

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E**  
**AMBIENTAL**

**CONSIDERAÇÕES SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DE VIAS**  
**EXCLUSIVAS PARA O ÔNIBUS URBANO:**  
**UMA CONTRIBUIÇÃO PARA ESTUDOS DE IMPLANTAÇÃO**

**GEISA APARECIDA DA SILVA**

**ORIENTADOR: PROF. DR. JOSÉ ALEX SANT'ANNA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TRANSPORTES**

**PUBLICAÇÃO: T-DM 003-A/2005**

**BRASÍLIA/DF: MARÇO DE 2005**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E**  
**AMBIENTAL**

**CONSIDERAÇÕES SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DE VIAS**  
**EXCLUSIVAS PARA O ÔNIBUS URBANO:**  
**UMA CONTRIBUIÇÃO PARA ESTUDOS DE IMPLANTAÇÃO**

**GEISA APARECIDA DA SILVA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.

**APROVADA POR:**

---

JOSÉ ALEX SANT'ANNA, Dr, (UnB)  
(orientador)

---

JOSÉ MATSUO SHIMOISHI, Dr, (UnB)  
(examinador interno)

---

SUELY DA PENHASANCHES, Dra, (UFSCAR)  
(examinador externo)

BRASÍLIA/DF:MARÇO DE 2005

## FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, Geisa Aparecida da

S586c *Considerações sobre as Características de vias exclusivas para ônibus no transporte coletivo urbano/ Nome do autor– Brasília, 2005.*

xv,135 p., 210x297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Transportes Urbanos, 2005).

Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – Faculdade de Tecnologia – Universidade de Brasília, 2005.

Área: Transportes

Orientador: Prof. Dr. José Alex Sant'Anna

1. Vias Exclusivas.                      2. Transporte Coletivo.                      3. Via  
4. Canaleta.                              5. Lancaster                              6. Características das vias.

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, GEISA APARECIDA DA. *Considerações sobre as Características de vias exclusivas para ônibus no transporte coletivo urbano.* Dissertação de Mestrado, Publicação T.DM-003/2005, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília. 150p.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: GEISA APARECIDA DA SILVA

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: *Considerações sobre as Características de vias exclusivas para ônibus no transporte coletivo urbano: Uma contribuição para estudos de implantação*

GRAU/ANO: Mestre / 2005.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização do autor.

---

Nome GEISA APARECIDA DA SILVA

Endereço: Av. José da S. Ramos, 803 – Ituiutaba – MG – 38300-000

A minha família e aos meus amigos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ter me dado saúde, capacidade física e intelectual para concluir este trabalho com êxito. A minha família e meus amigos pelo apoio e pela compreensão da minha ausência neste período. Aos professores do Programa de Pós-graduação em Transportes - UnB que me proporcionaram a oportunidade de desenvolver esta pesquisa, o crescimento profissional e a conquista do Título de mestre. À CAPES e ao Programa de Pós-graduação em Transportes pelo apoio financeiro. Ao professor Dr. José Alex Sant'Anna pela orientação, atenção, dedicação em que muito contribuiu para a elaboração e conclusão deste. Ao professor Dr. José Matsuo Shimoishi e a professora Dra Suely Sanches pelas contribuições que trouxeram durante a apresentação à banca examinadora. Ao prof. Dr. Carlos Henrique Rocha pelas colaborações. A professora Dra Denise Labrea da Universidade Federal de Uberlândia, pelo incentivo em continuar meus estudos e aceitar o desafio de fazer mestrado.

Aos colegas e amigos do mestrado em transportes, especialmente ao Ítalo Filizola, a Juliana Nunes, Glenda Gonzáles, Michelle Andrade, Ana Paula Borba, Érika Kneib, Valério de Medeiros, Leandro Bernardes, Leandro Rodrigues da Silva e Aline Passos, pela atenção, amizade e colaborações. Meus agradecimentos estendem-se à Empresa Pública de Transporte e Circulação – EPTC, especialmente a Art<sup>a</sup> Ilda Perondi, a Eng<sup>a</sup> Vânia Abreu pela atenção e contribuição e aos técnicos que me acompanharam nas visitas com informações claras e precisas a respeito do Sistema de Transportes de Porto Alegre. A Urbanização de Curitiba S. A. – URBS em especial ao Eng<sup>o</sup>. Luiz Filla pela informação sobre o Sistema de Transportes de Curitiba e aos técnicos que me acompanharam nas visitas feitas ao sistema. A empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte S. A.- URBS pelo envio de material sobre o Sistema de Transportes de Belo Horizonte. Finalmente, agradeço a todos que de alguma forma colaboraram e estimularam a conclusão deste trabalho.

**CONSIDERAÇÕES SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DE VIAS EXCLUSIVAS  
PARA O ÔNIBUS URBANO:  
UMA CONTRIBUIÇÃO PARA ESTUDOS DE IMPLANTAÇÃO**

**RESUMO**

Este trabalho analisa qualitativamente as características físicas e operacionais de vias exclusivas para ônibus em *Modern Bus Systems* - MBSs, com o objetivo de contribuir para estudos de implantação de novas vias exclusivas. Os métodos de avaliação de projetos existentes geralmente centram-se somente nas análises econômicas, sem considerar as características físicas, estéticas e sociais, que envolvem parte dos projetos. Diante disso, esta pesquisa considera as características físicas e operacionais do sistema de transportes coletivos, sob a ótica da Teoria de Lancaster. Essa Teoria considera que a utilidade dos consumidores é diretamente relacionada às características dos bens e serviços, e não diretamente dos próprios bens e serviços, como diz a Teoria Tradicional do Consumidor. Para viabilizar as análises propostas, busca-se identificar características físicas e operacionais das vias exclusivas para ônibus relevantes do ponto de vista do usuário, associando-as à eficácia operacional (desejos dos usuários). Para obtenção dos resultados realizou-se um cruzamento de informações referentes às vias, veículos e operação dos sistemas analisados, a partir das referências bibliográficas, dados coletados e visitas técnicas realizadas em Porto Alegre e Curitiba. O trabalho conclui sobre as relações entre características físicas e operacionais associadas ao desempenho das vias quanto à velocidade, capacidade e fluxo de tráfego, contribuindo para análises de projetos e estudos de implantação de vias exclusivas para ônibus.

# **CONSIDERATIONS ABOUT THE FEATURES OF URBAN BUSWAYS: A CONTRIBUTION FOR IMPLANTATION STUDY**

## **ABSTRACT**

This study analysis qualitatively physical and operational features of exclusive ways for buses in Modern Bus Systems – MBS, aiming at contributing to researches for the creation of busways. Existing methods for evaluation of projects usually focuses on only in an economical point of view, without considering physical, aesthetical and social attributes. The approach developed here is based on Lancaster Theory, which considers that the utility of costumers is directly related to the goods and services features, and not to the goods and services themselves, as assured by the Traditional Costumer Theory. To conduct the proposed investigation, it was intend to identify physical and operational characteristics from the point of view of the user, relating it to the operational efficiency. Results were obtained by correlating information concerning the ways, vehicles and operation of the analysed systems, taking into account the bibliography available, collected data and technical visits conducted in Porto Alegre and Curitiba. Conclusions deals with the relationship between physical and operational characteristics associated to ways performance regarding speed, capacity, and traffic flow, contributing to the analysis of projects and studies for exclusive ways for buses.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1	APRESENTAÇÃO.....	1
1.2	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	3
1.3	OBJETIVOS.....	3
1.4	HIPÓTESES.....	4
1.5	JUSTIFICATIVA.....	4
1.6	METODOLOGIA.....	6
1.7	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	6
<b>2</b>	<b>SISTEMAS CONVENCIONAIS DE TRANSPORTES POR ÔNIBUS</b>	<b>7</b>
2.1	EVOLUÇÃO DOS TRANSPORTES NO BRASIL.....	7
2.2	REORDENAMENTO URBANO PELOS TRANSPORTES.....	9
2.3	SOBRE OS SISTEMAS DE TRANSPORTE.....	10
2.3.1	<i>Sistemas de Transportes</i> .....	11
2.3.2	<i>Vias e veículos</i> .....	13
2.4	ESTRUTURA OPERACIONAL DO TRANSPORTE PÚBLICO URBANO... 14	
2.4.1	<i>Regulamentação</i> .....	14
2.4.2	<i>Operação</i> .....	15
2.4.3	<i>Organização</i> .....	16
2.4.4	<i>Aporte tecnológico</i> .....	17
2.4.5	<i>Demanda</i> .....	17
2.4.6	<i>Desempenho</i> .....	18
2.5	PRIORIDADE AO TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO.....	20
2.6	CRITÉRIOS PARA A IMPLANTAÇÃO DE FAIXAS EXCLUSIVAS PARA ÔNIBUS.....	22
2.7	CONSIDERAÇÕES SOBRE SISTEMAS DE TRANSPORTE POR ÔNIBUS 25	
<b>3</b>	<b>SISTEMAS MODERNOS DE ÔNIBUS E TRANSPORTE RÁPIDO POR ÔNIBUS</b>	<b>26</b>
3.1	A ORIGEM DOS MBSs E BRT.....	26
3.2	SISTEMAS MODERNOS DE ÔNIBUS ( <i>MODERN BUS SYSTEMS</i> ) - MBSs.....	27
3.3	TRANSPORTE RÁPIDO POR ÔNIBUS ( <i>BUS RAPID TRANSIT</i> ) - BRT.....	27
3.3.1	<i>Sobre BRT E MBS</i> .....	28

3.3.2	<i>Tipos de veículos</i> .....	31
3.3.3	<i>Tecnologia veicular</i> .....	31
3.3.4	<i>Estudo das características dos BRT</i> .....	36
3.3.5	<i>Sistemas Inteligentes de Transportes (Intelligent Transportation System) - ITS</i> .....	38
3.3.6	<i>Desempenho dos MBSs e BRT</i> .....	38
3.3.7	<i>Características e elementos encontrados nos MBSs e BRT</i> .....	39
3.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE OS MBSs E BRT .....	43
<b>4</b>	<b>TEORIAS MICROECONOMICAS E AVALIAÇÃO DE PROJETOS</b>	<b>44</b>
4.1	ABORDAGEM TRADICIONAL DO COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR .....	44
4.1.1	<i>Teoria e métodos coerentes com a Teoria Tradicional do Consumidor</i> .....	46
4.1.2	<i>Um Exemplo de Aplicação em Estudos de Transportes</i> .....	47
4.2	ABORDAGEM DE LANCASTER SOBRE COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR .....	49
4.2.1	<i>O Modelo de Lancaster</i> .....	49
4.2.2	<i>Métodos coerentes com a Teoria de Lancaster</i> .....	54
4.2.3	<i>Aplicações da Teoria de Lancaster</i> .....	59
4.2.4	<i>A Teoria de Lancaster e o transporte urbano</i> .....	61
4.3	SOBRE AVALIAÇÃO DE PROJETOS .....	63
4.4	TEORIA TRADICIONAL DO CONSUMIDOR E TEORIA DE LANCASTER 64	
4.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE AS TEORIAS MICROECONOMICAS E AVALIAÇÃO DE PROJETOS .....	67
<b>5</b>	<b>PERCEPÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE PELOS USUÁRIOS</b>	<b>69</b>
5.1	CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES DE VIAGENS DO TRANSPORTE PÚBLICO .....	69
5.2	CARACTERÍSTICAS PERCEBIDAS PELOS USUÁRIOS DO TRANSPORTE COLETIVO .....	70
5.3	VISÃO DO USUÁRIO E DOS ESPECIALISTAS SOBRE O DESEMPENHO DO TRANSPORTE COLETIVO .....	71

5.4	CONCLUSÕES SOBRE A PERCEPÇÃO DO USUÁRIO DO TRANSPORTE COLETIVO .....	73
<b>6</b>	<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E OPERACIONAIS DOS EXEMPLOS ESTUDADOS</b>	<b>75</b>
6.1	PORTO ALEGRE .....	75
6.1.1	<i>Características do Sistema de Transportes Coletivo de Porto Alegre.....</i>	<i>76</i>
6.1.2	<i>Características da Avenida Protásio Alves.....</i>	<i>80</i>
6.2	CURITIBA .....	82
6.2.1	<i>Características do sistema de transportes de Curitiba .....</i>	<i>83</i>
6.2.2	<i>Características do corredor Norte/Sul.....</i>	<i>84</i>
6.3	BELO HORIZONTE.....	87
6.3.1	<i>Características do Sistema de Transporte de Belo Horizonte .....</i>	<i>89</i>
6.3.2	<i>Características da Avenida Presidente Antônio Carlos.....</i>	<i>89</i>
6.4	TÓPICOS CONCLUSIVOS .....	93
<b>7</b>	<b>ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS ESTUDADOS</b>	<b>95</b>
7.1	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS À TEORIA DE LANCASTER AOS BRT E MBSs .....	95
7.1.1	<i>Principais aspectos relacionados à Teoria de Lancaster (Abordagem de Características).....</i>	<i>95</i>
7.1.2	<i>Princípios e objetivos dos BRT e MBS.....</i>	<i>96</i>
7.1.3	<i>Principais problemas que afetam os usuários do transporte coletivo .....</i>	<i>97</i>
7.1.4	<i>Características dos Sistemas de Transportes.....</i>	<i>97</i>
7.1.5	<i>Problemas dos transportes urbanos e os componentes do sistema de transporte .....</i>	<i>101</i>
7.1.6	<i>Estudo das características dos exemplos analisados.....</i>	<i>101</i>
7.2	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE TRANSPORTES COLETIVOS RELACIONADOS AO SEU DESEMPENHO OPERACIONAL .....	105
7.2.1	<i>Análise das relações entre as características físicas/funcionais e o desempenho operacional do sistema.....</i>	<i>106</i>
7.3	AS CARACTERÍSTICAS DOS MBSs E A UTILIDADE DOS USUÁRIOS. 108	
7.3.1	<i>A função utilidade de Lancaster e a percepção dos usuários de transporte coletivo .....</i>	<i>109</i>

7.4	CONCLUSÕES SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE TRANSPORTES .....	113
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>116</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>121</b>
	<b>ANEXO A</b>	<b>126</b>
	<b>ANEXO B</b>	<b>128</b>
	<b>ANEXO C</b>	<b>130</b>
	<b>ANEXO D</b>	<b>132</b>
	<b>ANEXO E</b>	<b>134</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 2.1</b>	Definições dos componentes funcionais dos Sistemas de Transportes	12
<b>Tabela 2.2</b>	Tipos de alteração no sistema viário	21
<b>Tabela 2.3</b>	Crítérios para implantação de vias para ônibus	24
<b>Tabela 3.1</b>	Classificação das vias rápidas dos BRTs pelo o controle de acesso	29
<b>Tabela 3.2</b>	Exemplos de aplicação da classificação das vias rápidas dos BRT	30
<b>Tabela 3.3</b>	Características gerais do BRT	37
<b>Tabela 3.4</b>	Agrupamento das características relacionadas ao desempenho dos sistemas de transportes	39
<b>Tabela 3.5</b>	Características operacionais do sistema de transportes	40
<b>Tabela 3.6</b>	Características físicas/funcionais do sistema	41
<b>Tabela 3.7</b>	Características das vias exclusivas	41
<b>Tabela 3.8</b>	Características do sistema viário	42
<b>Tabela 4.1</b>	Relação entre bens e características	52
<b>Tabela 4.2</b>	Qualidade do desempenho de modalidade de transporte	57
<b>Tabela 4.3</b>	Principais considerações entre a Teoria do Consumidor e a Teoria de Lancaster	66
<b>Tabela 5.1</b>	Características diretamente ligadas aos usuários do transporte coletivo	70
<b>Tabela 6.1</b>	Dados operacionais do Eixo/Nortes Sul – Curitiba – PR	87
<b>Tabela 6.2</b>	Dados operacionais da Avenida Presidente Antônio Carlos (22/07/2002) Hora – pico da tarde – bairro/centro	91
<b>Tabela 6.3</b>	Dados operacionais da Avenida Presidente Antônio Carlos (22/07/2002) Hora – pico da manhã – centro/bairro	92
<b>Tabela 6.4</b>	Características típicas dos corredores analisados	93
<b>Tabela 7.1</b>	Relação entre os sistemas de transportes e seus principais problemas	101
<b>Tabela 7.2</b>	Resumo dos principais características das vias estudadas	103
<b>Tabela 7.3</b>	Relação entre as características físicas/funcionais do sistema e as características operacionais	105
<b>Tabela 7.4</b>	Características físicas e operacionais do sistema de transportes e a percepção dos usuários (Utilidade)	110
<b>Tabela 7.5</b>	Identificação das principais características relacionadas ao desempenho dos sistemas de transportes	112

