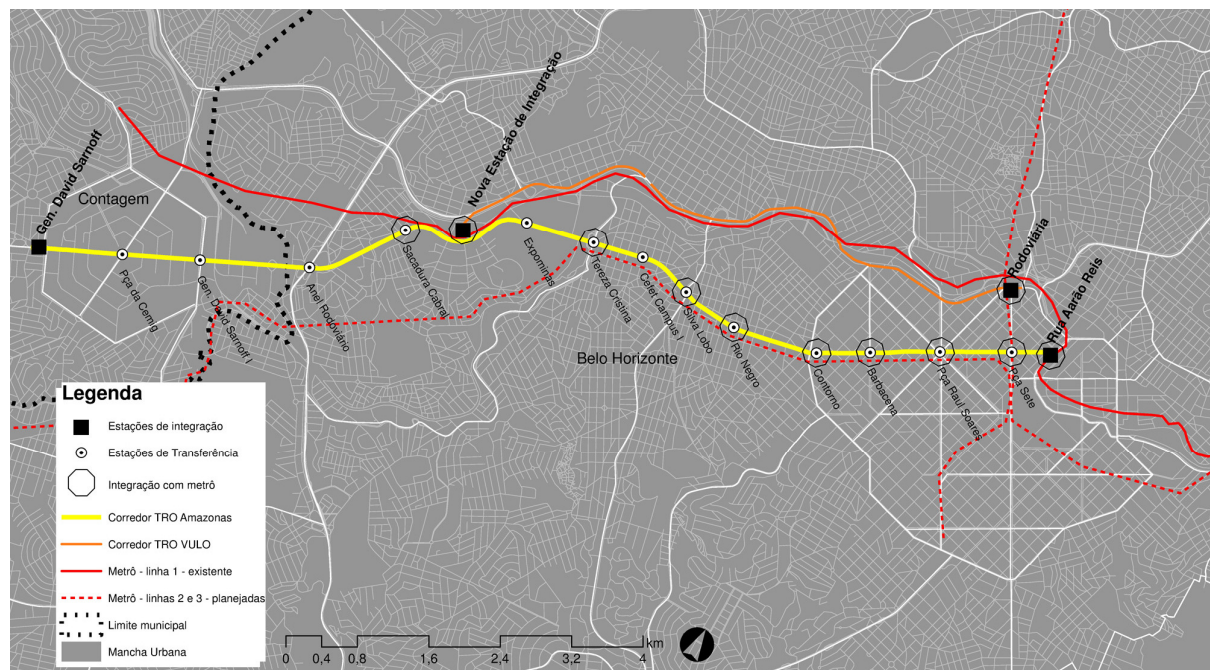
Elaboração própria

A proposta do corredor de TRO com pista de ultrapassagem apenas nas estações é também considerada pela BHTrans, como já foi observado. Entretanto, como o projeto não se encontra em fase de detalhamento, ela não apresentou soluções para os problemas dos volumes máximos. Ainda assim ela considera a melhoria da infraestrutura para transporte por ônibus na Via Expressa, assim como seu uso mais intenso com essa finalidade, independentemente da criação de um corredor de TRO na Av. Amazonas.

3.2.2 Locação das estações

Alguns critérios foram usados para a determinação da localização das estações do corredor de TRO ao longo da Avenida Amazonas: buscou-se um espaçamento uniforme entre as estações, de cerca de 750 metros. A locação específica de cada uma delas foi definida em função da existência de grandes interseções ou equipamentos urbanos. Também foram considerados prioritários para a locação das estações pontos onde existem estações de metrô planejadas ao longo da Avenida Amazonas. A partir desses critérios foram definidas as seguintes estações para o corredor (a partir da área central): Rua Aarão Reis, Praça Sete de Setembro, Praça Raul Soares, Avenida Barbacena, Avenida do Contorno, Rua Rio Negro, Avenida Silva Lobo, Cefet, Avenida Tereza Cristina, Expominas, Nova Estação de Integração, Rua Sacadura Cabral, Anel Rodoviário, Av. Gen. David Sarnoff I, Praça da Cemig e Av. Gen. David Sarnoff II. A figura 37 ilustra o corredor com a locação de cada uma das estações propostas.

Figura 37 – Mapa das estações do corredor de TRO proposto



Elaboração própria

Cada um desses pontos foi avaliado em função da adequação para implantação de estações subterrâneas de ônibus compactas, tendo sido considerados, sobretudo, a topografia (conforme os resultados da análise do capítulo 2) e a existência de infraestruturas existentes que poderiam entrar em conflito com eventuais estações subterrâneas, tais como viadutos e trincheiras. Abaixo encontra-se a descrição dos resultados da análise.

Tendo em vista os fortes condicionantes gerados pelo relevo, algumas estações tiveram sua locação inicial deslocada em algumas dezenas de metros para buscar melhores condições topográficas. São elas as estações Av. do Contorno, Cefet e Anel Rodoviário. Com esses deslocamentos, do ponto de vista da topografia, as áreas das estações Praça Sete de Setembro, Av. do Contorno, Rua Rio Negro, Cefet e Anel Rodoviário mostram-se como ideais para a implantação de estações subterrâneas, pois tratam-se de cumeeiras cujas encostas permitem a redução do

comprimento das rampas de acesso e facilitam a implantação de galerias intermediárias.

As estações Praça Raul Soares, Expominas, Rua Sacadura Cabral e Av. Barbacena apresentam relevo favorável em um de seus lados, mas desfavorável do outro. Nos três primeiros casos, as condições possibilitam, como se verá adiante, a implantação de estações subterrâneas. Já no caso da Av. Barbacena, a declividade do terreno natural impede a construção desse equipamento, devendo-se utilizar estação de superfície. O mesmo é recomendado para as estações Av. Silva Lobo e Av. Tereza Cristina, cujo relevo é desfavorável de ambos os lados, constituindo vales.

Nas áreas das duas últimas estações, a situação é agravada pela existência de viadutos que tornam ainda mais complexa a eventual implantação de estação subterrânea. As locações das estações General David Sarnoff I e Praça da Cemig também possuem infraestruturas que dificultam a tarefa (um viaduto na primeira e uma trincheira na segunda). Nesses casos, do ponto de vista da inserção das estações de TRO no espaço urbano, o ideal seria a reconstrução dos viadutos, substituindo-os por elementos de infraestrutura que atendam a sua função atual e ainda abriguem estações de TRO, com as devidas medidas para seu acesso por parte das pessoas de forma direta e confortável. A estação Anel Rodoviário não está incluída no grupo de estações afetadas por infraestruturas existentes, pois o deslocamento proposto afastou-a do viaduto.

Ainda a esse respeito, ao se analisar o terreno designado para a nova estação de integração proposta, deve-se observar que a própria linha de metrô constitui-se numa infraestrutura potencialmente conflitante com o corredor de TRO, sobretudo para a utilização da área vaga como estação, já que esta se situa do lado oposto do corredor com relação à linha. Em todo caso, ainda que a solução indicada para a transposição seja subterrânea, não se terá uma estação compacta, como as aqui estudadas, mas um equipamento de maior porte. As estações Aarão Reis e General David Sarnoff II encontram-se na mesma situação, por se tratarem de

terminais de integração de maiores dimensões, e não estações de transferência compactas. Todos esses elementos, por fugirem do objetivo do presente trabalho, não serão detalhados. É preciso acrescentar que a estação da Praça Sete de Setembro também tem, na presente proposta, um papel de estação de integração, estando previsto, inclusive, o atendimento de linhas de TRO oriundas de outros corredores. Ainda assim, foi proposta, para ela, devido a sua situação topográfica favorável, uma configuração subterrânea, embora com uma plataforma mais longa, com 300 metros de comprimento. Tal questão será tratada novamente adiante.

A partir da análise feita, definiram-se as estações cuja implantação subterrânea seria indicada. Todas as estações em cuja locação a topografia não representa impedimentos e que não apresentam elementos de infraestrutura existentes conflitantes foram designadas como estações subterrâneas.

Tem-se, assim, na presente proposta, oito estações subterrâneas de ônibus compactas: Pça Sete de Setembro, Pça Raul Soares, Av. do Contorno, Rua Rio Negro, Cefet, Expominas, Rua Sacadura Cabral e Anel Rodoviário. Para as demais estações, propõe-se que sejam construídas na superfície ou integradas a viadutos (a ser reconstruídos). O quadro 8 resume a análise realizada e ilustra a situação de cada estação.

Quadro 8 – Situação das estações do corredor de TRO da Av. Amazonas

Estação	Distância da anterior (metros)	Integração com metrô	Adequação da topografia – acesso oeste	Adequação da topografia – acesso leste	Existência de infraestrutura conflitantes com estação subterrânea	Indicação de estação subterrânea compacta
Rua Aarão Reis	-	Linha 1	0	0		
Praça Sete de Setembro	700	Linhas 2 e 3	+	+		x
Praça Raul Soares	780	Linha 2	-	+		x
Av. Barbacena	660	Linha 2	-	+		
Av. do Contorno	550	Linha 2	+	+		x
Rua Rio Negro	1130	Linha 2	+	+		x
Av. Silva Lobo	680	Linha 2	-	-	x	
Cefet	670		+	+		x
Av. Tereza Cristina	580	Linha 2	-	-	x	
Expominas	650		-	+		x
Nova Estação de Integração	780	Linha 1	0	+	x	
Rua Sadacura Cabral	720	Linha 1*	+	-		x
Anel Rodoviário	950		+	+		x
Av. Gen. David Sarnoff I	1200		-	+	x	
Praça da Cemig	970		+	+	x	
Av. Gen. David Sarnoff II	850		+	-		

* A estação Sacadura Cabral pode integrar-se com a Linha 1 do Metrô (estação Vila Oeste), porém as duas estão afastadas em cerca de 170 metros.