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b>	Processo de realimentação do sistema, Adaptado	10
<b>Figura 2.2</b>	Componentes funcionais do sistema de transportes	11
<b>Figura 2.3</b>	Linhas de ônibus convencionais	15
<b>Figura 2.4</b>	Região Metropolitana de São Paulo – Evolução das viagens por modo de 1977 a 2002	18
<b>Figura 2.5</b>	Prioridades aos ônibus na área central	23
<b>Figura 3.1</b>	Vias rápidas como elemento central dos BRT	28
<b>Figura 3.2</b>	Usuários como elemento central dos MBSs	28
<b>Figura 3.3</b>	Diferentes tipos de veículos segundo o grau de integração de suas características	31
<b>Figura 3.4</b>	Características de desenho (ônibus convencional)	33
<b>Figura 3.5</b>	Características de desenho (ônibus articulado)	33
<b>Figura 4.1</b>	Cesta de bens, curva de indiferença	45
<b>Figura 4.2</b>	Características dos bens	50
<b>Figura 4.3</b>	A análise de características no planejamento e na avaliação de projetos de transporte urbano	55
<b>Figura 5.1</b>	Componentes de uma viagem simples efetuada por transporte público	69
<b>Figura 5.2</b>	Resultado Final dos Atributos mais importantes de escolha modal	72
<b>Figura 5.3</b>	Resultado Final da Análise das Prioridades consideradas por especialistas	72
<b>Figura 6.1</b>	Planejamento da rede de transporte público da cidade de Porto Alegre: corredores de ônibus	77
<b>Figura 6.2</b>	Tipo da estação/abrigo – III Perimetral	78
<b>Figura 6.3</b>	Corredor da III Perimetral	78
<b>Figura 6.4</b>	Estação na Avenida Sertório	79
<b>Figura 6.5</b>	Estação na Avenida Bento Gonçalves	79
<b>Figura 6.6</b>	Características geométricas da Avenida Protásio Alves	80
<b>Figura 6.7</b>	Projeto das estações das Avenidas Bento Gonçalves e Protásio Alves	81
<b>Figura 6.8</b>	Estação na Avenida Protásio Alves	81
<b>Figura 6.9</b>	Canaleta exclusiva – Eixo Norte/Sul	84
<b>Figura 6.10</b>	Via de trânsito rápido – quatro faixas	85
<b>Figura 6.11</b>	Pavimento de concreto nas proximidades das estações tubo	85
<b>Figura 6.12</b>	Pavimento com paralelepípedos dentro do terminal	86
<b>Figura 6.13</b>	Estação Tubo – Curitiba	86

<b>Figura 6.14</b>	Plataformas retráteis (embarque/desembarque em nível)	87
<b>Figura 7.1</b>	Sistema de transportes e suas principais características	97
<b>Figura 7.2</b>	Tempo total de percurso de um ônibus no tráfego e sua composição	99
<b>Figura 7.3</b>	Principais características dos MBS e BRT	102

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BHTRANS	Empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte S.A.
BRT	Transportes Rápidos por Ônibus ( <i>Bus Rapid Transit</i> )
CGCM	Modelo de Características dos Bens ( <i>Consumer Goods Characteristics Model</i> )
CNG	Gás Natural Comprimido ( <i>Compressed Natural Gas</i> )
CNT	Confederação Nacional dos Transportes
COFC	<i>Container on flat car</i>
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
EBTU	Empresa Brasileira dos Transportes Urbanos
EPTC	Empresa Pública de Transporte e Circulação
EUA	Estados Unidos da América
GNV	Gás Natural Veicular
GPS	Localização Global por Satélite ( <i>Global Positioning Satellite</i> )
I	Intermediário
ITS	Sistemas Inteligentes de Transportes ( <i>Intelligent Transportation Systems</i> )
LRT	Veículo leve sobre trilhos - VLT ( <i>Light Rail Transit</i> )
MBS	Sistema Modernos de Ônibus ( <i>Modern Bus Systems</i> )
Metrobel	Companhia de Transporte Urbanos da Região Metropolitana de Belo Horizonte
NTU	Associação Nacional de Transportes Urbanos
P	Péssimo
RIT	Rede Integrada de Transportes
RMBH	Região Metropolitana de Belo Horizonte
S	Superior
SEDU/PR	Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República
SITES	Sistema Integrado de Ensino Especial
SNCM	Secretaria Nacional da Cidade e da Mobilidade Urbana
TOFC	<i>Trailer on Flat car</i>
TRB	<i>Transport Research Board</i>
Ui	Utilidade
URBS	Urbanização de Curitiba S.A.
VC	Velocidade Comercial
VLT	Veículo leve sobre trilhos
VMD	Volume médio diário
VMV	Velocidade média de viagem
VO	Velocidade Operacional
VP	Velocidade de Percurso

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 APRESENTAÇÃO

A expansão urbana e as políticas voltadas para a prioridade ao automóvel trouxeram os problemas relacionados aos transportes urbanos, tais como, congestionamento viário, poluição do ar, poluição sonora e, conseqüentemente, o desinteresse pelo o uso do transporte público urbano. Os usuários foram estimulados a utilizar outras modalidades para se deslocarem, por exemplo, os veículos particulares, a modalidade a pé, motos e, a utilização do transporte clandestino. Portanto, em decorrência da baixa qualidade do transporte público, muitas vezes, os usuários são estimulados ao uso de alternativas mais “confortáveis” e “rápidas”.

Assim, o desempenho econômico, financeiro e operacional dos transportes públicos urbanos, é prejudicado, dificultando a inserção de medidas para melhorar a situação existente.

Os transportes urbanos necessitam de medidas para atrair novos usuários ao sistema, aumentar suas receitas e o seu desempenho operacional. Entre as ações de melhoria, destaca-se a implantação de vias exclusivas. A implantação dessas vias pode aumentar o desempenho operacional dos ônibus, porém, essas intervenções, muitas vezes, alteram o fluxo de veículos e de pessoas no sistema viário, podendo, no entanto, causar impactos negativos.

Os Sistemas Modernos de Ônibus (*Modern Bus Systems*) - MBSs e os Transportes Rápidos por Ônibus (*Bus Rapid Transit*) - BRT são conjuntos de técnicas e intervenções que possuem tais objetivos, portanto, fundamentam -se em propor melhorias ao transporte público, através da construção de vias exclusivas e maiores facilidades aos usuários.

Diante disso, esta pesquisa, centra-se na análise das características físicas e funcionais das vias exclusivas, a fim de definir as características que condicionam o melhor desempenho operacional para o transporte coletivo. Para esta análise, utilizar-se-á os princípios da Teoria de Lancaster, que por sua vez, considera as propriedades intrínsecas dos bens e

serviços. A abordagem de características foi proposta por Wright (1992), e segue os princípios da Teoria de Lancaster, onde analisa qualitativamente as propriedades e características dos projetos, sendo uma alternativa ou mesmo um acréscimo de conteúdo aos vários métodos existentes de análises de projetos, principalmente, um importante acréscimo à análise-benefício/custo.

Neste trabalho, assume-se que, o desempenho das vias exclusivas para ônibus pode estar relacionado diretamente com as características físicas que as compõem. A capacidade de um sistema de transporte depende do padrão dos veículos; a velocidade depende das condições e características das vias e do tráfego e a qualidade depende das características operacionais do sistema, portanto todos os elementos pertencentes ao sistema interagem, produzindo resultados bons ou ruins.

Assim, sob o âmbito da Teoria de Lancaster (Modelo de Características dos Bens), analisa-se as vias exclusivas para ônibus, considerando-se as técnicas de MBSs e BRT a partir de suas características físicas, tais como: geometria, dimensionamento viário e tipo de pavimento, concomitante às características dos veículos, considerando as seguintes variáveis: capacidade, velocidade e condições de fluidez no tráfego.

Para se atingir os objetivos deste trabalho foram levantadas informações das características físicas, funcionais e operacionais de alguns exemplos de MBSs e BRT, em Curitiba (canaleta exclusiva), Porto Alegre (faixa exclusiva) e Belo Horizonte (corredor misto). A análise desses exemplos teve a finalidade de subsidiar a “Abordagem de características” proposta por este trabalho. Através dessa análise, evidenciam-se as reais características físicas, funcionais e operacionais do sistema, sendo possível identificar as características mais significativas para o seu desempenho operacional, em termos de velocidade, capacidade (veicular, via, sistema), condições de fluidez no tráfego (nível de serviço).

As definições e escolhas das características estudadas por este trabalho foram provenientes de informações retiradas da bibliografia consultada, informações a respeito dos exemplos de MBSs e BRT analisados e visitas técnicas. Portanto, centrou-se em analisar qualitativamente, sob a ótica da Teoria de Lancaster, as características físicas e funcionais das vias, a fim de definir a influência dessas características para o desempenho operacional dos sistemas de MBSs e BRT.

Nas análises, buscou-se também identificar as características físicas e operacionais das vias exclusivas para ônibus que são relevantes do ponto de vista do usuário, associando-as à eficiência econômica (menor custo) e eficácia operacional (atendimento aos desejos dos usuários) dos sistemas de transporte público urbanos. Portanto, a finalidade do trabalho é contribuir com estudos de implantação de novas vias exclusivas para ônibus, considerando as características físicas, funcionais e operacionais que levam a um melhor atendimento aos usuários em função do desempenho das vias em termos de velocidade, capacidade e fluidez no tráfego.

## **1.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA**

A prioridade ao transporte coletivo no sistema viário tende a melhorar o desempenho operacional dos transportes urbanos e minimizar os problemas ligados à circulação viária, principalmente, em relação aos ônibus. Os MBSs e BRT perseguem tais objetivos, porém, a implantação de projetos sob essa ótica requer avaliações prévias, para que decisões possam ser tomadas, que transcendem à simples estudos econômicos de benefício/custo.

Em geral as avaliações centram-se precisamente no âmbito econômico, consideram os aspectos que podem ser quantificados monetariamente, enquanto as características qualitativas, estéticas e sociais, tendem a ser excluídas das análises. Sabendo-se que, o desempenho operacional dos sistemas de transportes, geralmente está ligado a tais características e do esquema operacional associado, o problema a ser estudado se concentra em como analisar tal desempenho através da interação dessas características.

## **1.3 OBJETIVOS**

O objetivo geral do presente estudo é o de analisar as características físicas das vias exclusivas que relacionam com o desempenho operacional de sistemas de transporte coletivo urbano, utilizando a Teoria de Lancaster. Com isso, pretende-se contribuir para a melhoria de estudos de implantação de vias exclusivas para os MBSs e BRT.

Os objetivos específicos associados ao estudo podem ser identificados como sendo;

- a. Analisar o efeito das características viárias e dos veículos nos corredores de ônibus no transporte coletivo, de acordo com a Teoria de Lancaster.
- b. Identificar as características, ou grupo de características que tem efeitos no desempenho operacional dos MBS e BRT.

#### **1.4 HIPÓTESES**

No desenvolvimento da presente dissertação foram assumidas as seguintes hipóteses de trabalho:

- a. Através da análise das características viárias e dos ônibus, pode-se definir as características que mais influenciam no desempenho dos sistemas de transporte coletivo urbano, em termos de velocidade, capacidade e fluidez no tráfego.
- b. A partir de estudos que definam a influência das características, que são mais relevantes para o desempenho operacional de vias exclusivas para ônibus, pode-se chegar às condições em que justifique sua implantação.

#### **1.5 JUSTIFICATIVA**

A avaliação de projetos envolve, normalmente, apenas as considerações de âmbito econômico, para definir a melhor opção, a ser adotada pelos órgãos gestores. Assim, alguns métodos de avaliação de projetos, como por exemplo, a análise benefício/custo, muitas vezes, desconsidera alguns valores que são importantes para a implantação de projetos de transportes, como os aspectos relacionados ao conforto e conveniência, estéticos, qualitativos e sociais.

Este trabalho considera a relevância de tais aspectos, dessa forma, analisa as características físicas e funcionais das vias que contribuem para o melhor desempenho operacional dos sistemas modernos de ônibus e, como consequência, pode contribuir para estudos de implantação de novas vias exclusivas ao transporte coletivo.

Esta pesquisa fundamenta-se em conceitos teóricos que podem colaborar de forma mais eficaz para o processo de avaliação de projetos no âmbito operacional e qualitativo. Esses conceitos teóricos são baseados na “*New Approach to Consumer Theory*” proposta por Lancaster (1969) e os métodos de avaliação são a “Abordagem de Características” coerente com a “Análise Sistêmica”, cuja base é a Engenharia de Sistemas, onde a avaliação se inicia desde a formulação do problema a ser resolvido, passando pelo planejamento, acompanhamento e revisão do mesmo.

Diante da evidência dos vários níveis de desempenho e padrões de conforto relacionados à velocidade, capacidade do sistema e condições de fluidez no tráfego, propõe-se uma avaliação qualitativa referente ao desempenho de sistemas de transportes relacionados às suas características físicas e funcionais (Abordagem de Características).

Deste modo, este estudo pretende-se contribuir com o aprimoramento de análises sobre a implantação de vias exclusivas no transporte coletivo, por avaliar qualitativamente as características de sistemas de transportes públicos, de forma simples e clara, destacando as principais características que proporcionam o melhor desempenho operacional aos sistemas de ônibus urbano.

A decisão em estudar os sistemas de transporte coletivo de Curitiba (Eixo Norte/Sul) e de Porto Alegre (Avenida Protásio Alves), partiu da consideração que fazem parte dos sistemas modernos de ônibus. A escolha de Belo Horizonte (Avenida Presidente Antônio Carlos) teve a finalidade de comparar o seu desempenho frente às outras duas cidades estudadas, já que nessa via não possui prioridade ao transporte coletivo.

O estudo considera as características dos sistemas dos MBSs de forma conjunta; onde, o resultado final forma o “produto ou serviço oferecido aos usuários”. Neste trabalho, o produto final considerado é o desempenho em termos de velocidade, capacidade e condições de fluidez no tráfego. A decisão em desenvolver o estudo a partir dessas três variáveis partiu de sua importância para medir o desempenho do transporte de passageiros e da operação de tráfego.

## **1.6 METODOLOGIA**

O trabalho está dividido em quatro etapas. A primeira consiste numa revisão bibliográfica com os seguintes conceitos básicos: Sistema de Transporte Público por Ônibus, BRT, MBSs, Teoria de Lancaster, Teoria Tradicional do Consumidor e Priorização ao Transporte Coletivo no sistema viário. A segunda etapa, consiste num levantamento de informações (visitas técnicas) referentes a exemplos de sistemas de transportes coletivo que podem ser considerados MBSs, sendo os sistemas de Porto Alegre, Curitiba e, Belo Horizonte. Na terceira etapa é realizado um estudo desses sistemas, a fim de identificar suas características físicas e operacionais que condicionam o melhor desempenho.

Na quarta etapa analisam-se todas as informações obtidas na segunda e terceira etapas, de acordo com a Teoria de Lancaster. A partir de tal análise são identificadas as características físicas e operacionais das vias exclusivas, que relacionam com o desempenho em termos de velocidade, capacidade e fluidez no tráfego, relacionados às expectativas dos usuários frente a esse desempenho.

## **1.7 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

Este documento está dividido em oito capítulos, o primeiro caracteriza o problema, objetivos, hipóteses, justificativa e a metodologia da pesquisa. O segundo capítulo refere-se aos Sistemas Convencionais de Transporte Público por Ônibus. O terceiro capítulo estuda os conceitos relacionados aos MBSs e BRT. O quarto capítulo descreve as teorias e métodos relevantes a este trabalho, tais como, Teoria Tradicional do Consumidor, Teoria de Lancaster, e outras teorias e métodos que são coerentes com a Teoria de Lancaster e com a Teoria do Consumidor. O quinto capítulo faz uma revisão bibliográfica sobre a percepção das características operacionais do sistema de transporte coletivo urbano pelo usuário. O sexto capítulo descreve as características dos exemplos de MBSs e BRT, sendo Porto Alegre (Avenida Protásio Alves), Belo Horizonte (Avenida Presidente Antônio Carlos) e Curitiba (Eixo Norte/Sul). No sétimo capítulo, analisam-se as características dos exemplos escolhidos e as definições das características mais relevantes ao seu desempenho. Finalmente, o oitavo capítulo apresenta as conclusões deste estudo, seguido dos anexos em síntese dos dados levantados nas cidades visitadas.

## **2 SISTEMAS CONVENCIONAIS DE TRANSPORTES POR ÔNIBUS**

O presente capítulo versa sobre o Sistema Convencional do Transporte Público por Ônibus e o processo histórico dos transportes no Brasil, destacando o reordenamento urbano pelos transportes, além de referenciar os principais componentes físicos dos sistemas de transportes urbanos.

### **2.1 EVOLUÇÃO DOS TRANSPORTES NO BRASIL**

Segundo Brasileiro *et al.* (2001), nos primeiros anos do século XIX (império), os transportes permanecem nas mesmas condições precárias deixadas pela colônia. Apesar de não ocorrerem iniciativas governamentais para planejar o setor de forma integrada e ampla, houveram algumas iniciativas pontuais de técnicos e políticos que procuravam solucionar o problema. Assim, em 15 de julho de 1833, o Ministro dos Negócios do Império, Senador Vergueiro, apresentou um plano para a organização de um sistema de navegação marítima a vapor para passageiros e malas de correio que interligava a Capital do país às Províncias do Norte e do Sul. Este foi considerado o primeiro documento emitido pelo Governo brasileiro na área de planejamento.

Naquele período, os problemas urbanos não faziam parte das preocupações do Imperador, nem do seu Ministro dos Negócios, responsável pelos transportes. Dessa forma, os transportes urbanos eram apenas uma continuidade do que existia no período do Brasil - colônia. A situação existente era precária, as principais cidades brasileiras, como o Rio de Janeiro, Salvador e Maceió, não possuíam boas condições de infra-estrutura urbana, as ruas tinham péssimas condições de calçamentos, os transportes eram feitos por carros-de-boi.

Durante império surgiram os bondes a tração animal em diversas cidades brasileiras. Posteriormente, no período entre 1830 a 1867 houve alguns avanços no setor, por exemplo, a substituição do transporte feito por tração animal pelo uso da tecnologia a vapor, em 1835. Em 1868, no Rio de Janeiro, inaugurou-se o primeiro trecho da linha do Centro ao Largo do Machado.

O início do século XX foi caracterizado pelas iniciativas de construção das primeiras rodovias no país e o uso do automóvel nas cidades, pois em 1903, as prefeituras de São Paulo e Rio de Janeiro passaram a atuar como reguladores do trânsito automobilístico, antecipando-se ao surgimento de conflitos de tráfego. Nesta época surgem as primeiras licenças para condutores de automóveis e os primeiros veículos coletivos sobre pneus.

A década de 1950 a 1960 foi assinalada pela passagem da tecnologia ferroviária (bonde elétrico) para a tecnologia rodoviária (veículos de pequeno porte, primeiros operadores de ônibus). Ocorreu uma reorganização dos transportes nas cidades com a constituição das primeiras empresas de transporte por ônibus.

Santa'Anna (1991) relata que com a expansão urbana no final do século XIX e início do século XX, houve um crescimento da demanda de passageiros, fazendo com que os sistemas de transportes se adequassem a tal desenvolvimento; deste modo, as vias passam a ser organizadas em função dos transportes. Mais tarde, no final do século XX, os transportes públicos por ônibus, tornaram-se o principal modo de transporte utilizado pela população de baixa renda nas grandes e médias cidades brasileiras.

Vasconcellos (2000) relata que a expansão acelerada das metrópoles brasileiras da parte final do século XX ocorreu em função da abertura ao capital externo, modernização capitalista, concentração de renda, e a conseqüente consolidação da classe média urbana. Com isto, aconteceram significativas mudanças no uso do solo, estrutura urbana e padrão de deslocamento das cidades e, por conseguinte, o aumento do número de automóveis.

Paralelo a esse processo, não houve, porém, um planejamento urbano e de transportes que fosse capaz de acompanhar esse desenvolvimento das cidades, o que contribuiu para o surgimento de diversos problemas relacionados aos transportes e a circulação urbana, tais como, maiores congestionamentos, aumento da poluição do ar, baixas velocidades de operação das vias e maiores números de acidentes.

Sant'Anna (1991) destaca que em outubro de 1958, em Bogotá (Colômbia), foi lançado um conjunto de orientações para o planejamento nos países latino-americanos, intitulado "Carta dos Andes". Tal carta evidenciou os principais problemas urbanos, entre os quais, o crescimento desordenado das cidades, que ocasionou carência de serviços públicos

(transporte coletivo, equipamentos sociais de saúde, de ensino e de recreação) em várias áreas urbanas e o crescimento das dificuldades de administração e manutenção de tais serviços.

Vasconcellos (2000) relata que, entre as décadas de 1960 a 1980, com as construções de novas vias arteriais, vias expressas e o uso de técnicas mais avançadas de gestão de trânsito, houveram significativas mudanças para as condições de circulação nas cidades. Ribeiro *apud* Vasconcellos (2000) diz também que em 1980, a partir do acirramento da globalização na economia, o espaço urbano e as condições de vida nas cidades são novamente modificados (novos adensamentos urbanos), reduzindo as rendas médias e aumentando o desemprego e o subemprego, causando fortes problemas ligados aos transportes urbanos.

A partir do crescimento das cidades e o surgimento de bairros periféricos, surgem dificuldades para o sistema de transportes urbanos atenderem a novas demanda, porém, através do planejamento urbano, o espaço é reorganizado na tentativa de minimizar os custos dos transportes no atendimento aos usuários. Segundo Sant'Anna (2001), em meados 1990, as diretrizes do planejamento urbano começaram a ser elaboradas em função dos transportes, como consequência, houve a ocupação dos espaços vazios para diminuir os custos das viagens, e a criação de corredores exclusivos e semi-exclusivos de ônibus. Assim, o transporte público urbano de passageiros começou a interagir no desenvolvimento, organização e estruturação urbana. Anteriormente, já no final da década de 1970 a cidade de Curitiba com fortes intervenções no uso do solo e no sistema viário inicia-se esse movimento de reorganização urbana no Brasil.

## **2.2 REORDENAMENTO URBANO PELOS TRANSPORTES**

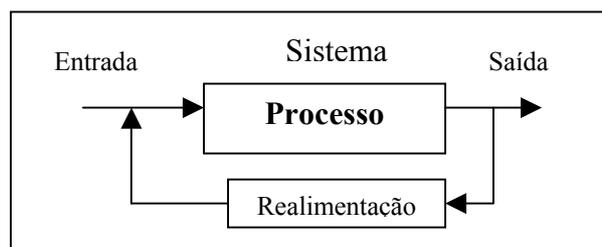
É indispensável que o desenvolvimento das cidades e dos transportes urbanos ocorra de forma conjunta, pois os transportes, muitas vezes, interferem no crescimento e na expansão das cidades. É evidente a capacidade do planejamento de transportes em reordenar o espaço urbano, através da circulação de pessoas e mercadorias. Nesse contexto, Sant'Anna (1991) diz que o planejamento dos transportes tem que ser parte integrante do planejamento das cidades.

Com relação à interação entre o planejamento dos transportes e das cidades, Morlok (1978), destaca que o sistema de transportes é parte indispensável da infra-estrutura das cidades, e a evolução das cidades está relacionada ao nível de desenvolvimento dos transportes. Percebe-se, que o planejamento urbano e de transportes são interdependentes, pois somente caminhando de forma integrada, pode-se criar um espaço urbano organizado no que diz respeito à sua infra-estrutura urbana e de transportes.

### 2.3 SOBRE OS SISTEMAS DE TRANSPORTE

Mendonça (1972) define sistema como sendo um conjunto de partes que se interagem, para atingir um determinado objetivo de acordo com um princípio. Ou seja, um conjunto de procedimentos, idéias lógicas e coesas, tendo a intenção de explicar ou dirigir o funcionamento de um todo. O autor relaciona esse conceito com os sistemas de transportes, onde existem as entradas (recursos), saídas (resultados) e realimentação (controle). Desta forma, o sistema pode ser visto como um processo, onde as entradas são processadas, obtendo-se no final um produto ou um resultado (Figura 2.1). Esse resultado, no caso dos transportes, pode ser visto como a viagem das pessoas e deslocamento de mercadorias de um ponto a um determinado destino.

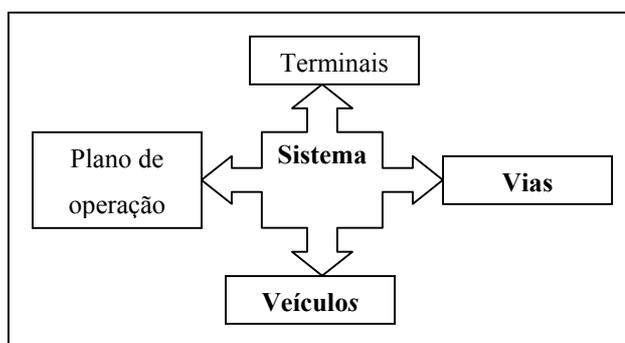
**Figura 2.1** - Processo de realimentação do sistema, Adaptado (Mendonça, 1972)



Os sistemas podem ser naturais, como o sistema solar (processos naturais) ou artificial (como contribuição do homem para o desenrolar do processo). Podem ser abertos (interfaces com o meio ambiente) ou fechados (sem contato externo). De acordo com seus componentes, podem ser máquinas, humanos ou sistemas homem-máquina, quando esses dois tipos de componentes estão presentes, apresentando, no geral, relações homem-homem, máquina-máquina e homem-máquina, constituem os sistemas mais complexos de serem analisados.

### 2.3.1 Sistemas de Transportes

Segundo Morlok (1978), o Sistema de Transporte, possibilita que um objeto seja movimentado de um local para outro ao longo de uma trajetória, por meio de uma tecnologia, sendo seu objeto principal as pessoas ou cargas e a trajetória é o conjunto de pontos no espaço ao longo do qual o objeto é movido. Neste contexto, seus competentes funcionais são as vias, os veículos, os terminais e o plano de operação (Figura 2.2). Outros autores, como Khisty (1990) (ver Tabela 2.1), consideram também a unitização de cargas, as interseções e a força de trabalho como componentes funcionais do sistema de transportes.



**Figura 2.2** - Componentes funcionais do sistema de transportes

Em relação à tecnologia, a mais simples é o andar a pé, sendo a habilidade natural dos seres humanos em se locomoverem e transportar pequenas cargas. Apesar desse processo natural de transporte, no decorrer da história, foram desenvolvidas várias outras técnicas com incorporação tecnológica, como os veículos terrestres que possuem rodas ou esteiras que permitem sua mobilidade, possuem também um espaço de contenção da carga que a protege e um sistema de propulsão que controla o seu movimento.

A maioria desses veículos trafega em ambientes previamente preparados (vias) que possuem uma superfície regular e resistente. A utilização dessas vias aumenta a capacidade de carga do sistema de transportes e diminui os danos que podem ser causados à carga pelo transporte. As vias para cada modo de transporte são projetadas e construídas em função das características dos veículos que as utilizam.

**Tabela 2.1** - Definições dos componentes funcionais dos Sistemas de Transportes

Os tipos comuns de veículos são projetados para transportar em terra, ar, e água. Numa definição simples, um veículo pode consistir em uma unidade para executar funções de

Componentes funcionais	Definições
Veículos	Componente usado para movimentar pessoas e cargas de um local para outro. Ex: carros, navios, trens etc. (Morlok, 1978).
Vias	São conexões que unem dois ou mais pontos: estradas, hidrovias, aerovias, canalizações (Morlok, 1978).
Plano de operação	É o conjunto de métodos usados para se obter um funcionamento eficaz do sistema de transportes (Morlok, 1978).
Terminais	São pontos onde as viagens se iniciam e terminam. Ex: aeroportos, terminais de ônibus, estacionamentos etc. (Morlok, 1978).  Mesmo uma parada de ônibus pode ser considerada um terminal. O uso dos terminais se limita na troca de modos pelos usuários para continuar viagem, sendo raros os casos onde a viagem se destina ao terminal (Sant' Anna, 2001).
Interseções	Segundo Khisty (1990) as interseções (cruzamentos entre as vias) são componentes importantes para o sistema, pois é sempre necessário algum tipo de controle de fluxo de veículos, a fim de minimizar os acidentes nestes locais.
Força de trabalho	Khisty (1990) acrescenta ainda a força de trabalho composta pelos funcionários que constroem, administram o sistema, operam os veículos, reparam e mantêm os vários componentes do sistema.

mobilidade, locomoção, acomodação de pessoas ou mercadorias.

### 2.3.2 Vias e veículos

Via é a trajetória por meio da qual trafegam os veículos obedecendo a uma determinada rota que liga uma origem a um destino (Morlok, 1978).

Setti e Widmer (1998) apresentam os exemplos de vias como sendo as rodovias, ferrovias, canais, aerovias, rotas marítimas e as tubulações. A via é um dos componentes importantes dos sistemas de transportes e seus principais aspectos estudados são: as vias em si, o controle de fluxo de veículos nas vias e a capacidade viária. Seus componentes são as interseções, os trechos que ligam as interseções entre si (links). Nas interseções o fluxo de veículos pode ser dividido em duas ou mais rotas diferentes, isto faz com que alguns autores considerem as interseções como parte separada das vias, por exemplo, Khisty (1990).

As vias são projetadas para serem utilizadas por veículos, sua geometria deve ser compatível ao tipo dos veículos para os quais foram projetadas. A mecânica da locomoção dos veículos determina as rampas máximas, os raios mínimos de curvas e a superelevação das curvas. A capacidade viária é diretamente ligada ao seu projeto geométrico e às características dos veículos que operarão na via. O tráfego é afetado pelas características das rampas e pela largura da via, entre outras características.

Os veículos requerem vias com características distintas para sua locomoção, os ônibus, por exemplo, demandam certas condições de geometria e de resistência da pista de rolamento sobre a qual trafegam. Desse modo, as características de projeto viário influenciam no desempenho operacional dos veículos. O planejamento e construção de vias abrangem etapas que necessitam ser elaboradas de forma que viabilize um melhor desempenho para as vias, em termos de capacidade, velocidade média e operacional dos veículos etc.

O tipo do pavimento é outro fator importante para o desempenho operacional dos veículos. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1982) as funções de um pavimento são: resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego, melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança, resistir os esforços horizontais que nela atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento. Portanto, a análise das condições de pavimento da via é imprescindível para se estudar o desempenho dos veículos sobre a qual trafegam.

## **2.4 ESTRUTURA OPERACIONAL DO TRANSPORTE PÚBLICO URBANO**

A caracterização dos transportes urbanos por ônibus, centra-se em alguns componentes do plano operacional - regulamentação, qualidade da operação, da oferta (aporte tecnológico), da demanda, e sua produtividade e/ou desempenho.

### **2.4.1 Regulamentação**

Vasconcellos (2000) relata que os transportes urbanos sempre estão submetidos a algum tipo de regulamentação, e sua operação é predominantemente privada, realizada por empresas concessionárias.

Orrico Filho *et al.* (1996) dizem que a produção de serviços de transporte coletivo nas cidades brasileiras é feita por empresas privadas, regulamentada pelos poderes públicos tanto nos aspectos técnicos, quanto nos aspectos econômicos. A delegação desses serviços se faz por meio do uso de mecanismos jurídico - institucionais bastante conhecidos, a Concessão ou a Permissão, cujo objeto geral, é cada linha ou serviço de cada empresa.

Essas empresas privadas operadoras do transporte coletivo são empresas em processo de forte crescimento e concentração de capital. A quantidade de tais empresas ativas no mercado, depende de ação governamental, que pode concordar ou não com a entrada de novos operadores.

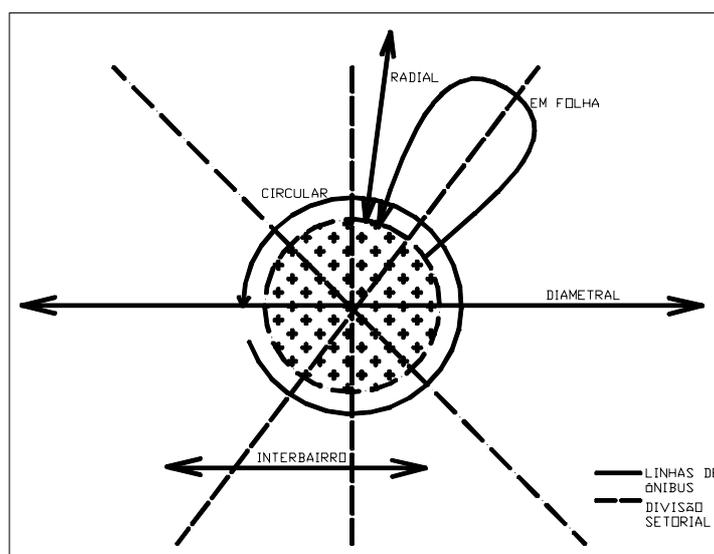
Ao poder público compete especificar o serviço a ser prestado ou oferecido (condições técnicas de operação) e determinar as tarifas, admitindo que o operador esteja prestando esses serviços em regime de eficiência técnica. Para ter certeza que a empresa trabalha em situação de tendência de máxima eficiência, o poder público se obriga a conhecer a organização interna da produção; isto é, a quantidade de cada elemento componente do custo, sua combinação ideal e, evidentemente, o serviço prestado – por exemplo, a distância percorrida e passageiros transportados.

A fixação das tarifas é determinada por duas condições fundamentais, a cobertura dos custos diretos de operação e adição de uma taxa de remuneração, com base no capital

investido. Esta forma particular da organização e da regulamentação dos transportes coletivos urbanos no Brasil, bem como, a influência de elementos históricos na conformação dos mercados locais, moldou características setoriais próprias no que concerne à competição e à formação do preço.

#### 2.4.2 Operação

Conforme Melo (1979) as linhas de ônibus geralmente classificam-se em: linhas convencionais e linhas especiais. As linhas convencionais podem ser classificadas em radiais, diametrais, circulares, inter-bairros (inter-setoriais), ou em folha (Figura 2.3). As linhas especiais classificam-se em: linhas de ônibus expressos, opcionais, linhas de serviço na área central de uma cidade, linhas de conexão entre estacionamentos periféricos e o centro (microônibus), linhas de conexão entre os aeroportos e o centro, linhas de serviço porta-a -porta.



**Figura 2.3** - Linhas de ônibus convencionais (Melo, 1979)

Os fatores envolvidos na operação dos ônibus nas áreas urbanas são – demanda, oferta do serviço e a comunidade urbana como um todo. Segundo Melo (1979), os usuários do transporte público das cidades brasileiras estão interessados principalmente, no conforto, no tempo de viagem e nos preços das passagens. Em relação ao conforto do serviço, a disponibilidade de assentos nos ônibus, ventilação, ausência de ruídos, são os aspectos mais relevantes do ponto de vista do usuário. O atendimento do destino desejado pelo usuário dos serviços deve ser ponto determinante da operação.