Situação topográfica + indica situação favorável; - indica situação desfavorável; e 0 indica situação indiferente (terreno plano ou quase plano)

Elaboração própria

3.2.3 Lançamento das estações subterrâneas no eixo do corredor, observações sobre sua situação e suas implicações

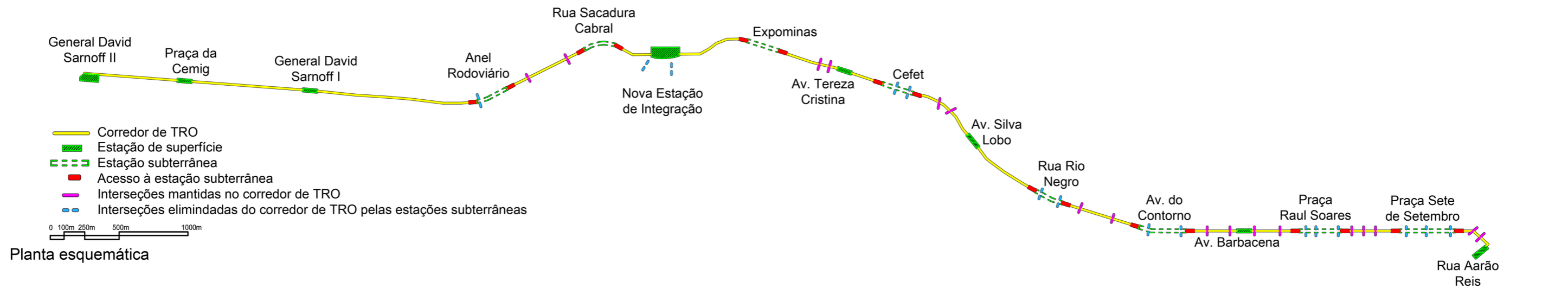
A partir da análise descrita acima, as estações foram lançadas no eixo viário. Devido à influência que a topografia exerce sobre a configuração das estações subterrâneas, como mostrou o capítulo 2, também foi elaborada a seção transversal do corredor, a partir das curvas de nível do cadastro técnico municipal. Procurou-se adotar rampas de 6,5 % nos acessos para veículos, embora tal declividade não tenha sido possível em todos eles, como se verá adiante.

A figura 38 ilustra a locação e a situação das estações, em planta e em perfil. Ela também ilustra as interferências junto ao canteiro central atualmente existentes, distinguindo as que deixariam de interferir no corredor de TRO daquelas cuja interferência seria mantida com a implantação do corredor proposto.

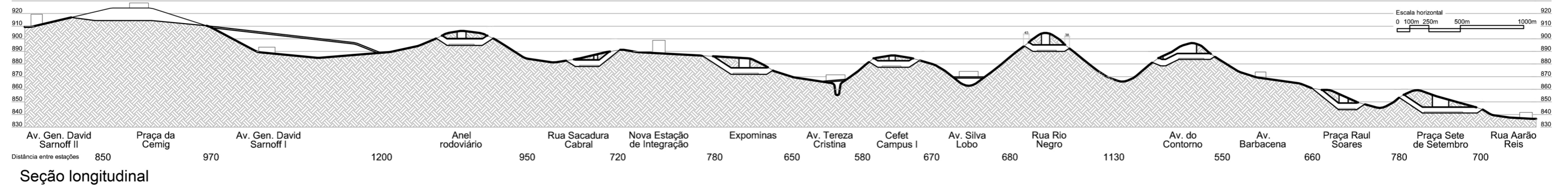
Figura 38 - Planta e seção do corredor de TRO proposto para a Avenida Amazonas



Planta



Planta esquemática



Seção longitudinal

Elaboração própria

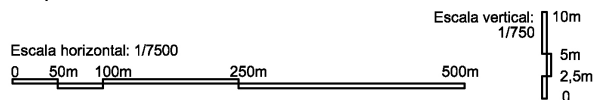
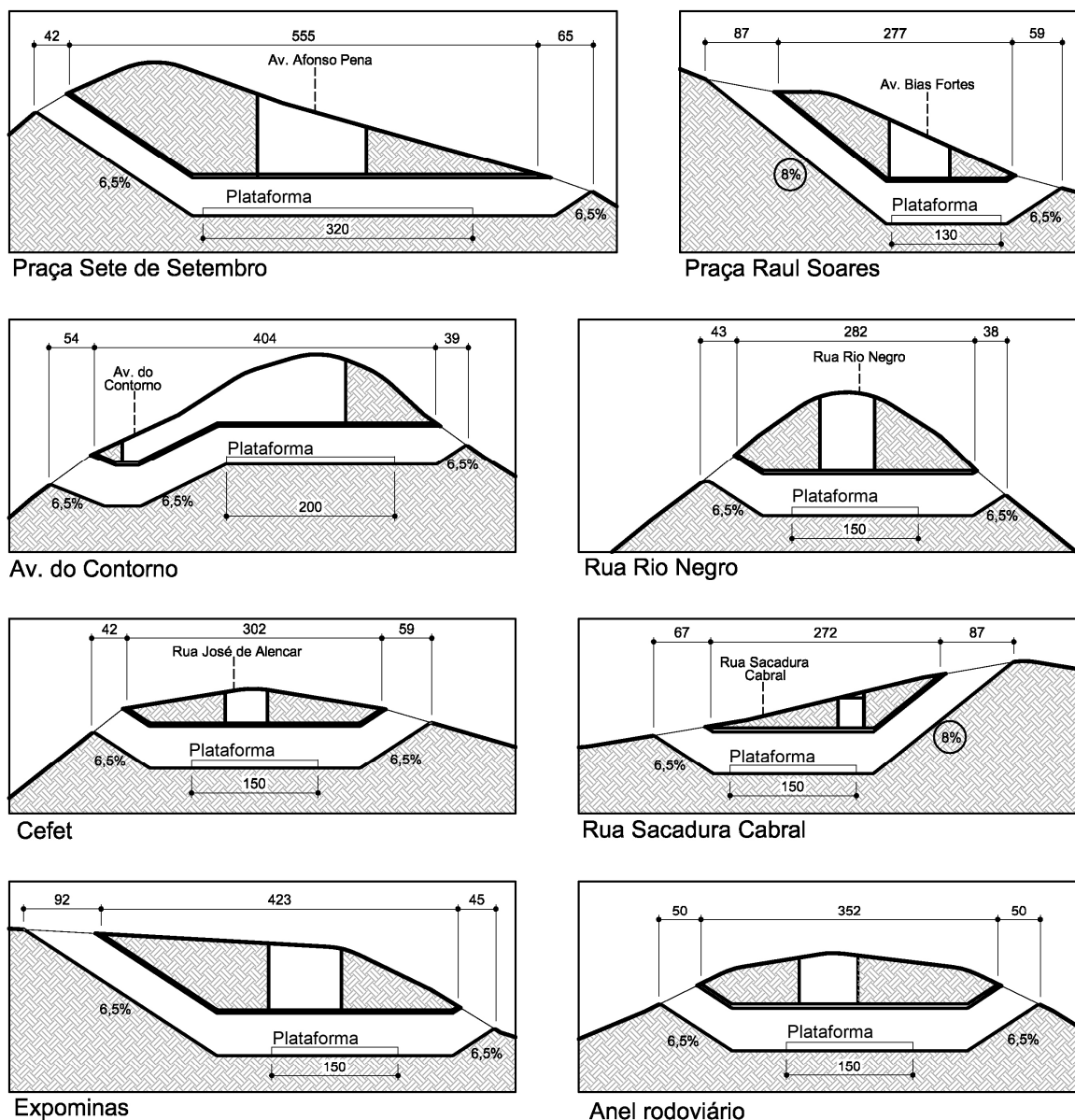
Interseções

A análise dos efeitos da implantação do corredor sobre as interferências atualmente existentes junto ao canteiro central (área de implantação do corredor) mostra que, das 36 interferências existentes, 14 seriam eliminadas pelas estações subterrâneas compactas e 2 seriam vencidas com o acesso à Nova Estação de Integração, ou seja 16 cruzamentos ou conversões do tráfego geral poderiam continuar a existir sem afetar o corredor de TRO – 44% do total. Evidentemente que a implantação de um corredor de TRO, com ou sem o uso de estações subterrâneas, deve vir acompanhado de alterações na circulação dos trechos do sistema viário de seu entorno. Ainda assim, confirmam-se claramente, no exemplo em estudo, os potenciais benefícios do uso de estações subterrâneas, já adiantados no capítulo 2, na eliminação de conflitos com o tráfego geral, com benefícios tanto para o TRO quanto para a circulação como um todo. Afinal, a implantação do sistema aqui esboçado permitiria a manutenção de quase a metade das transposições existentes do canteiro central do eixo da Av. Amazonas, sem prejuízos para o corredor de transporte coletivo nem para os veículos privados. Como estas interseções não estariam no trajeto dos ônibus, o sistema de TRO teria velocidade e capacidade superiores às de um sistema similar sem o uso de estações subterrâneas.

Seção das estações subterrâneas de ônibus compactas do corredor proposto

A figura 39 mostra a seção de cada uma das estações subterrâneas compactas. É importante observar que as principais diferenças entre elas se deve ao relevo, como será discutido adiante.