### **2.4.3 Organização**

Segundo a Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República - SEDU/PR (1999), do ponto de vista institucional, os serviços de transportes urbanos são organizados em sistemas municipais, intermunicipais e metropolitanos. A sua operação pode ter diferentes configurações, linhas expressas ou alimentadoras, circulares ou inter e intra-bairros, podendo ser convencionais, executivas ou especiais.

Esses serviços podem ser operados em rede integrada com transbordos (mudança de modo) realizados em terminais (integração física) ou transferência gratuita entre linhas durante um determinado tempo (integração temporal). Existe também a integração de mercado; pois, segundo Melo (1979) permite aos usuários ter acesso aos diferentes modos de transportes operados por empresas distintas como se tratasse apenas de uma organização, pagando uma só vez.

No Brasil, a palavra integração está associada a um único pagamento durante toda a viagem, independente de tempo de viagem, mudança de modos ou de veículos em um mesmo modo, ou seja, a integração define uma tarifa de acesso a uma rede (integrada) de uma determinada área ou região. Portanto, existe uma associação direta entre a palavra integração e a estrutura tarifária, não havendo exigências diretas em relação a tempo de espera, perda de qualidade da viagem do usuário e outras características operacionais.

Segundo Morlok (1978) existem três tipos diferentes de entidades de transportes: a) as que fornecem os serviços de transportes, tais como uma ferrovia, uma companhia aérea, o automóvel particular etc.; b) as que fornecem a infra-estrutura necessária para o serviço de transportes, como rodovias, aeroportos, portos e rios navegáveis; c) as entidades que planejam a operação do sistema estabelecem as políticas de desenvolvimento para as modalidades, critérios de inter-relacionamento entre as várias modalidades e controlam o sistema através de ações reguladoras.

A organização dos transportes envolve empresas e profissionais, tais como, projetistas, construtores, financiadores, operadores e os órgãos reguladores, tendo como objetivo, a

condução do sistema. Essas empresas podem variar de país para país, ou de região para região, cogitando diferentes visões políticas e econômicas.

#### **2.4.4 Aporte tecnológico**

Em relação ao aporte tecnológico, destacam-se os veículos utilizados, o planejamento e o controle das operações. Os veículos podem ser analisados sob os aspectos-tamanho/capacidade, tração (combustível ou eletricidade) e o projeto/desenho (Melo, 1979).

Segundo Vasconcellos (2000) os Sistemas de Transportes Públicos podem ser operados por empresas usando vários tipos de veículos. Porém os ônibus constituem a modalidade mais utilizada pelo transporte público em todo o mundo. Os ônibus podem ser utilizados segundo vários níveis de aporte de tecnologia e com diversas capacidades de transportar passageiros.

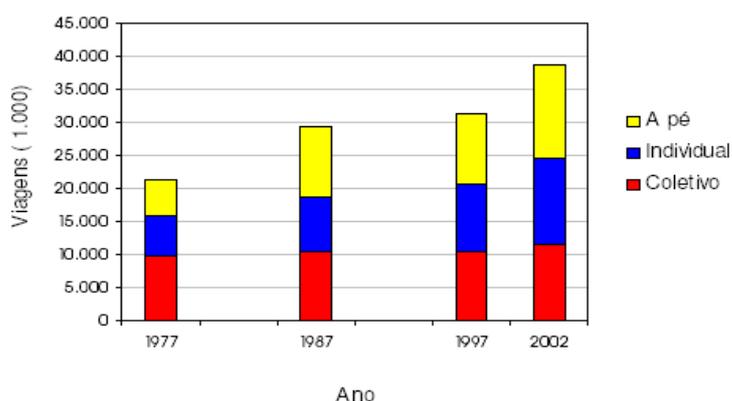
#### **2.4.5 Demanda**

Segundo a Associação Nacional de Transportes Urbanos - NTU (1998), a demanda foi crescente até a primeira metade da década de 1980 e, a partir desse período, começou a apresentar tendências de queda. Nos últimos anos o setor de transportes públicos, vem sendo marcado por sucessivas quedas do número de passageiros transportados.

Sant'Anna (2001) diz que as pessoas com maior poder aquisitivo deixaram o transporte público e passaram a utilizar veículos particulares. A pesquisa realizada pelo Metrô/SP (2002) na Região Metropolitana de São Paulo, confirma tal fato, mostra que as viagens realizadas pelo modo individual tiveram grande aumento nos últimos anos, pois em 1967 participavam com 31,90 % do total das viagens diárias e, em 2002 elevaram sua participação para 52,96% das viagens. Por outro lado o transporte coletivo no decorrer desses anos, sofreu queda na participação das viagens, sendo que 1967 participava com 68,10% das viagens e em 2002 sua participação caiu para 47,04% (Anexo A, Tabela A.1).

De acordo com a SEDU/PR (1999), o aumento do número de viagens por automóveis e a redução dos deslocamentos por transporte coletivo, são semelhantes na maioria das cidades brasileiras, apesar de ocorrer em proporções e intensidades diferentes.

Paralelamente a esse fato, ocorreu um outro fenômeno de igual importância para a caracterização da demanda, o aumento das viagens a pé. Em São Paulo nos últimos 5 anos, as viagens realizadas pelo modo a pé passaram de 10,8 para 14,2 milhões, com um acréscimo aproximado de 31%, enquanto as viagens motorizadas, soma do individual e coletivo, tiveram um crescimento proporcionalmente menor em relação às viagens realizadas a pé, passando de 20,6 milhões para 24,5 milhões, tendo um acréscimo aproximado de 18% em suas viagens (Anexo A, Tabela A.1). Na Figura 2.4, nota-se tal fenômeno, pois desde 1977 as viagens a pé já apresentavam uma tendência de aumento na região metropolitana de São Paulo.



**Figura 2.4** - Região Metropolitana de São Paulo – Evolução das viagens por modo de 1977 a 2002 (Pesquisa O/D – Metrô/SP, 2002)

#### 2.4.6 Desempenho

O termo “desempenho”, bastante encontrado na literatura, significa a tentativa de medir a competência e/ou à eficiência de uma atividade produtiva. Segundo Lima *et al.* (1993), a década de 80, foi marcada pela busca de métodos de avaliação e melhoria do desempenho do transporte urbano no Brasil, tanto na modalidade metroferroviária, como na rodoviária, gerando propostas de indicadores de desempenho para esses sistemas.

A busca de métodos de avaliação do desempenho dos transportes urbanos no Brasil gera propostas que incluem alguns critérios para a escolha de indicadores e conjuntos de indicadores de avaliação. Tais indicadores foram definidos para medir a utilização da rede, a utilização do serviço, a regularidade, a confiabilidade, o tempo de espera, o conforto, a segurança, o desempenho operacional, o desempenho da manutenção e o desempenho financeiro.

Na década de 90, os planejadores não só consideraram a melhoria da qualidade do serviço de transporte em relação os conceitos de produto; isto é, produzir serviço de transporte urbano dentro de parâmetros estabelecidos de custo e tecnologia, mas também utilizaram-se os conceitos de mercado, procurando conquistar o usuário, para elevar a sua rentabilidade e obter uma boa imagem do serviço prestado. Na mesma época, houve também, a necessidade de implantação de mecanismos de gestão de qualidade e produtividade, tendo como enfoque central, o atendimento ao usuário, sendo ele quem define, em última análise, quais características de desempenho que deve ter um sistema de transportes.

Fielding <sup>1</sup> *apud* Orrico Filho *et al.* (1996) relata que a eficiência e a eficácia representam as duas faces básicas da avaliação do desempenho de uma atividade produtiva. O termo produtividade engloba tanto a eficiência quanto a eficácia, que por sua vez, a eficácia inclui a qualidade e o nível de serviço. A eficiência se divide em dois grupos, eficiência técnica e eficiência produtiva, a primeira refere-se às unidades físicas de “rendimentos” ou “saídas” (*output*) necessárias para a produção de um nível determinado “entradas” (*input*), enquanto o segundo é a relação entre o produto e os custos das “entradas”.

Lima *et.al.* (1993), também apresenta conceitos de produtividade e de qualidade, o primeiro é a relação entre o volume de recursos utilizados e a quantidade de passageiros pagantes transportados; ou seja, a relação entre as despesas totais e a receita operacional. A qualidade é o grau de satisfação do usuário com o conforto dos veículos, com a regularidade, com limpeza, com pontualidade e com a segurança do transporte.

---

<sup>1</sup> FIELDING, G.J. *Transit performance evaluation in the USA: Transport Research 26A, 1992, p.483-91.*

## 2.5 PRIORIDADE AO TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO

Ao oferecer prioridade ao transporte coletivo no tráfego geral, tende-se a aumentar a capacidade viária em relação ao número de pessoas transportadas num determinado trajeto, tempo e área ocupada. Essa capacidade viária está diretamente relacionada com as características do veículo utilizado e da via.

Segundo Wright (1992) o espaço viário exigido pelo movimento de pessoas e mercadorias, está diretamente ligado ao modo de transporte utilizado para o cumprimento das viagens, portanto, a capacidade desses modos de transportes é uma característica importante para se medir também a capacidade das vias.

Dessa forma, o ponto central da eficiência das facilidades de transportes nas áreas urbanas é analisar a capacidade viária em termos de fluxo de passageiros e não em termos de veículos, portanto, através do conhecimento da capacidade dos modos de transportes utilizados, pode - se analisar a capacidade de uma via em transportar passageiros.

Vuchic (1999) relata que os veículos particulares apresentam características mais relevantes do ponto de vista do usuário, pois estão sempre mais disponíveis a suprir os deslocamentos das pessoas, trazendo maiores conforto, velocidade e confiabilidade. No entanto, tal modalidade consome maior espaço viário, requer maiores áreas para estacionar e, congestionam as vias. Assim, a conveniência de se deslocar de carro torna-se socialmente inconveniente, demorado e caro. Melo (1979) confirma que tais congestionamentos elevam o custo da operação dos veículos, especialmente dos ônibus.

Existem vários tipos de alteração viária para a prioridade do transporte coletivo. A escolha da melhor opção, geralmente está ligada às características específicas da via (área, ou corredor etc.). Não há, pois, um tipo de prioridade superior a outro. O mais importante numa alteração viária é se o investimento apresenta relativamente baixos custos e eficiência operacional, em termos de capacidade, velocidade etc. Na Tabela 2.2 estão

descritos os principais tipos de alteração viária para dar prioridade ao transporte coletivo urbano e seus respectivos níveis de segregação.

**Tabela 2.2** – Tipos de alteração no sistema viário

Nível de segregação	Tipo de alteração dos corredores	Característica do nível de segregação	Outras características	Tipos de interferências	Exemplos
1	Tráfego misto	Nenhuma prioridade ao transporte coletivo	Via operada por veículos  Nenhuma característica especial	Muitas interferências longitudinais e transversais	Av. Antônio Carlos- Belo Horizonte
2	Faixa exclusiva	No fluxo ou no contra - fluxo  Junto ao canteiro central ou na lateral da via  Com ou sem faixa adicional nas estações	Faixa com pintura ou tachões	Muitas interferências transversais	Av. Protásio Alves- Porto Alegre
3	Pista exclusiva (canaleta, <i>busway</i> )	Via exclusiva  Caneleta central ou na lateral  Segregação física (canteiro, gradis)  Com ou sem faixa adicional nas estações	Canaleta totalmente segregada do tráfego de veículos, com cruzamento em nível	Interferências transversais identificadas e controladas	Eixo Norte\Sul - Curitiba
4	Rua exclusiva	Via totalmente segregada do fluxo de veículos	Raros cruzamentos em nível	Quase sem interferências transversais	Quito ( Trólebus) e São Paulo (Fura Fila) /VLTs

É importante notar que a alteração de um corredor em qualquer nível de segregação, por si só não permite supor resultados operacionais, mas tão somente controla os tipos de interferência que os fluxos de ônibus sofrem na via.

## 2.6 CRITÉRIOS PARA A IMPLANTAÇÃO DE FAIXAS EXCLUSIVAS PARA ÔNIBUS

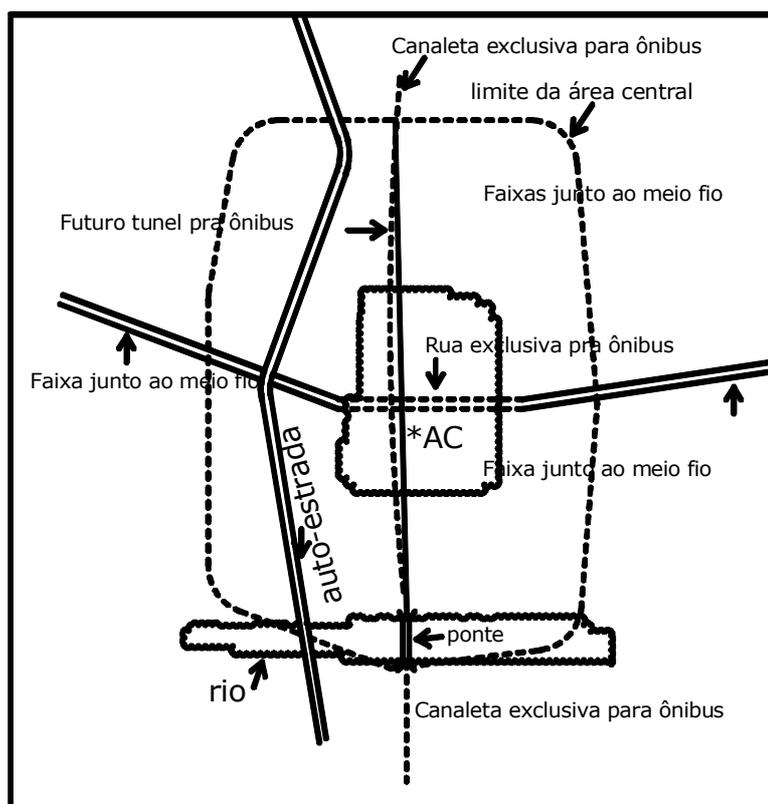
Conforme Melo (1979) as vias brasileiras têm sido constantemente ampliadas por benfeitorias ou novas construções, porém, tais melhoramentos favorecem todas as modalidades de transporte, assim, atraem mais tráfego, voltando a situação de congestionamento anterior. Para minimizar esse problema, têm sido propostas políticas de prioridade ao transporte coletivo no sistema viário existente.

Os objetivos gerais em fornecer prioridades para os ônibus nas vias são:

- a. Reduzir o tempo total de viagem do sistema;
- b. Conseguir a transferência modal do transporte particular para o transporte público;
- c. Servir de restrição ao tráfego do automóvel;
- d. Aumentar a eficiência do sistema de transporte
- e. Atender a um grande fluxo de pessoas a uma velocidade satisfatória

Segundo o “*Transit Cooperative Research Program*” -TCRP (2003 b) as medidas de prioridade aos ônibus permitem maiores seguranças e um desempenho operacional eficiente. Sendo desejável ser implantadas nas áreas centrais das grandes e médias cidades (vias radiais), devido aos congestionamentos do trânsito causados pela concentração dos serviços e maiores fluxos de pessoas (Figura 2.5).

Melo (1979) apresenta alguns critérios para a implantação de faixas exclusivas no sistema viário, que foram adotados nos 1970 (inclusive na Av. Caxangá, em Recife) e que merecem ser registrados neste trabalho (Anexo B, Tabela B.1).



\* AC – Área Comercial Central

**Figura 2.5** – Prioridades aos ônibus na área central (TCRP, 2003 b)

O TCRP (2003 b) apresenta também alguns critérios para implantação de corredores de ônibus, porém, tais critérios são baseados nos princípios dos sistemas de BRT, onde as vias exclusivas são projetadas para que no futuro venham a ser convertidas em sistemas sobre trilhos ou VLTs, além de serem planejadas, muitas vezes, para operar em tráfego misto.

Esses critérios apresentados pelo TCRP (2003 b) são elaborados para os dois tipos básicos de vias para ônibus encontradas em sistemas de BRT:

- Classe 1 - vias completamente segregadas (Canaletas exclusivas para ônibus) e
- Classe 2 - vias parcialmente segregada ou com operação em tráfego misto (Tabela 2.3).

**Tabela 2.3** - Critérios para implantação de vias para ônibus

<i>Velocidade de Projeto</i>	<i>Classe 1 – Vias completamente segregadas</i>	<i>Classe 2 - Vias parcialmente segregada ou com operação em tráfego misto</i>
VELOCIDADE DE PROJETO (km/h)	80 km/h - 110 km/h	50 km/h - 80 km/h
DIMENSÕES DE PROJETO (metros)		
Distância entre paradas	200 m	90 m
Raio de curva horizontal	60m	40 m
Raio mínimo desejável	400 m	150 m
Raio mínimo – ( para converter para trem)	80 m	80 m
Mínimo – ( para converter para VLT)	30,48 m	30,48 m
Mínimo absoluto	30,48 m	30,48m
Superelevação	0.18 m	0.24 m
RAMPAS (%)		
Máximo (converter para trilhos)	3-4%	3-4%
Máximo	3-5%	4-6%
Mínimo	0.3%	0.3%
VÃO LIVRE (metros)		
Vertical	4.5 m	4.5 m
Lateral (cada lado)	1,8 m	0,61 m -1,8 m
LARGURAS DA VIA (metros)		
Largura da faixa	4 m - 4.2 m	3,4 m -3,7 m
Faixa de domínio	2,5 m -3 m	0,6 m -1,8 m
Largura total da via	12,8 -14,5 m	8 m - 11m
OBRAS DE ARTE – largura (metros) (2 faixas)		
Elevado e trincheira	9 m -11 m	9 m
Túnel (mínimo)	9,45 m -9,75 m	9,45 m -9,75 m

**Fonte:** Adaptado de TCRP (2003b)

O TCRP (2003b) destaca critérios de desenho das vias sem a preocupação com os detalhes operacionais, inclusive de capacidade, o que deve ser examinado com cuidado em cada caso. Outro ponto é o de que não leva em consideração o usuário, as características das vias, voltam-se apenas para permitir a transformação futura do sistema para o modo ferroviário. As condições locais de costumes, topografia e desenho urbano também não são consideradas nessa parte do trabalho, sendo motivo apenas de uma observação de recomendação para considerar as características locais.

## **2.7 CONSIDERAÇÕES SOBRE SISTEMAS DE TRANSPORTE POR ÔNIBUS**

No presente capítulo foram mostradas a evolução dos sistemas de transportes e o reordenamento urbano através dos transportes, destacando a importância de uma maior interação entre o planejamento urbano e de transportes, para que as cidades se desenvolvam de maneira ordenada, no que diz respeito ao uso do solo e a operação dos transportes coletivos.

Posteriormente apresentou-se e definiram-se os principais componentes funcionais do sistema convencional de transporte por ônibus.

Foi destacada também a importância em dar prioridade aos ônibus no sistema viário, para aumentar o desempenho do sistema, diminuir tempos de viagem e aumentar a capacidade do sistema (número de passageiros transportados por hora), dentro de um nível aceitável de conforto e segurança. Foram mostrados, ainda, os principais tipos de alteração viária, bem como alguns critérios existentes para a implantação de vias exclusivas para ônibus.

Esses critérios foram analisados neste trabalho pela relevância dos mesmos, porém, vale lembrar que tais critérios, muitas vezes, não condizem com a realidade das cidades brasileiras, portanto necessitam de adequações de acordo com cada cidade ou cada caso.

### **3 SISTEMAS MODERNOS DE ÔNIBUS E TRANSPORTE RÁPIDO POR ÔNIBUS**

Este capítulo aborda os conceitos dos Sistemas Modernos de Ônibus (*Modern Bus Systems*) - MBSs e o Transporte Rápido por Ônibus (*Bus Rapid Transit*)- BRT, com uma breve abordagem histórica, apresentando comparações e diferenças entre essas abordagens.

#### **3.1 A ORIGEM DOS MBSs E BRT**

Segundo o “*Transit Cooperative Research Program*” - TCRP, (2003a), a idéia de usar “veículos sobre pneus” a fim de fornecer um transporte rápido não é recente, existem planos e estudos desde 1930 com grande ênfase no uso desses veículos.

Em Chicago (1937) foi sugerido um plano para modificar três sistemas rápidos sobre trilhos para operação de ônibus expressos em auto-estradas com acesso às partes centrais da cidade. Posteriormente, vieram outros planos de Transportes Rápidos em outras cidades americanas, como o plano de Washington, em 1956 /1959, o plano de St. Louis em 1959, e em 1970, o plano de Milwaukee (TCRP, 2003a).

No plano Washington (1956 /1959) realizou-se estudos de desenho de vias arteriais para o BRT, desenvolvendo um plano viário para dar maior capacidade ao trânsito de veículos facilitando o movimento de pessoas.

Em 1959, o plano de transporte de St. Louis incluiu 138,40 quilômetros para o sistema de BRT, onde 67,59 quilômetros eram para ser vias exclusivas para ônibus. O foco dessa proposta era a construção de uma via circular no centro de St. Louis. Em 1970, foi proposto o plano de vias exclusivas para Milwaukee incluindo 172,20 quilômetros de vias exclusivas para ônibus expressos.

Na década de 1990, planejadores, urbanistas e projetistas começaram a desenvolver sistemas com desempenhos gerais mais eficientes. Exemplos desses projetos são os casos dos sistemas de Curitiba, Porto Alegre, Belo Horizonte, São Paulo, Abidjan (Cote Divoire), Istambul, Ankara entre outras cidades que Gardner (1992) estudou e destacou suas características distintas dos sistemas antigos, com prioridade ao transporte público.

### **3.2 SISTEMAS MODERNOS DE ÔNIBUS (*Modern Bus Systems*) - MBSs**

Segundo Wright *et. al.* (2004) os Sistemas Modernos de Ônibus- MBSs são dotados de alta capacidade, alto desempenho, e são identificados pelas seguintes características: vias exclusivas para ônibus, veículos com configuração para rápido embarque e desembarque, organização operacional com prioridade e eficiência, interfaces entre o uso do solo e os transportes, mecanismos para redução dos custos. Possuem também informações legíveis sobre a localização das rotas e estações, facilidades seguras e convenientes para o trânsito de pedestres e ciclistas. Proporcionam viagens mais rápidas, confortáveis e condizentes com as necessidades dos usuários.

Os MBSs têm o objetivo de melhorar as condições gerais de transportes nas cidades, permitindo um melhor desempenho do sistema de transporte público. Segundo Sant'Anna (2001), os MBSs resultam de políticas que dão prioridade ao transporte coletivo; assim, partem do princípio de que os ônibus são os veículos mais importantes do sistema viário, os usuários do transporte coletivo são a maioria das pessoas de uma cidade e considera os trechos em que os usuários percorrem a pé até embarcarem e depois até desembarcarem.

Dessa forma, os MBSs são planejados para priorizar o interesse dos usuários, as vias exclusivas permitem viagens mais rápidas, a tecnologia veicular utilizada proporciona menores tempos de embarque/desembarque, as informações aos passageiros e as facilidades para os pedestres e ciclistas proporcionam maiores segurança, os MBSs são mais eficientes em quase todos os aspectos que os sistemas de ônibus convencionais.

### **3.3 TRANSPORTE RÁPIDO POR ÔNIBUS (*Bus Rapid Transit*) - BRT**

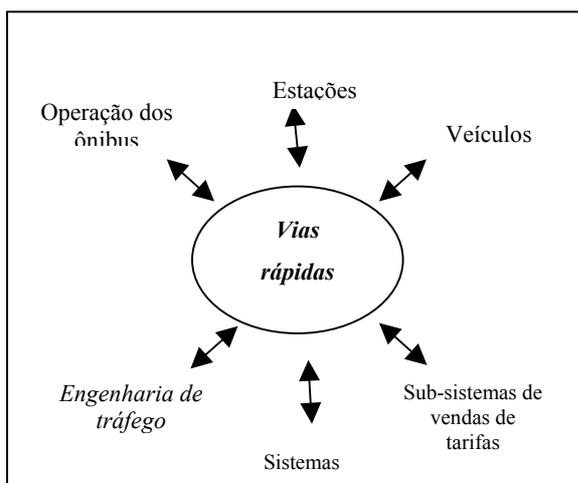
Segundo o TCRP, (2003a) o BRT analisa os veículos em relação às vias rápidas em termos de ganhos operacionais (velocidade), portanto pode ser definido como tendo as vias como o seu elemento central (Figura 2.5). A operação dos ônibus pode ser realizada em faixas exclusivas com ou sem segregação física, vias totalmente dedicadas aos ônibus (canaletas exclusivas) ou, vias com tráfego misto.

As razões para implantar os BRT são: o baixo custo de implantação, reconstrução das principais avenidas que fazem parte da integração da cidade, sendo um condicionante de desenvolvimento urbano. Em alguns aspectos, pode ser comparado ao *Light Rail Transit - LRT* (veículos leves sobre trilhos), porém, possui uma maior flexibilidade de operação (em relação à mudança de linhas e rotas) e menores custos de implantação. A estrutura viária para os BRT possui algumas características particulares que o faz ter melhores desempenhos em termos de velocidade, capacidade e condições de fluidez no tráfego.

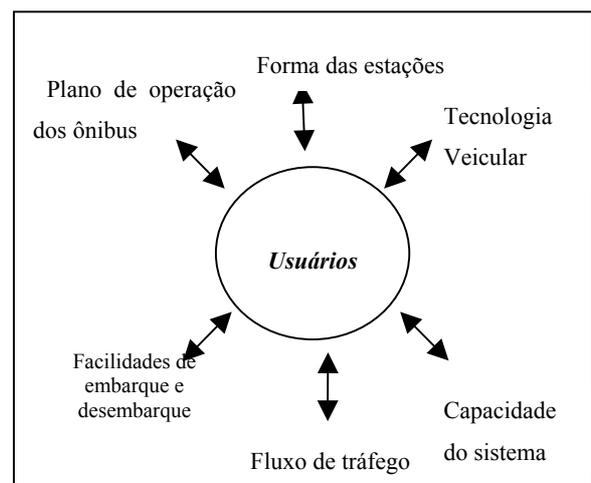
Possuem paradas e estações atrativas aos usuários, facilidades para embarque, pagamento das tarifas fora dos veículos, alta frequência dos serviços no decorrer do dia, maiores distancias entre as estações ao longo da via, tecnologia veicular com maior capacidade etc.

### 3.3.1 Sobre BRT E MBS

O BRT permite um trânsito mais flexível, integrando serviços, estações e veículos. A diferença principal entre os “Sistemas Modernos de Ônibus” e o “Transporte Rápido por Ônibus”, é que o BRT estuda e analisa os veículos em relação às vias, portanto focaliza as vias rápidas (Figura 3.1); enquanto os MBSs consideram as condições gerais do sistema de transporte público, inclusive as condições e o tempo das caminhadas dos usuários antes de embarcarem e depois ao desembarcarem, portanto, esse sistema centra-se nos usuários (Figura 3.2); porém ambos possuem os mesmos elementos e objetivos em relação às vias, se equiparam em contribuir para melhorar o desempenho do trânsito.



**Figura 3.1** - Vias rápidas como elemento central dos BRT (BRT, 2003b)



**Figura 3.2** - Usuários como elemento central dos MBSs.

Segundo o TCRP (2003 a e b) os BRT podem ser operados em tráfego misto, sendo também uma das principais diferenças entre os MBSs e BRT, já que os MBSs consideram corredores mistos como os de serviços complementares à rede principal.

As vias do BRT podem ser classificadas de acordo o grau de controle de acesso ou pelos tipos de opções (Tabela 3.1).

**Tabela 3.1** - Classificação das vias rápidas dos BRTs pelo o controle de acesso

<b>Classe</b>	<b>Controle de acesso</b>	<b>Tipo das opções</b>
I-	Fluxo ininterrupto - com controle total de acesso	Túnel para ônibus Canaleta Faixas reservadas em vias de trânsito rápido
II-	Controle parcial de acesso	Vias parcialmente segregada (taxões, pinturas no solo)
III-	Faixas segregadas fisicamente	Faixas para ônibus em vias arterias Canaletas, ruas exclusivas para ônibus
IV-	Faixas exclusivas/semi-exclusivas	Faixas de ônibus no fluxo e contra-fluxo
V-	Operação com tráfego misto	

**Fonte:** BRT (2003b)

O TCRP (2003 a) mostra um caso comum de vias exclusivas construídas na América Latina, como pode ser visto no Anexo C, Figura C1. O exemplo é o aplicado na Av. Caxangá, Recife em 1973 e na Avenida 09 de julho, São Paulo. A Tabela 3.2 mostra exemplos de classificação de vias rápidas de BRT em diversas cidades.

**Tabela 3.2** – Exemplos de classificação das vias rápidas dos BRT

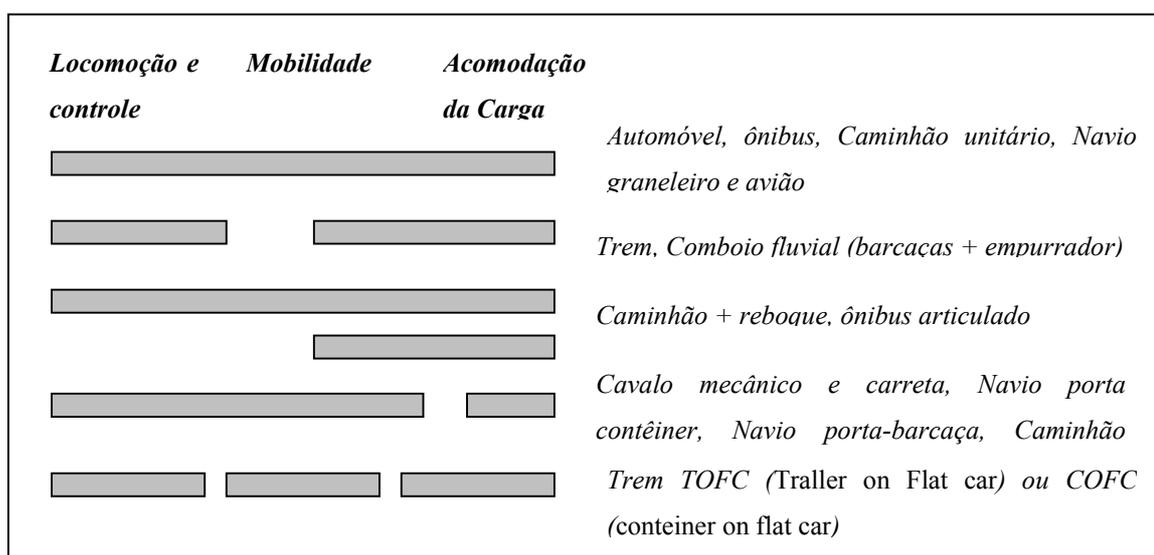
<b>Tipos de modificação nas vias</b>	<b>Classes</b>	<b>Exemplos</b>
<b>1. Canaletas</b>		
Túnel para ônibus	I	Boston, Seattle
Faixa com segregação física	I	Ottawa, Pittsburgh
Canaleta em desnível	II	Miami, Harford
<b>2. Faixas em vias de trânsito rápido (auto - estrada)</b>		
Faixas no fluxo	I	Ottawa
Faixas no contra-fluxo	I	New Jersey na entrada do túnel Lincoln
Ruas para ônibus ou cruzamentos em elevados	I	Los Angeles
<b>3. Vias arteriais</b>		
Canaleta exclusiva	III	Curitiba, Vancouver
Faixas junto ao meio fio	IV	Rouen, Vancouver
Faixas com sentido duplos junto ao meio fio	IV	Madison Avenue, Nova York
Faixa no interior da via	IV	Boston
Faixa central para ônibus	IV	Cleveland
Faixa no contra – fluxo para ônibus	IV	Los Angeles, Pittsburgh
Rua exclusiva para ônibus	IV	Portland
Via com tráfego misto	V	Los Angeles
Desvios (inclusive no contra-fluxo)	V	Leeds, Vancouver

**Fonte:** BRT (2003b)

Os MBSs estabelecem uma hierarquização da rede viária, considera as principais vias segregadas, como estruturantes do sistema com grandes volumes de usuários; e operação em tráfego misto, para a rede complementar de menor fluxo de passageiros, onde os ônibus não sofrem interferências restritivas de velocidade operando com os demais veículos na via.

### 3.3.2 Tipos de veículos

Segundo Morlok (1978) os veículos podem ser classificados em vários tipos, segundo seu grau de divisibilidade, num extremo, têm-se os veículos de uma única unidade que desempenha todas as funções, tais como, os ônibus convencionais, automóveis, caminhões unitários, furgões, aviões e navios. Os outros tipos são variantes desse grau de divisibilidade. A Figura 3.3 identifica uma concepção esquemática dos tipos de unidades que constituem um veículo, em função das suas características básicas, sendo a locomoção e controle, mobilidade e acomodação da carga, os elementos considerados para a classificação dos vários tipos de veículos, é de acordo com o grau de interação destas características.



**Figura 3.3** – Diferentes tipos de veículos segundo o grau de integração de suas características (Morlok, 1978)

### 3.3.3 Tecnologia veicular

Neste tópico estuda-se apenas a modalidade ônibus, em função do assunto abordado. O objetivo é identificar as características dos principais tipos de ônibus que podem ser operados nos sistemas de MBSs e BRT. Procura-se também descrever sobre a relação existente entre o tipo da tecnologia utilizada pelo sistema e a geometria viária, sendo um dos principais pontos de análise deste trabalho.

O tópico foi desenvolvido a partir do estudo realizado por Pamploma (2000). Esse estudo teve como objetivos, a realização de um levantamento das principais características técnicas dos ônibus, junto às empresas fabricantes de chassis e de carrocerias, analisar três tipos de operação dos ônibus (tráfego misto, faixas exclusivas, faixas segregadas) e, efetuar uma análise do desempenho operacional dos ônibus, considerando suas principais características.

As características consideradas foram as dimensões, peso, potência e capacidade de carga dos chassis, capacidade de passageiros e número de portas dos modelos de carrocerias; raios de giro e geometria viária compatível para a operação.

O estudo de Pamploma (2000) contempla informações úteis, por mostrar as diferenças entre as combinações das características dos veículos e das vias, principalmente, as vias exclusivas, em influenciar no desempenho operacional do sistema - capacidade, condições de fluxo e velocidade.