Figura 39 – Seção das estações subterrâneas compactas do corredor proposto



Elaboração Própria

Galerias e acessos para pedestres

Em todas as estações subterrâneas foi possível implantar galerias intermediárias. Como foi ressaltado no capítulo 2, esta configuração permite

entradas e saídas para pedestres diretamente nas calçadas laterais, e não apenas a partir do canteiro central, o que representa uma vantagem, pois facilita o acesso das pessoas a diferentes lugares da cidade no entorno das estações e possibilita integração com serviços de menor capacidade de forma conveniente. O fato de as estações subterrâneas terem sido locadas em áreas de topografia favorável para tal contribuiu para a implantação das galerias.

Acessos para veículos e declividades

Observa-se também que as cinco estações com situações topográficas favoráveis de ambos os lados – Praça Sete de Setembro, Av. do Contorno, Rua Rio Negro, Cefet-Campus I e Anel Rodoviário – apresentam as melhores situações de implantação em seção, com rampas mais curtas e menores trechos abertos nas rampas, reduzindo o impacto sobre o espaço urbano. Nesse grupo, são exceções as rampas oeste, tanto da estação Praça Sete de Setembro quanto da Av. do Contorno. Embora elas não precisassem necessariamente assumir essa forma, optou-se por essa configuração para se vencer as interseções do corredor com a Rua São Paulo e Avenida do Contorno, respectivamente. Adicionalmente, tal conformação possibilitou a locação da plataforma mais próximo da interseção, sobretudo no caso da estação Praça Sete de Setembro, que está exatamente abaixo do cruzamento das avenidas Afonso Pena e Amazonas.

As outras três estações subterrâneas – Expominas, Praça Raul Soares e Rua Sacadura Cabral – têm rampas de acesso em um dos lados prolongadas, não para a conveniência do sistema, mas por imposição da topografia. No caso das duas últimas, foi necessária a adoção de rampas com declividades de 8%, maiores do que o pretendido inicialmente (6,5%) para seu adequado desenvolvimento até a superfície. Em todas as demais situações, foi possível o uso de rampas com 6,5%. Deve-se observar que, se rampas de 8% não são ideais para sistemas de TRO, a Avenida Amazonas apresenta, em alguns trechos, inclinações dessa magnitude, de

forma que, se ela abrigasse um sistema de TRO com estações de superfície, apresentaria, com relação a esse aspecto, situação similar.

Os acessos para veículos em áreas com declividades desfavoráveis – acessos oeste das estações Praça Raul Soares e Expominas e leste da estação Rua Sacadura Cabral – são aqueles que têm o maior comprimento de seu trecho aberto, elemento que, conforme mostrou a análise do capítulo 2, representa um obstáculo no espaço da cidade. Ainda assim nenhum deles tem comprimento superior a 100 metros. As demais aberturas dos acessos para ônibus possuem em média 50 metros de comprimento.

Dessa forma, ainda que as estações subterrâneas também criem obstáculos no tecido urbano, a maior parte deles apresenta dimensões menores do que os que seriam gerados por estações convencionais com plataformas com as mesmas dimensões das aqui apresentadas – no mínimo 150 metros. Ademais os obstáculos representados pelos acessos para veículos restringem o atravessamento da via, mas não representam barreiras visuais, como ocorre nas estações de TRO de superfície. Assim, as estações subterrâneas podem propiciar uma ambiência urbana mais permeável e agradável para as pessoas do que a gerada por corredores de TRO com estações convencionais.

Uso de espaço viário por parte do corredor de TRO

Como exposto no início deste capítulo, a Avenida Amazonas possui, em seus trechos mais estreitos, três faixas de circulação por sentido, sendo duas delas para o tráfego geral e uma exclusiva para ônibus (do lado direito). A implantação do corredor aqui proposto usaria apenas uma pista por sentido na superfície, mantendo as duas outras livres para os demais usos.

Desse modo, sua implantação traria os benefícios de um corredor de TRO sem prejuízos para a circulação geral. Poderia até mesmo haver ganhos pontuais para o tráfego geral, com a redução de interferências do transporte coletivo e a ampliação de espaço para acumulação de veículos em conversões à esquerda

sobre estações subterrâneas. Contudo é preciso observar que a ausência de impactos sobre a circulação se deve ao fato de já haver espaço reservado para o transporte coletivo na Avenida Amazonas. Caso implantado em um corredor sem faixas exclusivas para ônibus, uma intervenção similar à aqui proposta reduziria a capacidade do tráfego geral, Por outro lado, ampliaria a capacidade do corredor, em termos de volume de passageiros (e não de veículos) em função da maior capacidade de transporte do TRO e do transporte coletivo de maneira geral, quando comparado com o individual, conforme discutido no capítulo 1 deste trabalho.

Limitações na locação das estações subterrâneas

Confirmaram-se também as limitações impostas ao uso de estações subterrâneas pelas condições topográficas do terreno. Como se observou, em alguns casos seu uso foi impossibilitado pelo relevo: nas estações Tereza Cristina, Silva Lobo e Barbacena. O caso desta última talvez seja, nesta proposta, a limitação mais problemática pois, por se tratar de uma estação na área central, os impactos de sua implantação na superfície seriam ainda mais graves.

Também deve-se observar que alguns deslocamentos de estações, realizados em função da topografia, retirando-as das locações consideradas inicialmente ideais, também podem ter consequências negativas. Na presente proposta esta situação ocorreu com as estações Anel Rodoviário e Contorno. Ambos os deslocamentos, de cerca de 200 metros para oeste, afastaram-nas das estações vizinhas do lado leste, General David Sarnoff I e Rio Negro, respectivamente. Coincidentemente esses espaçamentos, que já seriam os maiores do corredor sem os remanejamentos, tornaram-se ainda mais ampliados: passaram de 1000 e 910 metros para 1200 e 1130, respectivamente, prejudicando a acessibilidade ao sistema por parte dos passageiros.

Deve-se observar que, se do ponto de vista dos efeitos da topografia sobre a configuração das estações, os dois casos são semelhantes, com relação a seu papel no tecido urbano a estação Contorno tem uma importância maior do que a

estação Anel Rodoviário – não apenas por estar junto à área central, mas também por apresentar um volume de passageiros significativamente superior, como se viu na figura 20. Por isso, o deslocamento imposto pela topografia seria mais grave no caso da estação Contorno.

3.2.4 Integração com outros serviços de transporte, com a cidade e com as pessoas

Como já comentado neste trabalho, um dos aspectos interessantes dos sistemas TRO é o fato de a infraestrutura do corredor não coincidir necessariamente com os serviços de transporte que a utilizam. Isso significa que linhas de ônibus podem usar o corredor de TRO em alguns trechos e percorrer trechos fora dele em outros, criando uma grande variedade de percursos, sem exigir dos passageiros que façam transferências para usar o serviço de alta qualidade (o trecho com tratamento específico para TRO). Esta flexibilidade faz com que a infraestrutura de TRO amplie a acessibilidade não apenas ao longo do corredor, mas também em espaços mais distantes da cidade, beneficiando um maior número de pessoas.

A Avenida Amazonas é atualmente usada por dezenas de linhas de ônibus, que atendem diversos municípios da porção oeste da RMBH e todas as regiões do município de Belo Horizonte, como exposto no início deste capítulo. A implantação de corredores de TRO na Avenida Amazonas e no eixo Via Expressa/Avenida Tereza Cristina permitiria, além da criação de serviços troncais ao longo dos corredores, a manutenção de serviços atualmente existentes.

Se estas vantagens também existem em corredores de TRO com estações convencionais, estações subterrâneas oferecem benefícios específicos com relação à integração com outros serviços de transporte e com a cidade.

Em primeiro lugar, como já observado, elas possibilitam integração de alta qualidade com linhas de metrô subterrâneas. Tal integração pode ocorrer entre o serviço troncal de TRO e o metrô, mas também entre este último e linhas convencionais de ônibus. É importante ressaltar a importância desse aspecto, pois,

como mostrado no capítulo 1, se por um lado sistemas de metrô oferecem altas capacidades e velocidades à cidade e seus habitantes, eles são pouco capilarizados no tecido urbano, ampliando a acessibilidade das áreas que atendem diretamente, mas dependendo de serviços alimentadores complementares para servir os outros lugares. Assim, ao se melhorar as condições de transferência entre veículos alimentadores e o metrô, este torna-se também mais acessível e amplia seu alcance.

Na proposta apresentada para o corredor de TRO da Avenida Amazonas, há quatro estações subterrâneas locadas em pontos onde também existem estações de metrô planejadas: as estações Rio Negro, Contorno, Raul Soares e Praça Sete de Setembro. Todas estão sobre o eixo planejado para a linha 2 e a última delas integra-se, adicionalmente com a linha 3, também planejada. Nos quatro casos, a configuração das estações é similar à apresentada no final do capítulo 2 (FIGURA 20), com a estação subterrânea de ônibus diretamente acima da de metrô, possibilitando fácil integração entre os dois serviços, e ainda entre eles e serviços convencionais de ônibus na superfície, logo acima.