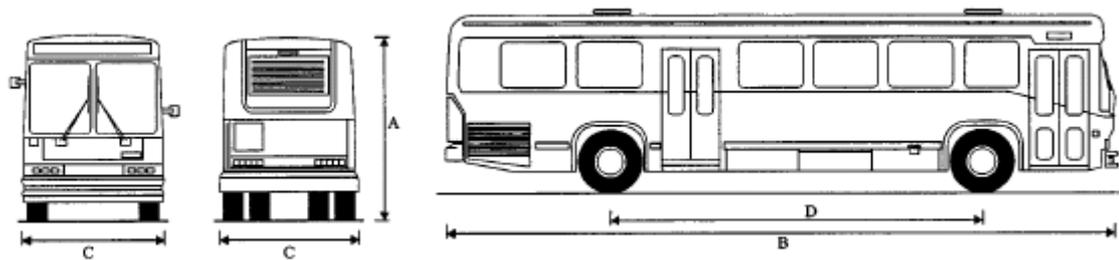
#### 3.3.3.1 Características dos ônibus

Segundo Pamploma (2000), os ônibus urbanos variam de microônibus com capacidade aproximada de transportar 25 passageiros até os bi-articulados com capacidade de transportar 240 a 270 passageiros. Numa escala intermediária estão os ônibus com capacidade para transportar 45, 80, 105 até 180 passageiros. As principais características são:

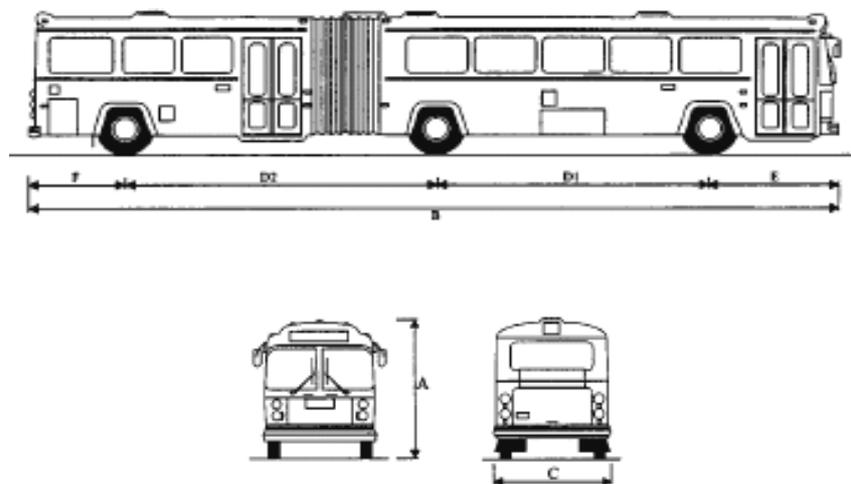
- a. Dimensões dos chassis;
- b. Peso, potência do motor diesel e capacidade de carga dos chassis;
- c. Características das carrocerias: dimensões, capacidade de passageiros e número de portas;
- d. Raios de giro

O TCRP (2003 b) descreve as características dos veículos que podem ser operados pelos BRT. Na Figura 3.4 mostram-se as dimensões dos ônibus convencionais com altura (A) de 3,7 m, comprimento (B) de 13,7 m, largura (C) de 2,6 m e distância (D) entre os eixos de 6,9 m. O raio de giro mínimo desses veículos é de no mínimo 12,80 m e máximo de 13,87

m. Na Figura 3.5 apresenta-se as dimensões dos ônibus articulados, cujas dimensões são: altura (A) 3,2 m, comprimento (B) 18,3 m, largura (C) 2,6 m, distância entre eixos dianteiros (D1) 5,3 m, distância entre eixos traseiros (D2) 7,1 m. Há também outros tipos de articulados com dimensões D1 de 5,7 m e D2 7,4 m. O raio de giro mínimo aos ônibus articulados é entre 12,13 m e 13,50 m, de acordo com os fabricantes.



**Figura 3.4** - Características de desenho (ônibus convencional), Adaptado (TCRP 2003 b)



**Figura 3.5** - Características de desenho (ônibus articulado), Adaptado (TCRP 2003 b)

### 3.3.3.2 Geometria viária compatível

Pamploma (2000) registra que a largura recomendada da faixa de rolamento a ser utilizada pelos ônibus, normalmente, é de 3,25 a 3,50 metros. Essa medida é definida a partir da

largura dos veículos (2,60 metros). Devem ser adotados também raios mínimos nas curvas horizontais para não reduzir excessivamente a velocidade dos ônibus.

### 3.3.3.3 Tecnologia veicular utilizada pelos MBSs e BRT

Segundo o TCRP (2003a) a operação dos BRT utiliza-se de ônibus convencionais e articulados. Esses veículos podem incorporar inovações, tais como, motores com baixa emissão de poluentes (diesel com baixo teor de enxofre, híbridos diesel-elétrico, Gás Natural Veicular – GNV), bi - combustível (diesel e elétricos), piso rebaixado, maiores quantidades de portas e portas mais largas.

Para os MBSs, a escolha da tecnologia veicular a ser operada no sistema é muito importante, por estar diretamente relacionada às condições físicas do sistema viário; portanto, essa escolha requer uma análise detalhada para que o sistema flua de acordo com as necessidades dos usuários, principalmente, em relação ao desempenho da velocidade e a capacidade dos veículos em transportar passageiros.

Os aspectos relacionados aos tipos de veículos utilizados pelo sistema, influenciam no tempo das paradas para embarque/desembarque; como: a largura e o tipo das portas, altura e comprimento dos degraus de acesso, e visibilidade do motorista para a observação do embarque e desembarque dos passageiros (Melo, 1979).

Setti e Widmer (1998) dizem que a escolha do veículo adequado nos Sistemas de Transportes Urbanos depende de um grande número de variáveis do sistema e do meio ao qual está sendo inserido. É necessário identificar o tipo de serviço demandado pelos usuários do sistema. Entre os fatores que devem ser considerados na escolha da tecnologia veicular de transportes urbanos, destacam-se:

- a) Problemas tecnológicos de controle dos veículos;
- b) Grau de utilização de mão-de-obra na operação dos veículos;
- c) Restrições da capacidade da via;
- d) Tipo, conveniência e demanda pelo serviço oferecido;
- e) Problemas tecnológicos de dirigibilidade do veículo ao longo da via (caminhões unitários muito longos têm dificuldade de manobras em raios de curvas pequenos);

- f) Veículos de grande capacidade têm a desvantagem de reduzir o número de viagens.

Pamploma (2000), em razão da variedade de modelos existentes para o atendimento das diferentes demandas, diz que é importante desenvolver uma análise que englobe a parte técnica, econômica e as condições de infra-estrutura viária, necessárias para o desempenho operacional e econômico dos diferentes tipos de ônibus, a fim de poder escolher o modelo mais adequado para cada caso.

Melo (1979) cita os diversos aspectos relacionados aos ônibus, como sendo a escolha do tamanho (capacidade) do veículo, tração (combustível ou eletricidade) e o seu projeto. A escolha dos veículos está relacionada às medidas a serem adotadas, a fim de permitir uma maior redução do tempo perdido nos pontos de parada e proporcionar um melhor conforto aos usuários. O autor destaca as vantagens e desvantagens da utilização de alguns tipos de veículos existentes.

Por exemplo, o emprego de microônibus em substituição ao ônibus convencional permite aumentar a frequência, levando à diminuição do tempo de viagem dos usuários, em virtude da redução do tempo médio de espera. Também um número maior de rotas poderia proporcionar um serviço com a mesma frequência que o ônibus convencional, permitindo a redução do tempo de caminhada dos passageiros. Mas, o aumento do número de veículos poderia influir negativamente no tráfego, formando maiores congestionamentos.

Os ônibus articulados com capacidade de 160 passageiros podem ser utilizados em corredores de alta densidade. Em países pobres de combustíveis fósseis, como é o caso do Brasil, o emprego do trólebus pode contribuir favoravelmente para a economia de divisas pela conseqüente redução da importação de petróleo. As principais vantagens do trólebus são: a sua elevada vida útil, baixa vibração, ausência de gases de escapamento, grande capacidade de subir rampas e ausência de ruídos, e as desvantagens são: a falta de flexibilidade diante de situações de bloqueio, tais como acidentes e congestionamentos. Apesar dos pontos positivos, no Brasil há uma sobretaxa na tarifa de energia elétrica consumida nas horas de pico o que incide diretamente sobre o trólebus, porém é uma questão de política tarifária que deve ser considerada com outros fatores no planejamento.

Em relação à escolha da tecnologia utilizada, recomenda-se a adoção de medidas que facilitem a movimentação dos passageiros no ingresso, na saída e no interior dos veículos, com a finalidade de reduzir o tempo perdido nos pontos de parada. Os principais fatores que influenciam no tempo das paradas são: a largura, o tipo das portas, a altura e o comprimento dos degraus de acesso, o tamanho das áreas de armazenamento junto às portas de embarque e a visibilidade do motorista para a observação dos passageiros.

### **3.3.4 Estudo das características dos BRT**

Os relatórios do TCRP (2003 a e b) estudam 26 casos considerados Transportes Rápidos por Ônibus - BRT, sendo 12 cidades nos Estados Unidos da América (EUA), duas cidades no Canadá, três cidades na Austrália, três na Europa e seis cidades em três países da América do Sul. No Brasil, estudaram Belo Horizonte, Porto Alegre, Curitiba e São Paulo, na Colômbia consideraram Bogotá e no Equador, Quito.

Em função do interesse para este trabalho, serão considerados somente os estudos referentes às cidades da América do Sul. O relatório traz uma visão geral dos casos analisados, onde são consideradas as principais características dos sistemas, tais como, as vias rápidas, as estações, as facilidades de embarque e desembarque dos veículos, subsistemas de venda de passagens fora dos veículos, os *Intelligent Transportation Systems* (Sistemas Inteligentes de Transportes) - ITSs e a frequência dos serviços. A Tabela 3.3 identifica tais características, além de destacar os dados populacionais e o ano de implantação referente a cada corredor das seis cidades analisadas.

Num maior nível de detalhamento, o estudo considera também, o espaço entre as estações, o padrão dessas estações (características de desenho) e o tipo das plataformas. Identifica que a maioria das cidades da América do Sul possui plataformas baixas, mas Curitiba, Bogotá e Quito possuem plataformas elevadas.

Destaca - se também, que as características das estações variam de acordo com o padrão das cidades, com o clima, com o tipo de via rápida, com recursos financeiros disponíveis e, a disponibilidade de espaço para a sua construção.

**Tabela 3.3** -Características gerais do BRT

<i>Cidades</i>	<i>Área urbanizada- população em milhões</i>	<i>Descrição/vias</i>	<i>Ano de implantação</i>	<i>Vias rápidas</i>	<i>Estações</i>	<i>Facilidades dos veículos para embarque/desem barque</i>	<i>Sistemas de venda de passagens fora dos veículos</i>	<i>ITS</i>	<i>Serviços freqüentes durante todo o dia</i>
<i>Belo Horizonte*</i>	<i>2.2</i>	<i>Av. Cristiano Machado</i>	<i>1981</i>	<i>x</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>d</i>	<i>d</i>	<i>x</i>
<i>Bogotá</i>	<i>5.0</i>	<i>TransMilênio (Via arterial segregada)</i>	<i>2000</i>	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>
<i>Porto Alegre*</i>	<i>1.3</i>	<i>Assis Brasil e Farrapos</i>	<i>1973</i>	<i>x</i>	<i>d</i>	<i>d</i>	<i>d</i>	<i>d</i>	<i>d</i>
<i>Curitiba*</i>	<i>1.6</i>	<i>Sistema de vias segregadas de Curitiba</i>	<i>1978</i>	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>
<i>Quito</i>	<i>1.5</i>	<i>Trolebus (via arterial segregada)</i>	<i>1996</i>	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>
<i>São Paulo</i>	<i>8.5</i>	<i>9 de julho e São Mateus - Jabaquara</i>	<i>1975</i>	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>d</i>	<i>d</i>	<i>d</i>	<i>x</i>

**Fonte:** TCRP (2003a)

(c) 4 estações

(d) dado não especificado

(x) presença das características especificadas

(\*) *cidades consideradas neste trabalho*

### **3.3.5 Sistemas Inteligentes de Transportes (*Intelligent Transportation System*) - ITS**

Conforme o TCRP (2003 b), os ITSs englobam a priorização semafórica para os ônibus, sistema de informação ao usuário e localização automática dos veículos. A utilização de ITSs é muito importante para o desempenho da função dos veículos em transitar pela rede. Dispõe de informações precisas, em tempo real, sobre o controle da operação e informações aos usuários. A tecnologia predominante é a Localização Global por Satélite (*Global Positioning Satellite* - GPS).

Segundo Pamploma (2000) dentre as principais inovações tecnológicas dos ônibus urbanos, destacam - se o sistema de bilhetagem eletrônica, que é um processo de arrecadação tarifária que facilita a operação embarque/desembarque e melhora o controle das linhas, das receitas e das gratuidades. Como tendência geral, destaca-se a adoção dos cartões inteligentes em cidades brasileiras.

### **3.3.6 Desempenho dos MBSs e BRT**

O desempenho dos MBSs e BRT está relacionado às características físicas do sistema, características viárias e o tipo de vias rápidas que os compõem. Estas características inter-relacionam ou combinam entre si, influenciando de forma negativa ou positiva no desempenho operacional dos MBSs e BRT.

O padrão dos serviços depende da tipologia das vias (arteriais, expressas, tipo do pavimento, rampas, raio de curva etc.) da tecnologia dos veículos, número das paradas, distância entre as paradas. Segundo Vasconcellos (2000), a velocidade média dos ônibus está relacionada às condições de infra-estrutura viária, relação entre volume e capacidade, número de interrupções no tráfego como semáforos e quantidade de paradas. Essas condições de infra-estrutura viária têm também grandes impactos nas viagens a pé. O desempenho pode estar restrito pela capacidade de transportar passageiros ao longo do percurso, velocidade, tempo de viagem, fluidez no tráfego etc.

Os MBSs tem como o centro do planejamento o melhor desempenho geral possível, o que implica em buscar o melhor conjunto de variáveis para o melhor resultado possível em

relação a viagem do usuário. Isso pode representar um pior desempenho relativo viário para melhor resultado final, como no caso de Curitiba onde o piso elevado dos ônibus traz dificuldades operacionais, mas melhora consideravelmente os tempos e conforto para os embarques e desembarques.

### 3.3.7 Características e elementos encontrados nos MBSs e BRT

Neste item, são listadas as características dos MBSs e BRT com o intuito de subsidiar as análises e considerações realizadas em etapas posteriores. Essas definições foram baseadas nos estudos, visões e análises revistas neste trabalho. Em primeiro lugar, reuniram-se as características em quatro grupos distintos, a fim de facilitar o estudo, conforme mostrado na Tabela 3.4.

**Tabela 3.4** - Agrupamento das características relacionadas ao desempenho dos sistemas de transportes

<b>Características operacionais/desempenho</b>	<b>Características físicas/funcionais do sistema</b>	<b>Características do sistema viário</b>	<b>Características das vias exclusivas</b>
Capacidade	Terminais/Estações	Geometria	Nível de segregação
Velocidade	Dispositivos eletrônicos	Pavimento	-
Fluidez no Tráfego	Tecnologia veicular	Classificação viária	-

Nas tabelas 3.5 a 3.8 estão especificadas as definições e conceitos gerais das características que fazem parte de cada grupo estudado. Na Tabela 3.5 define-se os conceitos das características operacionais do sistema de transportes. Na Tabela 3.6 apresenta conceitos, definições e exemplos de características relacionadas às características físicas/funcionais do sistema. A Tabela 3.7 mostra as características relacionadas às vias exclusivas. Por último, na Tabela 3.8 encontra-se a definição das características do sistema viário

**Tabela 3.5 - Características operacionais do sistema de transportes**

<b>Características operacionais</b>	<b>Conceitos e definições</b>
<b>Tempo de viagem</b>	<p>- Tempo de viagem é o tempo total entre a origem e o destino do passageiro. Engloba a caminhada, tempo de espera e o tempo no veículo. Um dos fatores determinante do tempo de viagem é a velocidade no embarque /desembarque de passageiro. Quanto maior for essa velocidade menor será o tempo de viagem (Melo, 1979).</p> <p>- A utilização de técnicas modernas, facilidades de embarque/desembarque (veículos com plataformas retráteis etc.), pode aumentar o conforto e acessibilidade e reduzir o tempo de viagem (Sant' Anna, 2001).</p>
<b>Volume:</b> Passageiros	- O número de ônibus e passageiros que podem ser transportados ao longo de uma rota depende do tipo de via rápida, da forma das estações e das paradas, do tamanho, altura e arranjo das portas dos veículos, do modelo de vendas das tarifas e da concentração de passageiros nas paradas (TCRP, 2003b).
Veículos	- O número médio de veículos que percorrem numa seção de uma via por dia ou por ano (quando não se especifica o período considerado), é denominado volume médio diário-VMD (DNER, 1999).
<b>Condições de fluxo de tráfego</b>	<p>- Volume de tráfego é o número de veículos que passam por uma seção específica de via durante certo período de tempo (DENATRAN, 1978).</p> <p>- Existem duas características importantes do fluxo de veículos nas ligações e interseções viárias. A capacidade da via, ou seja, o volume máximo de veículos que a via pode acomodar e a velocidade dos veículos na via. O autor destaca ainda, a importância do número de veículos como causador de efeitos significativos no fluxo e na velocidade. A relação entre o volume e a velocidade causa outros efeitos no serviço de transportes, como o aumento da ocorrência de acidentes (Morlok,1978).</p> <p>- Nível de serviço é a medida qualitativa do fluxo de tráfego (HCM, 1985)</p>
<b>Velocidade:</b>	- A velocidade dos BRTs depende do tipo da via, do distanciamento das estações e padrões de serviço (TCRP 2003a)
Percurso	- Velocidade de Percurso - <b>VP</b> é a velocidade média dos veículos num determinado trecho, considerando o tempo em movimento acrescido dos tempos de embarque/desembarque e acidental (semáforos, acidentes etc.) (Empresa Brasileira dos Transportes Urbanos – EBTU, 1988).
Operacional	- Velocidade Operacional - <b>VO</b> é o valor teórico considerando somente o tempo de viagem (em movimento) e os respectivos tempos nos pontos de parada para atendimento dos passageiros (EBTU, 1988).
Comercial	- Velocidade Comercial - <b>VC</b> considera-se o tempo total durante a viagem (Faria, 1985).
Média de viagem	- Velocidade média de viagem <b>VMV</b> - a relação entre o somatório das extensões das viagens realizadas por todos os veículos e o somatório dos tempos totais (incluindo paradas) gastos nos percursos (DNER, 1999).
<b>Capacidade:</b>	Genericamente, capacidade é a máxima taxa de fluxo, permitida em uma seção ou trecho de via durante um determinado tempo, sob condições da via, do tráfego e do controle de tráfego (DNER, 1999).
Capacidade viária	- O cálculo para medir a capacidade/área de uma via, é representado pelo número máximo de pessoas que passam por um dado ponto em uma hora (Wright, 1992).
Capacidade do sistema	- A capacidade do sistema é a quantidade máxima de pessoas que pode ser transportada por sentido por hora, podendo também ser representada pelo número máximo de ônibus por hora (Melo, 1979).
Capacidade da veicular	<p>- A capacidade de um veículo de transporte público é o número total de passageiros a ser transportados sob determinada condição de conforto, representado pela quantidade de assentos e área útil para o transporte de passageiros em pé, (EBTU, 1988).</p> <p>- A capacidade do ônibus, é igual ao número de passageiros que o veículo pode transportar com todos os assentos preenchidos e ainda com passageiros em pé, sendo a taxa variável de ocupação entre 4 a 6 passageiros/m<sup>2</sup>. (Melo, 1979)</p>

**Tabela 3.6 - Características físicas/funcionais do sistema**

<b>Características Físicas/funcionais do sistema</b>	<b>Conceitos e definições</b>
<b>Terminais/ Estações</b>	<p>Os terminais/estações são os locais onde se originam ou terminam as viagens realizadas pelo modo de transporte público. Existem vários tipos de terminais de ônibus desde uma simples parada até uma infra-estrutura construída com capacidade para vários ônibus e condições especiais aos usuários (Sant' Anna, 2001).</p> <p>As características das estações dependem muito de sua localização, clima, dimensão viária, e espaço disponível. Essas estações podem ter plataformas elevadas ou baixas, podem ser implantadas de um dos lados da via ou no centro. A distância entre as estações depende das definições contidas no plano operacional do sistema (TCRP,2003a).</p> <p>Curitiba possui estações em formas tubulares de piso elevado permitindo o embarque/desembarque dos passageiros no nível do piso dos veículos (Santa'Anna, 2001).</p>
<b>Dispositivos eletrônicos</b>	Prioridade semafórica aos ônibus, equipamentos de informação ao usuário, GPS.
<b>Tecnologia veicular</b>	<p>Os tipos de ônibus que podem ser utilizados BRT são os convencionais, articulados, bi-articulado. Existem inovações veiculares com baixa capacidade de emissão de poluentes, piso rebaixado, maior número de portas e portas maiores. Quanto à propulsão, os veículos podem ser a diesel, diesel-elétrico e Gás Natural Comprimido (Comprende Natural Gás - CNG) (TCRP, 2003 a).</p> <p>Segundo Sant'Anna (2001), a utilização de técnicas e tecnologia modernas pode aumentar a capacidade, conforto e acessibilidade, reduzindo os tempos de viagem. Como exemplo, em Curitiba os ônibus possuem plataforma retrátil que é acionada quando o veículo chega à parada, permitindo o acesso em nível.</p>

**Tabela 3.7 - Características das vias exclusivas**

<b>Características das vias exclusivas</b>	<b>Conceitos e definições</b>
Vias exclusivas	Vias exclusivas para ônibus são vias segregadas do tráfego geral de veículos, que podem permitir um melhor desempenho operacional do sistema, tais vias podem ser encontradas em várias cidades, com características e resultados operacionais distintos, dependendo da estrutura do sistema viário e das características das cidades (Sant'Anna , 2001).
Nível de segregação	A forma mais simples de segregação é a indicação de uma ou mais faixas de tráfego para uso restrito aos ônibus. Os tipos de vias exclusivas podem ser com ou sem segregação física, no canteiro central ou na lateral da via, ou via totalmente reservada aos ônibus (Sant'Anna , 2001).

**Tabela 3.8 – Características do sistema viário**

<b>Características do sistema viário</b>	<b>Conceitos e definições</b>
<b>Alguns componentes do sistema viário</b>	<p>Canteiro central é o espaço compreendido entre os bordos internos de rolamento, com o tráfego geralmente em sentidos opostos com o objetivo de separação física, operacional, psicológica e estética. Os canteiros centrais incluem faixas de segurança e acostamentos internos.</p> <p>Interseção é a confluência de duas ou mais vias. As interseções em nível são os cruzamentos da corrente de tráfego ocorrem no mesmo nível (DNER 1999).</p>
<b>Tipo do pavimento</b>	<p>Os pavimentos podem ser classificados em flexíveis e rígidos. O pavimento flexível é constituído por um revestimento betuminoso sobre uma base granular ou de solo estabilizado granulometricamente. Os pavimentos rígidos são constituídos por placas de concreto assentes sobre o solo de fundação ou sobre uma sub-base intermediária, Medina (1997).</p> <p>Entre os pavimentos flexíveis e rígidos existe uma série de estruturas classificadas como semi-rígidas. Esses pavimentos são definidos como pavimentos asfálticos que utilizam bases e/ou sub-bases concretadas (Souza, 2002)</p> <p>Há uma necessidade de um pavimento rígido pelo menos nas paradas e curvas dos corredores de ônibus, a fim de suportar as cargas (resistência de rolamento) e nivelar o piso dos ônibus com as plataformas Sant' Anna (2001).</p> <p>O atrito de rolamento é atrito gerado nos mancais, rolamentos e engrenagens, e na superfície de contato entre o solo e o pneu (no caso de equipamentos sobre rodas). O valor do atrito dependerá da deformação na superfície de área de contato pneu/solo e será tanto menor quanto menor for a deformação (DNER, 1996).</p>
<b>Geometria</b>	<p>As características geométricas são: seção transversal (gabarito horizontal, incluindo largura da faixa de tráfego e distância livre até outras faixas e elementos de separação ou demarcação), largura da via, gabarito vertical, comprimento de entrelaçamento (nas entradas e saídas dos dispositivos de canalização do tráfego), raio das curvas horizontais, comprimento das curvas verticais, rampas, declividade transversal, superelevação, distância de visibilidade para frenagem. Freitas et al. (2001).</p>
<b>Classificação viária</b>	<p>As vias urbanas se classificam em: a) via de trânsito rápido - caracterizada por acessos especiais com trânsito livre, sem interseções em nível, sem acessibilidade direta aos lotes lindeiros e sem travessia de pedestres em nível; b) via arterial - caracterizada por interseções em nível, geralmente controlada por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade; c) via coletora - destinada a coletar e distribuir o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o trânsito dentro das regiões da cidade; d) via local - caracterizada por interseções em nível não semaforizadas, destinada apenas ao acesso local ou a áreas restritas. (Código de Trânsito Brasileiro -CTB, 1998).</p>

As tabelas mostradas neste item, sintetizam os conceitos e principais características dos MBSs e BRT. Essa síntese permite visualizar melhor os principais pontos a serem estudados, em qualquer trabalho voltado para as vias de Sistemas de Transporte Público por Ônibus.

### **3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE OS MBSs E BRT**

Este capítulo mostrou as principais diferenças entre os MBS e BRT, sendo que o primeiro tem como foco central os usuários e o segundo as vias rápidas que fazem parte do sistema de transporte coletivo.

Os MBSs tendem a melhorar as condições de transportes nas cidades, justamente por focalizar os usuários como o centro, ou seja, as propostas de melhorias partem das necessidades dos usuários dos sistema de transporte coletivo.

Os BRT também possuem objetivos de conceder melhores desempenhos ao transporte de passageiros, mas suas melhorias são baseadas nas vias rápidas e o desempenho mais importante, neste contexto, é o desempenho em termos de velocidade dos veículos nas vias e não as necessidades de deslocamento dos usuários.

Assim, os MBSs são mais eficientes quase em todos os aspectos do que os sistemas convencionais de transporte público e as técnicas de BRT, por fornecerem condições adequadas aos passageiros de transporte coletivo, em termos de conforto e segurança.

Por fim este capítulo reuniu e especificou as principais características que fazem parte dos MBS e BRT.

## **4 TEORIAS MICROECONOMICAS E AVALIAÇÃO DE PROJETOS**

Neste capítulo descreve-se o modo pelo qual a Teoria Tradicional do Consumidor e a Abordagem Microeconômica de Kelvin Lancaster analisam o comportamento dos consumidores, a partir de suas preferências e restrições orçamentárias. Desse modo, tenta-se estabelecer uma comparação entre os métodos e técnicas de avaliação de projetos que são coerentes com essas abordagens, a fim de mostrar as principais diferenças existentes entre a análise benefício/custo e a abordagem de características.

### **4.1 ABORDAGEM TRADICIONAL DO COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR**

O comportamento do consumidor é examinado em três etapas. A primeira consiste em analisar as preferências do consumidor, a segunda considera a renda do consumidor como fator limitante à quantidade de produtos a ser adquirido – restrição orçamentária, e a última reúne as preferências e a restrição orçamentária, a fim de determinar a escolha do consumidor (Pindyck e Rubinfeld, 1994).

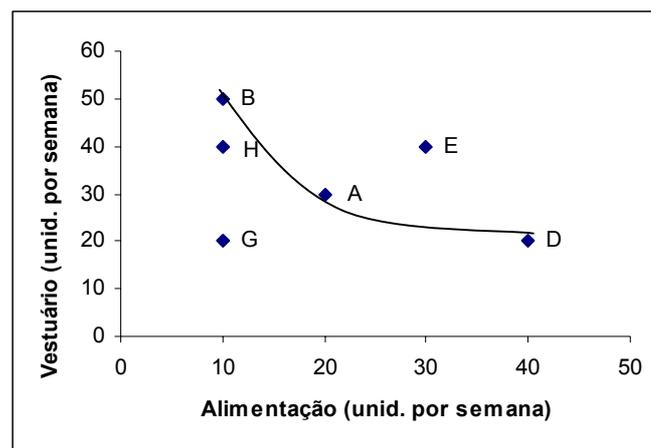
Considera-se a restrição orçamentária como fator limitante da escolha dos consumidores, uma vez que, os indivíduos exercem o consumo em razão dos preços, não sendo só as preferências a variável determinante de escolha pelos bens e serviços.

Essa teoria admite que os consumidores podem demonstrar suas preferências por determinada cesta de bens em relação a uma outra, ou então, sua indiferença em relação às duas. Ou ainda, substituir mercadorias, sendo a quantidade de uma determinada mercadoria da qual um consumidor estaria disposto a desistir para obter maior número de unidades de um outro produto, mas mantendo o mesmo nível de satisfação (efeito substituição).

A Figura 4.1 mostra o exemplo de possíveis combinações de cestas de mercado que os consumidores poderão adquirir com quantidades variadas. Por exemplo, o consumidor poderia preferir a cesta A com 30 unidades de vestuário e 20 de alimentação em vez da cesta G, pois a cesta A tem mais unidades de ambas as cestas (maior quantidade é sempre

melhor do que uma quantidade menor). A cesta E é preferida em relação a A, pois contém mais unidades de vestuário e de alimentação. Porém as cestas B, D e H não são possíveis compará-las com a cesta A sem antes ter maiores informações a respeito das preferências dos consumidores, pois B e H têm mais vestuário e menos alimentação e D possui mais alimentação e menos vestuário.

As preferências dos consumidores podem ser representadas através das curvas de indiferença (Figura 4.1). Tais curvas simulam todas as cestas de mercado que poderiam oferecer o mesmo nível de satisfação a uma pessoa. O consumidor, portanto, é indiferente às cestas de mercado representadas nas curvas. Por exemplo, o consumidor poderia se satisfazer tanto com a cesta A, B ou D, pois estaria disposto a desistir de 10 unidades de alimento pra obter 20 unidades de vestuário passando de A para B. Do mesmo modo, o consumidor estaria disposto a mudar de A para D, desistiria de 10 unidades de vestuário para obter 20 unidades de alimentação.



**Figura 4.1** - Cesta de bens, curva de indiferença (Pindyck e Rubinfeld, 1994).

Segundo Varian (1994) as cestas de consumo são os objetos de escolha dos consumidores. Essas cestas constituem uma relação completa dos bens e serviços envolvidos no problema de escolha. Portanto, o consumidor pode valorizar os bens de maneira diferente, dependendo de suas preferências. Logo, se um consumidor prefere uma cesta de bens a outra, isso significa que ele escolherá tal cesta a outra, considerando as oportunidades (orçamento e preferência) que ele dispõe para a realização dessa escolha.

Wright (1985) diz que na teoria tradicional supõe-se que: a) os consumidores têm informação perfeita, b) suas preferências são conhecidas e estáveis e c) o ato de consumo

em si não acarreta custos. A teoria acrescenta ainda que a utilidade ( $U_i$ ) do consumidor seja função direta dos bens e serviços que consome, como:

$$U_i = f(X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in}) \quad (\text{Eq. 4.1})$$

Onde:

$U_i$  representa o benefício que o consumidor  $i$  recebe de  $X_{ij}$ , o  $j$ -ésimo bem ou serviço.

#### **4.1.1 Teoria e métodos coerentes com a Teoria Tradicional do Consumidor**

A teoria tradicional do consumidor tem sido amplamente estudada e diversos métodos e técnicas são coerentes com essa Teoria. Algumas dessas aparecem como mais importantes e associadas aos estudos de transportes, como visto a seguir.

##### 4.1.1.1 Análise benefício/custo

Hirschfeld (1992) diz que a “relação benefício-custo” pode ser empregada em qualquer análise econômica, seja privada ou governamental. Porém, é comumente empregada, em maior escala, nas análises de obras públicas, onde a conceituação de benefícios é mais complexa do que em empreendimentos privados. O autor conceitua custos como as avaliações específicas de dispêndios, gastos, despesas e tudo mais que tende a endividar o empreendimento previsto; e, os benefícios são as avaliações específicas de receitas, faturamentos, e tudo aquilo que tende a beneficiar o empreendimento previsto.

Segundo Wright (1985) a análise benefício/custo é aplicável apenas quando há poucos projetos alternativos a serem avaliados sem existir impactos importantes e quando todos os benefícios e custos podem ser quantificados monetariamente. Buarque (1984) afirma que tal análise necessita de discussões não somente na identificação dos parâmetros, mas até mesmo em seus próprios conceitos.

##### 4.1.1.2 Preferência Revelada e Preferência Declarada

A técnica, Preferência Revelada determina as preferências dos consumidores a partir de suas escolhas. Pode-se determinar a preferência dos consumidores quando se dispõe de um número suficiente de escolhas feitas quando variam preços e renda. A idéia básica é que, se

um consumidor optar por uma determinada cesta de mercado em vez de outra, sendo a cesta escolhida mais dispendiosa do que a cesta alternativa, conclui-se que esse consumidor tem realmente preferência pela cesta de bens escolhida (Pindyck e Rubinfeld, 1994).

Segundo Goldner *et al.* (1994) a técnica “Preferência Revelada” baseia - se na observação do comportamento dos usuários ou no registro de dados feito pelos usuários por solicitação do pesquisador e, posteriormente, infere-se as relações em que justificariam um determinado comportamento.

A Preferência Declarada (*Stated Preference*) investiga a preferência dos usuários, com maior ênfase nas intenções do que no comportamento observado. As perguntas frequentes dos questionários utilizados nessa técnica são (o que você faria se...). Assim é possível conhecer o comportamento do consumidor não só diante das alternativas existentes, como também diante de outras novas alternativas que o planejador pretende implantar.

Lancaster (1969) diz que a ação indica a preferência dos consumidores; ou seja, dada uma escolha, um consumidor na realidade tomará o conjunto que prefere. Então, pode-se afirmar que as atitudes do consumidor revelam suas preferências.

#### **4.1.2 Um Exemplo de Aplicação em Estudos de Transportes**

Goldner *et al.* (1994), utilizam - se a técnica de Preferência Declarada para estimar o valor do tempo de viagem para compras a “Shopping Centers” (Centros de Compras) brasileiros. A estimativa de modelos comportamentais de escolha é considerada a melhor forma para se estimar o valor do tempo de viagem.