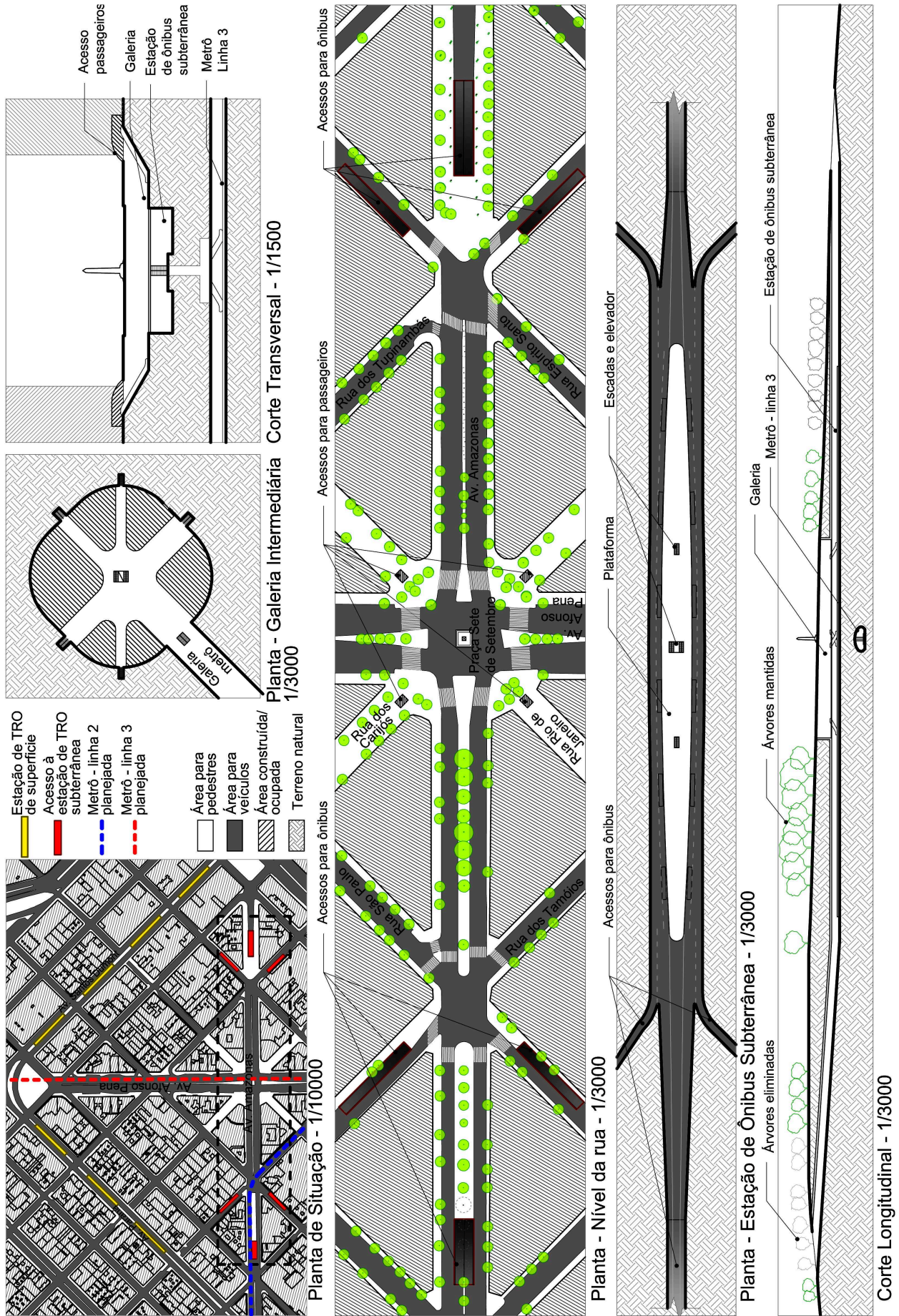
Outras seis estações da proposta também estão integradas com o metrô: Aarão Reis (linha 1); Barbacena, Silva Lobo e Tereza Cristina (linha 2); Nova Estação de Integração e Sacadura Cabral (linha 1). Ainda que, nesses casos, a integração não ocorra da forma otimizada descrita acima, observa-se que 10 das 16 estações do corredor proposto integram-se com o sistema de metrô e ainda interligam todas as três linhas do sistema de metrô planejado para Belo Horizonte. Esse aspecto reforça ainda mais a importância e a pertinência da implantação de um corredor de TRO na Av. Amazonas.

3.2.5 Estação Praça Sete de Setembro

De todas as estações da proposta, a da Praça Sete de Setembro é, certamente, a mais importante e também aquela com as maiores implicações, tanto para o tecido urbano de Belo Horizonte quanto para os serviços de transporte. Em

primeiro lugar, ela está localizada no coração da área central da cidade, em seu marco zero. Além disso, como visto acima, ela é a única estação do corredor proposto a integrar-se com duas linhas do sistema de metrô planejado para a cidade. Por fim, ela atenderia não apenas o corredor de TRO da Avenida Amazonas, mas também outros corredores de TRO radiais. A consideração desta última característica, permite abordar outra questão que, se não é exclusiva das estações subterrâneas, neste caso específico representa, como se verá adiante, uma clara vantagem: a possibilidade de integrar diversos serviços e/ou corredores de TRO em um mesmo terminal. A figura 40 ilustra uma possibilidade de implantação da estação da Praça Sete de Setembro.

Figura 40 - Proposta de estação subterrânea para a Praça Sete de Setembro



Elaboração própria

Como exposto no início deste capítulo, o poder público municipal de Belo Horizonte pretendia utilizar o rotor triangular formado pelas avenidas Santos Dumont, Paraná e Amazonas para integrar os diversos corredores de TRO radiais planejados para a cidade (FIGURA 27). Entretanto, após a constatação de que a inclusão da Avenida Amazonas no rotor traria graves consequências para a circulação, ela foi eliminada do projeto, tendo sido mantidas apenas as avenidas Santos Sumont e Paraná.

É preciso observar que a proposta de corredor aqui formulada implicaria em impactos menores para o tráfego geral do que a prevista originalmente pelo poder público, facilitando a implantação do rotor completo. Isso porque o plano da BHTrans previa, na Avenida Amazonas, o uso de duas faixas de circulação em cada sentido com exclusividade para o transporte coletivo, deixando apenas uma delas para o tráfego geral. Além disso, como ele não considera, no curto prazo, a implantação de corredor de TRO na Avenida Amazonas, todos os ônibus dela oriundos permaneceriam nas pistas do tráfego geral – as pistas exclusivas estando previstas apenas para o uso dos serviços do TRO. Ora, como a presente proposta prevê a alteração destas duas características – ela considera apenas uma pista exclusiva para o TRO na superfície e ainda aloca nela veículos do transporte coletivo oriundos do eixo oeste – seus impactos sobre o tráfego geral nas proximidades de Praça Sete de Setembro seriam certamente menores.

É preciso observar também que, mais do que possibilitar a implantação completa do rotor, a estação subterrânea sob a Praça Sete de Setembro permitiria a locação de paradas de ônibus diretamente junto à praça. Como visto no início deste capítulo, a partir do final da década de 1960, pontos de ônibus junto à praça tiveram que ser afastados dela, para reduzir os conflitos entre estes e a circulação, mas também em detrimento da acessibilidade e contra a vontade dos passageiros de ônibus. Assim, a estação subterrânea na Praça Sete de Setembro possibilitaria o retorno, quase 50 anos depois, das paradas de ônibus no local onde elas melhor atendem aos passageiros.

Para isso, seria necessário deslocar a plataforma da estação algumas dezenas de metros da situação topográfica ideal – abaixo da cumeeira. Se por um lado, esse deslocamento tende a aumentar os custos da estação, por outro, ele possibilita que, no caso específico da Praça Sete de Setembro, o trecho com arborização mais significativa (entre as ruas Rio de Janeiro e São Paulo) seja preservado em sua maior parte, como se pode observar na seção longitudinal da estação.

Finalmente, devem-se mencionar também as vantagens das estações subterrâneas de TRO para a paisagem urbana quando comparadas a estações de superfície. Mesmo que elas ainda criem interferências, com as rampas de acessos para veículos, elas são menos impactantes que as estações convencionais, verdadeiros obstáculos de dezenas de metros de comprimento no canteiro central das avenidas que recebem infraestrutura de TRO. A presente proposta possibilitaria a implantação do corredor de transporte de massa sem criar tais barreiras, aspecto que seria benéfico sobretudo para as áreas de maior valor simbólico do eixo: as praças Sete de Setembro e Raul Soares. Ela traria, desse modo, os benefícios do Transporte Rápido por Ônibus de uma forma harmônica, que respeitaria a cidade e as pessoas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em primeiro lugar, ressaltam-se os resultados positivos da análise. Ela mostrou que o uso de estações subterrâneas de ônibus compactas oferece diversos benefícios, tanto para o transporte, quanto para a cidade e seus habitantes.

Do ponto de vista da estrutura física da estação, as principais vantagens notadas foram a redução do impacto de estações de TRO de superfície e a redução de espaço necessário para funcionamento de um sistema TRO, que, por sua vez, pode permitir a criação de um sistema como esse com reduzida necessidade de desapropriações.

Com relação aos aspectos operacionais, destacaram-se a redução de conflitos do corredor de TRO com o tráfego geral, o que implica em benefícios para ambos, assim como em ganho de velocidade e capacidade do sistema de transporte coletivo, proporcionado pela eliminação de interseções possibilitada pelas estações subterrâneas.

Por fim, as estações subterrâneas de ônibus compactas mostraram um potencial de integração com outros serviços de transporte e com seu entorno superior ao de estações de TRO convencionais: o fato de serem subterrâneas permite que sejam implantadas diretamente sob as interseções, favorecendo seus usuários, pois esses lugares tendem a conformar centralidades urbanas; quando dotadas de galerias intermediárias, oferecem boas condições de integração com o entorno e com serviços de transporte na superfície, além de permitirem uma boa situação para integração com o transporte metroviário subterrâneo, nos pontos onde houver essa possibilidade.

Se aspectos negativos também foram detectados, é importante salientar que alguns deles podem ser facilmente mitigados: o desnível obrigatório no acesso de passageiros pode ser vencido facilmente com rampas, escadas rolantes e/ou elevadores. A poluição na estação também pode ser eliminada (com o uso de tecnologia veicular não poluente) ou isolada dos passageiros (com barreiras ou

equipamentos de exaustão). Outra característica negativa observada na análise, o impacto dos acessos para veículos, é menor do que o impacto de uma estação de TRO convencional, de modo que a implantação de uma estação subterrânea, ao invés de uma de superfície, representa um benefício com relação a esse aspecto.

A topografia revelou-se particularmente importante no que toca diversas características, condicionando a estação em alguns aspectos: pode ampliar ou reduzir o impacto dos acessos para veículos no espaço urbano, facilitar ou dificultar a criação de galerias intermediárias e, nos casos extremos, até mesmo inviabilizar estações subterrâneas de ônibus compactas.

É preciso observar também que, se a dissertação enfatizou as consequências do uso de estações subterrâneas de ônibus compactas sobre os serviços de transporte e seus efeitos sobre o espaço urbano e seus habitantes, ela não aprofundou a discussão sobre os aspectos construtivos e os custos dessas estações. Assim, o estudo dessas questões apresenta-se como possíveis futuros desdobramentos do trabalho.

Deve-se observar que, se o trabalho considerou o uso das estações subterrâneas de ônibus para a constituição de um corredor linear, elas podem ser usadas de outras maneiras, graças à flexibilidade dos serviços de ônibus que atendem. Comentou-se que as áreas centrais das grandes cidades reúnem características que tornam o uso dessas estações particularmente interessante; assim, certamente a criação de uma rede de estações subterrâneas no centro de uma cidade traria muitos dos benefícios aqui descritos, atendendo diversas linhas e trajetos.

A respeito da relação entre o transporte e a cidade, é interessante retornar aqui à discussão sobre as diferentes formas como eles interagem, diferenças essas que se dão sobretudo em função da escala. Essa relação pode ser analisada a partir de um enfoque de proximidade, que considera o entorno imediato, ou a partir do ponto de vista da conectividade, que examina o conjunto do tecido urbano e a rede de transporte como um todo.

Na escala local, a atenção recai principalmente sobre o desenho urbano, no sentido de se buscar a constituição de um espaço que minimize as interferências e os impactos dos meios motorizados sobre a permanência e a circulação de pessoas a pé. Se o presente trabalho não detalhou soluções de projeto para as estações subterrâneas de ônibus compactas, não se ignora que esta questão é fundamental para garantir a qualidade desses elementos, podendo representar, com relação a sua inserção urbana e à aceitação por parte das pessoas e da cidade, seu sucesso ou fracasso. Assim, o desenvolvimento de projetos de estações subterrâneas que busquem sua harmonização com o espaço urbano e a construção de uma cidade mais humana configura-se como outro possível desdobramento do trabalho.

No início do capítulo 3 afirmou-se que, após algumas décadas de descaso com a ambiência e o desenho urbano em projetos e intervenções ligadas ao transporte, esses aspectos vêm, aparentemente, voltando à ordem do dia. Mesmo assim, tal retomada parece ainda tímida nas grandes cidades brasileiras, questão que pode ser atestada pelo contraste entre grandes infraestruturas urbanas de transporte da primeira metade do século XX e aquelas construídas nas últimas décadas. Em Belo Horizonte, por exemplo, o viaduto Santa Teresa, construído no final da década de 1920, possui calçadas de ambos os lados, postes de iluminação e outros elementos decorativos; seus arcos de sustentação ainda hoje são uma referência na paisagem urbana. Por outro lado, obras recentes das avenidas Cristiano Machado e Antônio Carlos parecem inserir-se no espaço urbano unicamente para atender a sua função de transporte, como se não interferissem ou participassem do espaço visual e simbólico da cidade. Nesse sentido pode-se dizer que não se fazem mais viadutos como antigamente. A esse respeito, é interessante observar que a engenharia civil considera esses grandes equipamentos da infraestrutura de transporte como elementos que devem transcender sua função primária, ao denominar túneis, viadutos e pontes como *obras de arte especiais*. É importante defender a retomada dessa postura.

Na outra ponta da discussão, onde o transporte interage com o conjunto do espaço urbano, comentou-se que uma das principais questões dessa relação são as densidades e enfatizou-se que não se trata apenas de densidades populacionais, mas também concentrações de atividades: as polaridades e os centros urbanos. Áreas com grandes concentrações de atividades são também áreas com boa acessibilidade, concentrando infraestruturas e serviços de transporte. Esses lugares seriam, nesse contexto, os mais apropriados para a implantação de estações de ônibus subterrâneas compactas, assim como corredores que as conectam, como é o caso da Avenida Amazonas, uma importante via radial da Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH.

Por outro lado, como também mencionado, a excessiva concentração de atividades em determinados pontos da cidade gera problemas como o aumento das distâncias dos deslocamentos à medida que a malha urbana expande-se, congestionamentos nas áreas centrais e em seus acessos e desigualdades socioespaciais. Esses problemas tendem a se agravar com o crescimento da cidade e são particularmente notados nas regiões metropolitanas. Para contorná-los, essas regiões vêm buscando e incentivando, nas últimas décadas, o desenvolvimento de novas centralidades urbanas.

Na RMBH, a área central de Belo Horizonte ainda apresenta, apesar dos esforços em contrário, as maiores concentrações de atividades e empregos, assim como as melhores condições de infraestrutura e serviços de transporte. É interessante observar também que, se por um lado este aspecto está relacionado, como comentado acima, à lógica de conectividade e à escala regional, também foram detectadas, ao se analisar a ambiência urbana e as condições da microacessibilidade para pedestres, as melhores condições exatamente na área central; e elas se degradam à medida que se afasta do centro (QUADRO 7).

Esta última questão está ligada, não à lógica de conectividade, mas à de proximidade e à escala local, sugerindo uma correlação entre esses dois aspectos. Ainda que tenha sido usado um único indicador (quantidade de travessias de

pedestre por quilômetro de via), outras observações parecem sugerir que, de fato, os principais centros e polos de atração de pessoas em grandes cidades são, nessas cidades, os lugares que possuem as melhores condições de microacessibilidade para pedestres. A hipótese que se levanta aqui é a de que uma centralidade urbana, principalmente no caso de um polo terciário, que concentre comércio e serviço, será tanto mais bem-sucedida quanto melhor for a qualidade de sua ambiência e dos espaços para os pedestres. Esta questão representa outro possível desdobramento deste trabalho – provavelmente o mais interessante deles.

Voltando à questão do custo, observa-se que, se a quantidade de novos sistemas de TRO tem aumentado significativamente em diversas partes do mundo nos últimos anos, isso se deve, em parte, a seu custo relativamente baixo, quando comparado aos custos de uma linha de metrô. Nesse sentido, o uso, nesses sistemas, de estações de ônibus subterrâneas, que implicam no aumento de seu custo, pode parecer contraditório, sobretudo nos casos em que esses serviços forem criados de forma temporária, previamente à construção de uma linha de metrô, como aparentemente tem sido feito ou proposto em algumas situações. A esse respeito é importante reafirmar que as estações subterrâneas podem, integradas a estações de metrô, oferecer ótimas condições de alimentação deste último, ampliando seu alcance. Além do mais, a flexibilidade dos serviços de TRO permite que suas estações atendam diferentes serviços, podendo sofrer alterações e adaptar-se a novos usos após a implantação de uma linha de metrô. Deve-se acrescentar ainda que a existência de linhas de metrô não elimina a necessidade ou a demanda por transporte por ônibus no mesmo eixo. Na Avenida Paulista, em São Paulo, por exemplo, mesmo com uma linha de metrô acompanhado-a em toda sua extensão, os ônibus chegam a transportar mais de 10.000 passageiros por hora. Nos horários de pico, os congestionamentos fazem com que a velocidade dos veículos seja inferior à dos pedestres (GALLO, 2001). Ali, estações subterrâneas de ônibus compactas integradas com as estações de metrô certamente beneficiariam a todos.

Ainda a esse respeito, deve-se lembrar que, conforme exposto, o transporte individual motorizado é a modalidade de transporte que impõe os maiores custos ao usuário e, se mais e mais pessoas vêm migrando dos meios coletivos para os individuais, é certamente porque os seus benefícios compensam o preço superior. Assim, se é papel do poder público defender o interesse da coletividade e se os meios de transporte coletivo são aqueles que menos impactos causam sobre a sociedade, não se deve buscar as soluções mais baratas, mas sim as melhores. É preciso criar uma rede de transporte coletivo de qualidade, que atenda satisfatoriamente às necessidades das pessoas.

Por fim, se este trabalho tratou de um tema bastante específico, as estações subterrâneas de ônibus compactas, é preciso salientar que esta é uma questão específica e pontual dentro da discussão mais ampla sobre os transportes urbanos. Não se procurou defender ou argumentar em favor do TRO como um meio de transporte superior em comparação com outros, pois, como foi exposto, grandes cidades produzem uma grande variedade de deslocamentos, em termos de distância, horário, concentração e demandas específicas das pessoas que os realizam, sendo cada grupo mais bem atendido por uma modalidade. Assim, uma rede de transporte urbano será tanto mais benéfica para a cidade e seus habitantes quanto maior for a variedade dos modos de transporte que oferecer. Mais importante ainda, nesse contexto, é lembrar que o transporte não é um fim em si mesmo, mas um meio para que a cidade esteja ao alcance de todos e possa ser desfrutada: não se deve esquecer que o que importa nas cidades são os lugares e as pessoas, e não os deslocamentos.

REFERÊNCIAS

- ACIOLY, C; DAVIDSON, F. *Densidade urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana*. Mauad, Rio de Janeiro, 1998.
- ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos. *Não-transporte: a reconquista do espaço-tempo social*. São Paulo: ANTP, 1989.
- ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos. *Sistema de Informações da Mobilidade Urbana – Relatório Geral 2009*. São Paulo: ANTP, 2010. Disponível em <http://portal1.antp.net/site/simob/Downloads/Relat%C3%B3rio%20Geral%202009.pdf>. Acesso em 13/05/2011.
- BHTRANS – Empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte S/A. *Plano de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte – Diagnóstico e Prognóstico Preliminar*. Belo Horizonte: BHTrans. 2009a.
- BHTRANS – Empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte S/A. *Plano de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte – Plano de Gerenciamento da Demanda e Diretrizes para Melhoria da Oferta*. Belo Horizonte: BHTrans. 2009b.
- CALDAS, Maria Fernandes; CARMO, Lélío Nogueira do; MENDONÇA, Jupira Gomes de (Org). *Estudos Urbanos – Belo Horizonte 2008*. Prefeitura de Belo Horizonte: Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <http://www.pbh.gov.br> Acesso em: 16 jun.2009.
- CARDOSO, A.L. *Reforma urbana e planos diretores: avaliação da experiência recente*. *Cadernos IPPUR*, ano XI, nos. 1 e 2, Rio de Janeiro. 1997. p. 79-111.
- CARDOSO, Leandro. *Transporte alternativo: riscos e possibilidades: Reflexões sobre o caso de Belo Horizonte*. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências da UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte 2003.
- CENEVIVA, Laura.L.V. *Transporte e Desenvolvimento Urbano, sob a perspectiva do estatuto da cidade*. In: Transporte e Meio Ambiente. Série Cadernos Técnicos, vol. 6. ANTP/BNDES, 2007.
- CERVERO, Robert. *Integration of Urban Transport and Urban Planning*. In FREIRE, Mila; STREEN, Richard. *The Challenge of Urban Government*. Washington, WORLD BANK INSTITUTE, 2001.
- CERVERO, Robert. *The Transit Metropolis – A Global Inquiry*. Washington: Island Press, 1998.
- COSTA, Marco Aurélio. *Avaliação do sistema de transportes coletivos de Belo Horizonte – 1993/2003*. In: CEDEPLAR - Centro de Desenvolvimento e

Planejamento Regional de Minas Gerais. *BH Século XXI – Relatório Final*, Módulo 3, Sub-módulo I, p. 4-75. Belo Horizonte: CEDEPLAR, 2004.

COSTA, H.S.M. *A trajetória da temática ambiental no planejamento urbano no Brasil: o encontro de racionalidades distintas*. In: Costa, G.M.; Mendonça, J.G. *Planejamento urbano no Brasil; trajetória, avanços e perspectivas*. Belo Horizonte: C/Arte. 2008.

COSTA, Tiago Esteves Gonçalves da; GUIMARÃES, Humberto Alvim; SANTIAGO, Lucas Milani. *Mobilidade Urbana*. in: CALDAS, Maria Fernandes; CARMO, Lélío Nogueira do; MENDONÇA, Jupira Gomes de (Orgs). *Estudos Urbanos – Belo Horizonte 2008*. Prefeitura de Belo Horizonte: Belo Horizonte, 2008.

COTA, Daniela Abritta. *Alterações na ocupação do solo: desconcentração e adensamento*. in: CALDAS, Maria Fernandes; CARMO, Lélío Nogueira do; MENDONÇA, Jupira Gomes de (Orgs). *Estudos Urbanos – Belo Horizonte 2008*. Prefeitura de Belo Horizonte: Belo Horizonte, 2008.

CUNHA, C. A. *Relações entre as Características de Linhas de Transporte Coletivo Urbano e de Áreas Urbanas*. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. *Omnibus: uma história dos transportes coletivos em Belo Horizonte*. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, Centro de Estudos Históricos e Culturais, 1996.

GALLO, Ricardo. *Devagar, quase parando*. São Paulo: Folha de S. Paulo, 24 maio 2001. p. C3.

GOMIDE, Alexandre. *A Mobilidade urbana e inclusão social: desafios para o transporte urbano no Brasil*. In Revista dos Transportes Públicos, ano 24, n.96 ANTP, 2003 – p 56-64.

GPUR – Gerência de Projetos Urbanos Especiais. *BRT – estações subterrâneas na Avenida Afonso Pena*. Estudo preliminar para projeto urbano. Belo Horizonte: PBH, 2010

GUIMARÃES, Humberto Alvim. *Transporte e regulamentação urbanística: impactos sócio-espaciais e ambientais em Belo Horizonte*. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências da UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003

HARVEY, D. . *Do gerenciamento ao empresariamento: a transformação urbana no capitalismo tardio*. In: *Espaço & Debates*, n. 39, ano XVI. São Paulo: NERU. 1996. p. 48-64.

HOROWITZ, Alan J; THOMPSON, Nick A. *Evaluation of intermodal passenger transfer facilities*. Milwaukee: Center for Urban Transportation Studies University of Wisconsin. 1994. Disponível em <https://pantherfile.uwm.edu/horowitz/www/intermodal.html>, acesso em jan. 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Demográfico 2000*. Rio de Janeiro, 2001.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa de Orçamentos Familiares – 2002-2003*. Rio de Janeiro, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa de Orçamentos Familiares – 2008-2009*. Rio de Janeiro, 2010.

IPEA – Instituto de Pesquisas Econômica Aplicada. *SIPS – Sistema de Indicadores de Percepção Social – Mobilidade Urbana*. São Paulo, 2011. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/SIPS/110124_sips_mobilidade.pdf, acesso em 26/03/2011.

ITDP – Institute for Transportation and Development Policy. *BRT Planning Guide*. Londres: Lloyd Wright, 2007.

JACOBS, Jane. *Morte e vida de grandes cidades*. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

JAIME LERNER ARQUITETOS ASSOCIADOS. *Avaliação comparativa das modalidades de transporte público urbano*. 2009. Disponível em: <http://www.ntu.com.br>. Acesso em 12 mar. 2010.

KING COUNTY DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. *Downtown Seattle Transit Tunnel and Changing Bus Technology*. 2007. Disponível em <http://metro.kingcounty.gov/am/vehicles/bustech.html>. Acesso em junho de 2011.

KOWARICK, L. *A espoliação urbana*. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1979.

LEHFELD, Gilberto Monteiro. *Mobilidade em duas rodas*. 1º Seminário Internacional de Gestão da Mobilidade Urbana na RMBH. Belo Horizonte. 8 de fevereiro de 2011.

MAGALHÃES, Felipe Nunes Coelho. *Transformações socioespaciais na cidade-região em formação: a economia geopolítica do novo arranjo espacial metropolitano*. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências da UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

MARES GUIA, Virgínia R. *A gestão na Região Metropolitana de Belo Horizonte: avanços e limites*. In: FERNANDES, E. (org.). *Direito urbanístico e política urbana no Brasil*. Belo Horizonte: Del Rey, 2001.

MASCARÓ, J. L. *Infraestrutura urbana*. Porto Alegre, 2005.

MENERAULT, Philippe (Org.). *Les pôles d'échanges en France – État des connaissances, enjeux et outils d'analyse*. Lyon: Certu, 2006.

MOBILÉ. *Evaluación del concepto de transporte masivo basado em buses de mayor capacidad (BRT Metro) para la ciudad de Bogotá – Informe Final*. Bogotá: Transmilenio, 2009.

MONTE-MÓR, Roberto Luís. *O que é urbano, no mundo contemporâneo*. UFMG/CEDEPLAR, texto para discussão, 2006.

NBRTI – National Bus Rapid Transit Institute. *Applicability of Bogotá's TransMilenio BRT System to the United States*. Tampa: NBRTI, 2006

PEÑALOSA, Enrique. *Movilidad y Calidad de Vida*. Palestra. *Seminário sobre Mobilidade Urbana*. Belo Horizonte, 17/07/2009.

PLAMBEL – Planejamento da Região Metropolitana de Belo Horizonte. *A estrutura urbana da RMBH. Vol. 1. O processo de formação da estrutura urbana da RMBH*. Belo Horizonte: PLAMBEL, 1986.

RENAULT, Pedro Victor Noronha. *Plano Diretor de Transporte sobre Trilhos: Linhas 2 e 3 do metrô*. Palestra. *Seminário RMBH sobre trilhos*. Belo Horizonte, 2009.

ROLNIK, R.; SOMEKH, N. *Governar as metrópoles: dilemas da recentralização*. In: GONÇALVES, M. F.; BRANDÃO, C. A.; GALVÃO, A. C. (orgs.) *Regiões e cidades, cidades nas regiões – o desafio urbano-regional*. São Paulo: Ed. UNESP: ANPUR, p. 95-104.

SDG – Steer Davies Gleave. *Estudio de determinación de la capacidad del Sistema Transmilenio – Vol. 2*. Bogotá: SDG, 2007. Disponível em http://www.transmilenio.gov.co/nuevapagina/docs/IPRE_20071204_SDG_Capacidad_TM_Volumen2_Final.pdf, acesso em maio de 2011.

SENNETT, Richard. *Carne e pedra – o corpo e a cidade na civilização ocidental*. Rio de Janeiro: Editora Record, 2006. 4ª ed.

SILVA, Adão Guimarães. *Metrô de Belo Horizonte*. Palestra. *Seminário RMBH sobre trilhos*. Belo Horizonte, 2009.

SILVA, A.N.R. et al. *Integração tarifária no transporte por ônibus: com ou sem terminal?* Revista dos Transportes Públicos – ANTP, São Paulo, ano 16, n. 63, 1994.

SILVA, G. A. *Considerações sobre as características de vias exclusivas para ônibus urbano: uma contribuição para estudo de implantação*. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

SINGER, P. *Globalização e desemprego; diagnóstico e alternativas*. São Paulo: Contexto. 1998. (Cap. 5 e 6).

SOJA, Edward. *Postmetropolis – Critical Studies on cities and regions*. Oxford: Blackwell. 2000

TECBUS. *Estudo de melhorias do transporte coletivo no Hipercentro – Infraestrutura e Condições Operacionais – Relatório Final*. Belo Horizonte: BHTrans, 2005.

TUOMISTO, J. T.; TANIO, M. *An economic way of reducing health, environmental, and other pressures of urban traffic: a decision analysis on trip aggregation*. Helsinki: KTL. 2005. Disponível em: <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/5/123>. Acesso em: 15 dez. 2009.

VASCONCELLOS, Eduardo A. *Transportes urbanos nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas*. São Paulo: Annablume. 2000.

VELAZQUEZ, Luis. *Estación Central: la obra que se viene*. Lima: La República, 2006.

WEBBER, Mark. *The marriage of autos & transit: how to make transit popular again*. Access, vol. 5, 1994.

WRIGHT, Charles Leslie. *O que é transporte urbano*. São Paulo: Editora Brasilense. 1988.

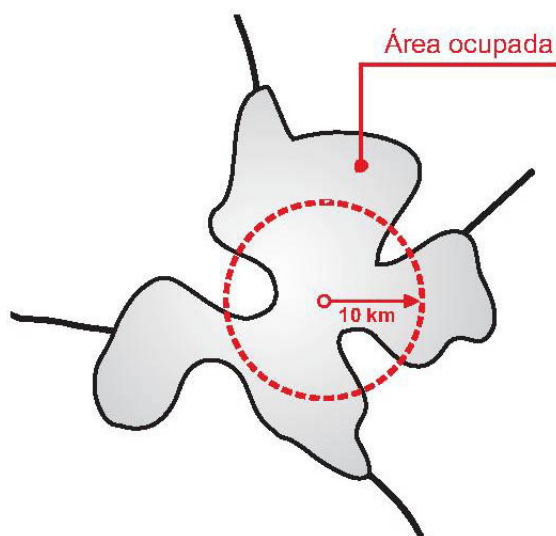
Anexo 1

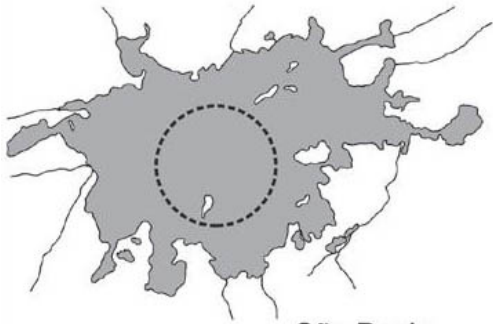
O conteúdo deste anexo foi extraído da obra *Avaliação comparativa das modalidades de transporte público urbano*, da Jaime Lerner Arquitetos Associados, onde aparecem entre as páginas 53 e 56.

Ele contém imagens que ilustram as manchas urbanas de algumas das maiores regiões metropolitanas e aglomerações urbanas brasileiras.

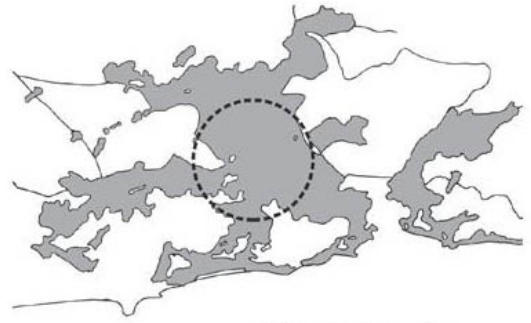
Os limites das manchas urbanas foram delimitados pelos autores através de fotos de satélite.

Para efeito de comparação e avaliação da escala de cada mancha urbana, foi inserido em cada imagem um círculo com 10 km de raio – 20 km de diâmetro. A figura abaixo ilustra a forma como cada cidade aparece representada.

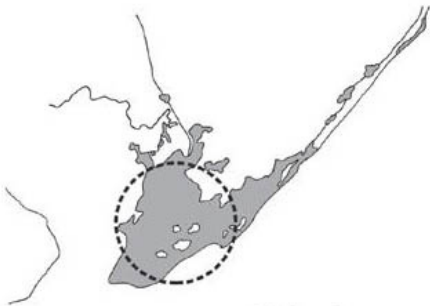




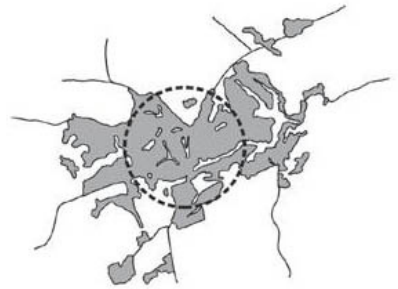
São Paulo



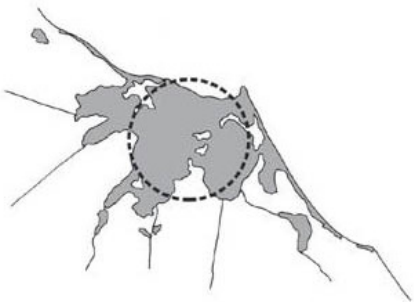
Rio de Janeiro



Salvador



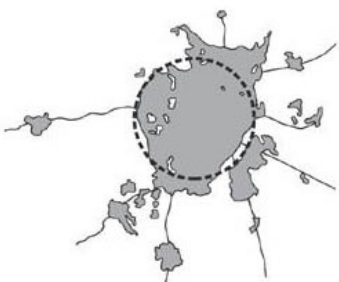
Brasília



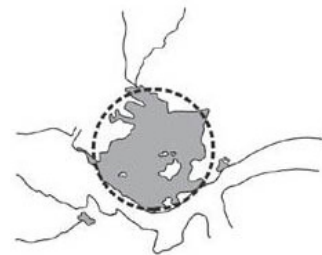
Fortaleza



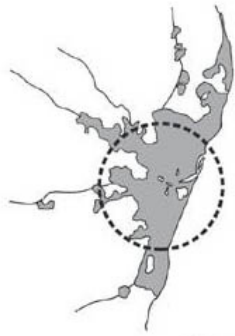
Belo Horizonte



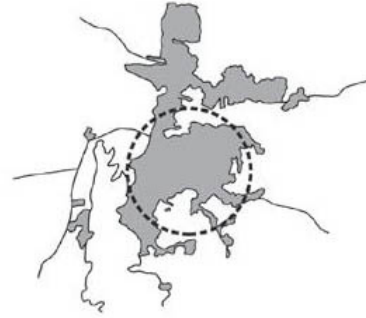
Curitiba



Manaus



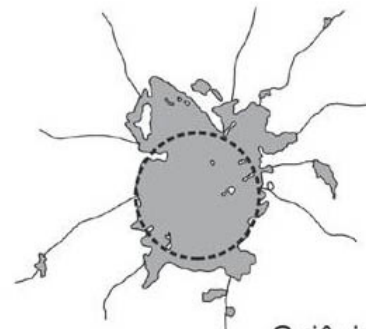
Recife



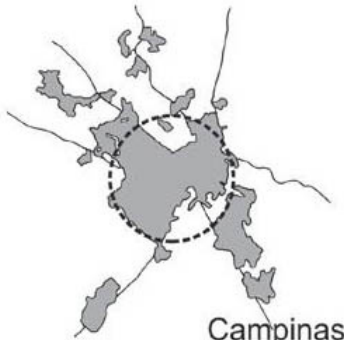
Porto Alegre



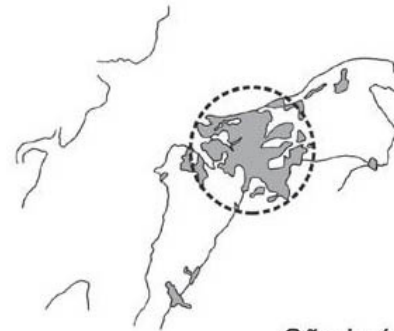
Belém



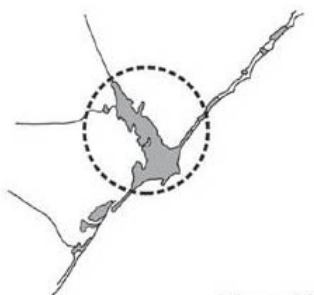
Goiânia



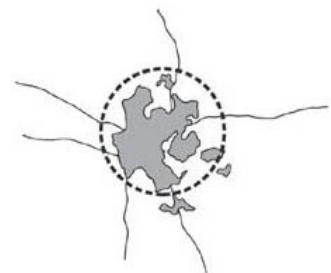
Campinas



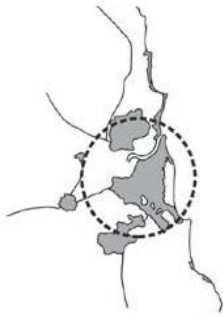
São Luís



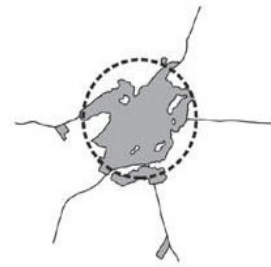
Maceió



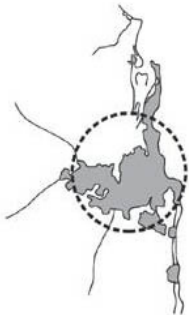
Teresina



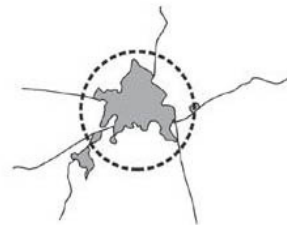
Natal



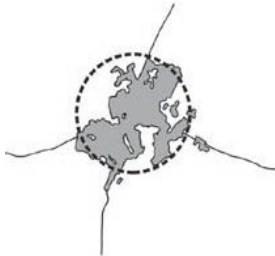
Campo Grande



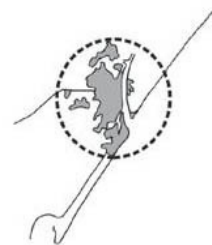
João Pessoa



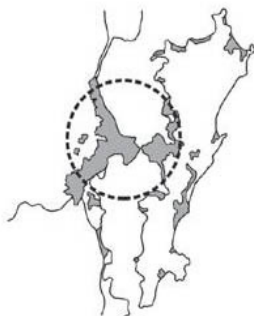
Uberlândia



Cuiabá



Aracaju

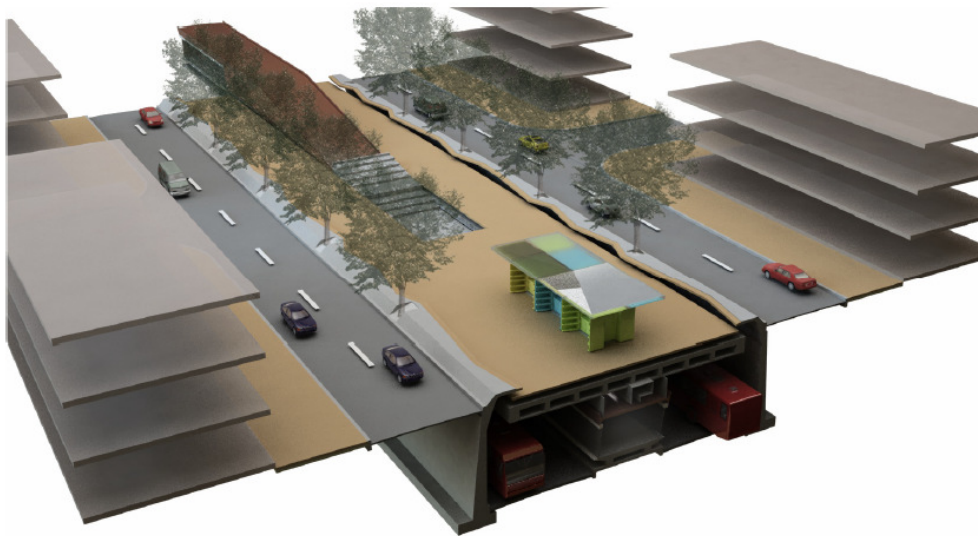
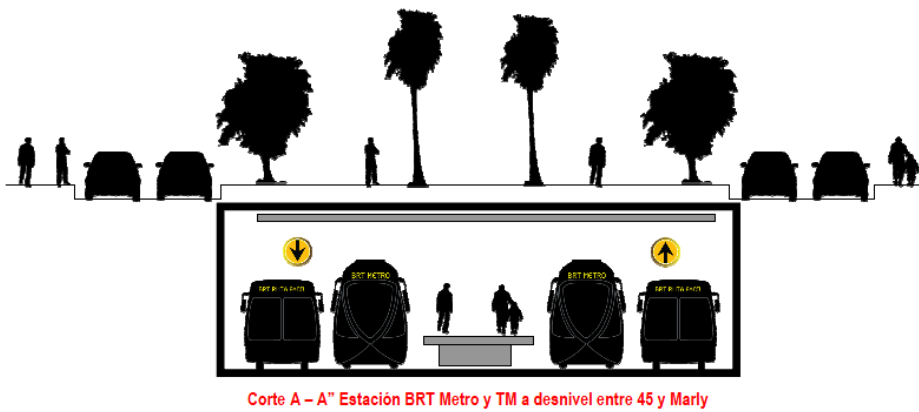


R.M. Florianópolis



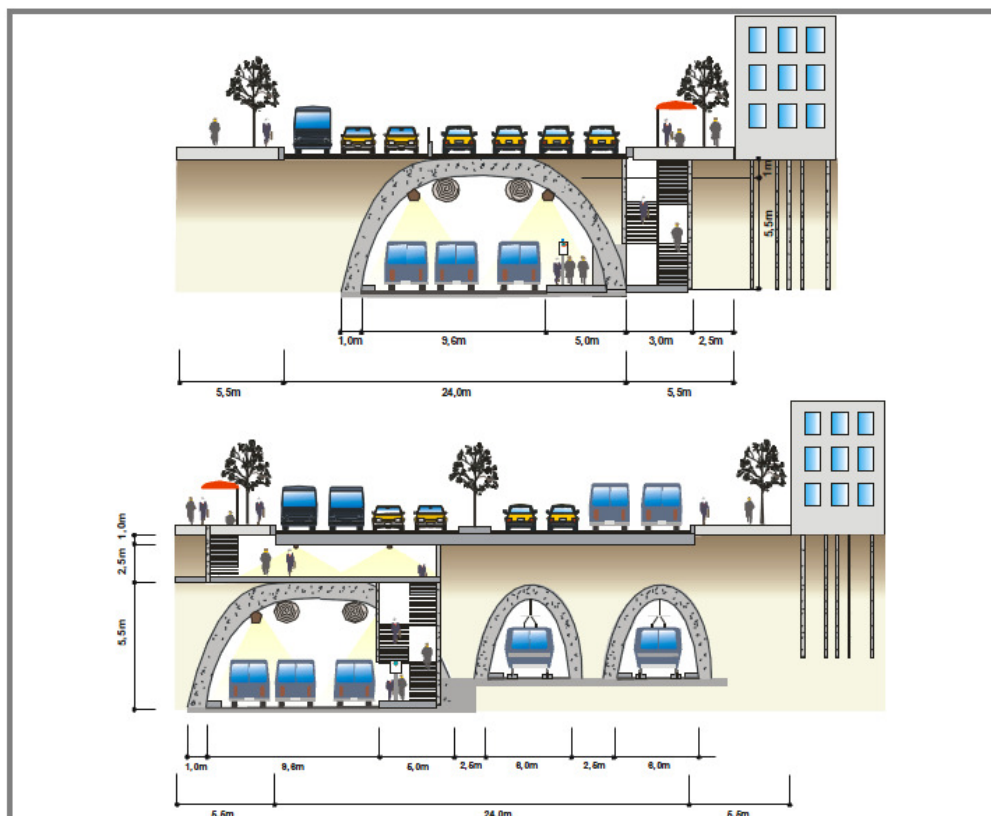
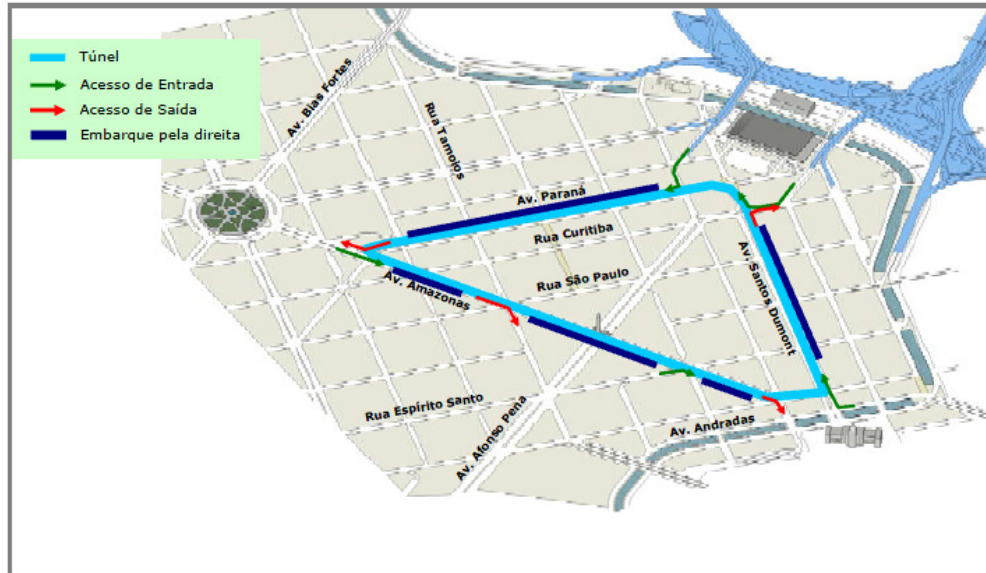
R.M. Vitória

Anexo 2 – Projeto de Estação Subterrânea de Ônibus para o sistema Transmilenio, em Bogotá



Fonte: MOBILÉ, p. 62-63

Anexo 5 – Proposta de túnel exclusivo para transporte coletivo na área central de Belo Horizonte



Fonte: TECBUS, p. 69 e 71