Para o alcance dos objetivos propostos, naquele trabalho, Goldner *et al.* (1994) selecionaram dois centros de compras localizados na cidade do Rio de Janeiro, um dentro da área urbana e outro fora. Posteriormente, fizeram as descrições das principais características sócio-econômicas e de transportes dos mesmos em função de suas localidades e as diferenças das populações das áreas de influência.

Para estabelecer o perfil da amostra usada na aplicação da técnica de Preferência Declarada, fizeram uma descrição das principais características sócio-econômicas e de transportes dos Centros de Compras estudados.

A pesquisa foi realizada em dois finais de semana em agosto de 1993, que foram entrevistadas 200 pessoas em cada um dos Centros de Compras. Para o Centro de Compras fora da área urbana obtiveram uma amostra com 187 indivíduos e para o centro de compras dentro da área urbana, 195 indivíduos, excluindo aqueles que não quiseram responder os questionários.

Os dados sócio-econômicos dos indivíduos foram obtidos considerando os seguintes aspectos, renda familiar, escolaridade, origem das viagens, número de viagens no domicílio, meio de transporte utilizado, tempos de viagem e o custo médio da viagem. Consideraram dois atributos tempo e custo da viagem das alternativas, como variáveis independentes, e a probabilidade de escolha por ônibus e automóveis, como variáveis dependentes.

Com os dados obtidos, estimou-se o modelo, de forma que a utilidade dos indivíduos seria em função do tempo e custo das viagens. Consideraram também a função utilidade ( $U$ ) negativa, uma vez que o transporte só é consumido para satisfazer outras necessidades; ou seja, o transporte não é um “bem”, mas um “mal” que não deriva prazer para seu consumo.

Através da análise realizada observaram que a decisão dos indivíduos entre as duas alternativas, ônibus e automóveis, era em função das diferenças do tempo de viagem e custo da passagem. Essas diferenças do tempo e custo foram definidas qualitativamente, obtendo três níveis de diferença de tempo e três de custo. O modelo foi calibrado utilizando regressão linear múltipla.

A partir da calibração dos modelos, estimou-se o valor do tempo de viagem aos centros de compras. Esse valor foi estimado em dólares equivalentes por cada minuto percorrido até chegarem aos centros de compras. Observou-se que o valor do tempo de viagem foi maior no centro de compras fora da área urbana. Portanto, consideraram os resultados da aplicação da técnica Preferência Declarada satisfatória, consistindo numa maneira simples de determinar as preferências dos usuários em relação à escolha de suas viagens.

## **4.2 ABORDAGEM DE LANCASTER SOBRE COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR**

Kelvin Lancaster propõe em 1966 “*A New Approach to Consumer Theory*”. Essa nova abordagem rompe com a tradicional teoria do consumidor em alguns aspectos, principalmente, no conceito de que os bens e serviços são objetos diretos da utilidade humana e analisados a partir de cestas de mercados, seguida pela visão tradicional. A Teoria de Lancaster propõe que a utilidade desses bens está relacionada a suas características próprias, supõe também que os bens e serviços podem ser considerados separadamente ou combinados, sendo o produto uma coleção de características.

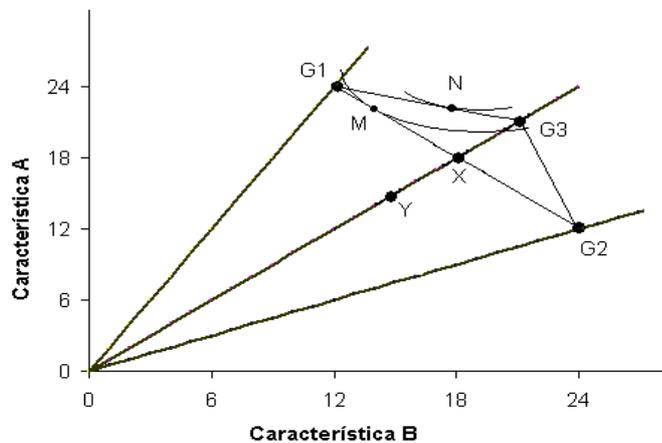
### **4.2.1 O Modelo de Lancaster**

Lancaster (1969) ilustra a sua nova abordagem estudando o efeito da introdução de novos bens no sistema. Diz que a teoria tradicional não é capaz de tratar satisfatoriamente esse problema. Exemplifica seu modelo fazendo uma análise simples na qual os consumidores interessam por uma classe de bens onde há apenas duas características importantes, A e B. Admite-se que uma determinada mercadoria  $G_1$  possui essas características em proporções fixas e as quantidade de características são diretamente proporcionais à quantidade de bens. Admite-se também, que as características dos bens são cumulativas; ou seja, as características de dois bens separadamente podem ser adicionadas ou somadas.

Agora, supondo-se que exista dois bens,  $G_1$  e  $G_2$ , e que um quilo de  $G_1$  contenha duas unidades da característica A e 1 unidade da característica B e um quilo do bem  $G_2$  contenha uma unidade da característica A e duas da unidade da característica B.

Sendo o orçamento do consumidor de 12 dólares e gastando todo o orçamento em  $G_1$ , o consumidor comprará 12 Kg desse bem onde terá 24 unidades da característica A e 12 unidades da característica B. E, gastando o seu orçamento em  $G_2$ , o consumidor comprará 12 Kg dessa mercadoria, porém ele terá 12 unidades da característica A e 24 unidades da característica B.

Se, o consumidor resolver gastar parte do seu orçamento de 12 dólares em  $G_1$  e o restante em  $G_2$ , esse consumidor terá combinações de características, representa pelos pontos na linha que une  $G_1$  a  $G_2$  (Figura 4.2).



**Figura 4.2** - Características dos bens (Lancaster, 1969)

Portanto, a linha ( $G_1$  a  $G_2$ ) representa a fronteira de características no alcance do orçamento do consumidor. Se o orçamento aumentar, a linha se afastaria paralelamente a si mesma, e se os preços relativos dos bens mudassem, mudaria a inclinação dessa linha ( $G_1$  a  $G_2$ ). Já que as preferências dos consumidores estão mais relacionadas entre as combinações de características do que nos próprios bens, pode-se traçar as curvas de indiferença entre as combinações de A e B no gráfico. Assim a curva de indiferença é tangente à fronteira de características.

Supondo-se que introduza uma nova mercadoria,  $G_3$ , que tenha também as características A e B, onde uma unidade de  $G_3$  é igual a duas unidades da característica A e duas características de B, sendo um bem mais “poderoso” uma vez que, contém mais características por unidade do que os bens  $G_1$  e  $G_2$ . No entanto, isto não é relevante para a escolha até que se tenha um preço para essa mercadoria. Supondo que o preço seja \$1,50, gastando todo o orçamento em  $G_3$ , o consumidor compraria 8 unidades, obtendo 16 unidades de A e 16 de B. Seria o ponto Y no gráfico.

Assim, seria ineficiente esta escolha, pois no ponto X o consumidor poderia obter 18 unidades de A, gastando \$6 com  $G_1$  e 18 unidades de B, gastando \$6 com  $G_2$ . No entanto,

se o preço de  $G_3$  fosse reduzido para \$1,20, o consumidor com a renda semanal de 12\$ poderia obter 10 unidades de  $G_3$ , com 20 unidades de A e 20 de B.

Neste caso, o ponto X passa ser ineficiente, pois se o consumidor gastar todo seu orçamento em combinações na linha  $G_1$  a  $G_3$ , pode-se alcançar combinações de características ao longo da mesma, de igual modo na linha  $G_2$  a  $G_3$ . Assim, para se alcançar maiores quantidades de ambas as características pode-se mover de qualquer ponto sobre  $G_1$  a  $G_2$  para algum ponto em  $G_1$ -  $G_3$  ou  $G_3$ -  $G_2$ . A fronteira de características passa a ser  $G_1$ -  $G_2$ -  $G_3$ . Assim, conclui-se que o lugar de um bem novo no sistema depende do seu preço e das preferências dos consumidores.

#### 4.2.1.1 Descrição do Modelo de Características dos Bens

Segundo Lancaster (1971) o modelo de características está baseado na relação linear que relaciona bens e características. Nesse modelo, assume-se que todas as características são quantificáveis, portanto mensuráveis, então a afirmação que  $b_{ij}$  é a quantidade da  $i$ -ésima característica possuído por uma unidade do bem  $j$ -ésimo. A unidade na qual a característica em particular é mensurada não importa, porém, deve ser a mesma para todos os bens que possuem a característica e deve ser mantida ao longo da análise.

Se,  $b_{ij}$  é a quantidade da  $i$ -ésima característica contida numa unidade do bem  $j$ -ésimo, e  $z_i$ ,  $x_j$  são quantidades da  $i$ -ésima característica e do  $j$ -ésimo bem, respectivamente. Assim as hipóteses básicas do modelo são:

Linearidade:  $z_i = b_{ij}x_j$  isto é, a quantidade  $x_j$  que o bem  $j$  possui vezes a quantidade unitária da característica do bem.

Cumulativo:  $z_i = b_{ij}x_j + b_{ik}x_k$ , isto é, dada as quantidades de dois bens  $x_j$  e  $x_k$ , o total da  $i$ -ésima característica possuída pelo conjunto de bens  $(x_j, x_k)$  é a soma das características possuídas por  $x_j$  e  $x_k$ .

$z_i$  = quantidade da característica  $i$

$x_j$  = quantidade do bem analisado

$b_i$  = é a quantidade total da característica  $i$  por uma quantidade

Resulta num sistema de  $r$  características e  $n$  bens. O conjunto das características possuídas pelo conjunto  $(x_1, \dots, x_n)$  de  $n$  bens é dado por:

$$z_i = \sum_{j=1}^n b_{ij} \cdot x_j \quad i=1, \dots, r \quad \text{Eq. 4.2}$$

Em forma matricial temos:

$$z = Bx$$

Onde  $Z$  = vetor de características,  $x = [x_j]$  é o vetor de bens, e  $B = [b_{ij}]$  é a matriz de coeficientes relacionando bens e características.

Assim a relação fundamental  $z = Bx$  o modelo de características representa uma transformação linear de um espaço (bens) em outro (características), ao invés de uma transformação de bens como bens. Na Tabela 4.1 pode ser visualizada a presente relação.

**Tabela 4.1** – Relação entre bens e características

Características \ Bens	B1	B2	B3	B4
C1	160	80	330	60
C2	9	6	20	2
C3	350	590	50	240

**Fonte:** Adaptado (Lancaster, 1971)

A matriz  $B$  pode ser visualizada como:

Em termos de suas colunas  $B_j$ : Sendo  $B_j$  um vetor coluna  $(b_{ij})$ ,  $i=1, \dots, r$ , representa a coleção de características possuídas pela quantidade unitária do  $j$ -ésimo bem.

Em termos de suas linhas  $B_j$ : Sendo  $B_j$  vetor linha,  $(b_{ij})$ ,  $i = 1, \dots, n$ , é melhor visualizado, mostrando as quantias relativas da  $i$ -ésima característica possuída pela quantidades unitária de cada um dos bens  $n$ .

A relação entre características e pessoas é expressa pelas preferências dos consumidores, assume-se então, que o interesse dos consumidores é nas características, não nos bens em

si. Portanto, cada consumidor tem preferências, num primeiro momento, sobre o conjunto de uma coleção de características. Qualquer preferência a um conjunto de bens são preferências derivadas, se o consumidor prefere uma coleção de bens em particular em detrimento à outra, é tão somente, porque a coleção de características associadas a esse bem é preferida à coleção de características associadas ao segundo bem.

Lancaster (1969) define a utilidade como sendo “algo” que os bens produzem ou dão origem, assim, um conjunto de bens é relacionado a certo nível de utilidade. Portanto, para os consumidores é sempre conveniente tê-la em maior quantidade. Como essa utilidade não é observável, porém somente percebida pelos consumidores, não pode ser quantificada.

O consumidor não pode dizer “quanta” utilidade recebe de determinada combinação de bens, mas pode dizer qual das duas prefere. Desse modo, pode-se definir que a utilidade de determinada combinação é maior ou menor do que a outra, mas não se sabe o “quanto”.

Portanto, Wright (1985) diz que, segundo os princípios da abordagem de microeconômica de Kelvin Lancaster, a utilidade do consumidor é função direta das características dos bens e serviços. Ou seja:

$$U_i = f(C_{i1}, C_{i2}, \dots, C_{in}) \quad (\text{Eq. 4.3})$$

Onde:

$U_i$  = i-ésima utilidade do residente urbano (normalmente é o usuário de transporte)

$C_{ij}$  = é a j-ésima característica de uma utilidade de transporte que o afeta

i = tipos de utilidades que o consumidor pode usufruir

A função utilidade de Lancaster considera que a utilidade do cidadão i é influenciada tanto pelo seu próprio consumo dos serviços de transportes quanto o de outras pessoas. De tal modo, o menor uso do transporte aumentaria a utilidade individual e coletiva, causados pela diminuição das externalidades, como os congestionamentos e poluição, já que esses são associados às características das modalidades e pela a intensidade de sua utilização.

A função utilidade de Lancaster também está intimamente relacionada ao planejamento dos projetos de transportes, ou seja, exige a procura sistemática de um conjunto de

características que visa a aumentar a utilidade dos usuários de transporte ou residentes urbanos, sujeito às restrições das finanças locais. Desse modo, a abordagem de características condiciona a uma análise conjunta, não permite uma análise feita somente para viabilizar uma decisão que já tenha sido tomada, mas as análises iniciam desde a definição do problema a ser investigado.

#### **4.2.2 Métodos coerentes com a Teoria de Lancaster**

Verifica-se na literatura disponível, certa quantidade de métodos de análise coerentes com os princípios da Teoria de Lancaster e com identificação das características.

##### **4.2.2.1 Abordagem de características**

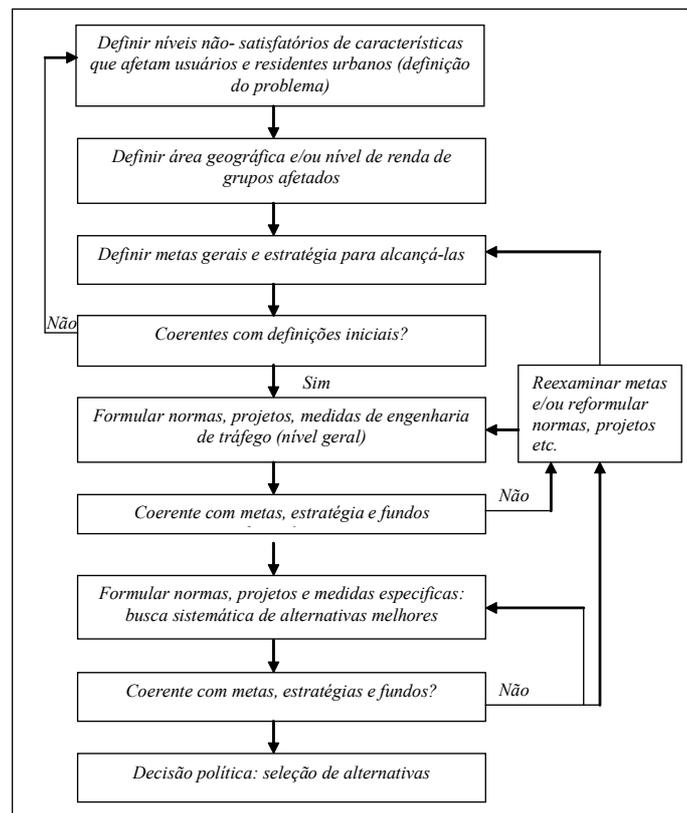
Wright (1992) relata que o método “Abordagem de Características” faz uma descrição das características de um problema, mostra as alternativas para lidar com esse problema e apresenta os custos de cada uma das alternativas de solução. Estrategicamente, esses estudos costumam ser sucintos e claros. Só a partir dos projetos de engenharia finais e seleção do projeto específico pelos tomadores de decisão é que o nível de detalhamento torna-se mais complexo.

Desse modo, o autor destaca que tal abordagem é coerente com a engenharia de sistemas, que se caracteriza por estudar os problemas como um todo. Wright (1992) diz também que a abordagem de características utiliza os princípios da Teoria de Lancaster, no que diz respeito ao estudo das características, também tem alguns pontos em comum com a análise de conseqüências e, em menor grau, com a análise multicriterial. Em relação à análise de conseqüência a semelhança está em seus aspectos sistêmicos, e com a análise multicriterial, em alguns aspectos de estudos de desempenho das alternativas de projetos.

A abordagem de características é sistêmica e requer considerações de inter-relacionamento e efeitos de retroalimentação. Essa abordagem analisa os projetos a partir da identificação do problema a ser resolvido, e posteriormente formula a estratégia geral para combatê-lo.

Segundo Wright (1985), as idéias primordiais da abordagem de características são a visão sistêmica da qual ela dispõe e a teoria de utilidade baseada nos princípios da abordagem microeconômica de Lancaster (utilidade é função direta das características dos bens).

A Figura 4.3 mostra o processo sistêmico da abordagem de características, onde, em primeiro lugar, define-se o problema a ser resolvido embasado nas características que devem ser alteradas, de acordo com as necessidades dos usuários do transporte coletivo, portanto, os planejadores examinam sistematicamente os meios alternativos de fornecer tais características. Essa análise exige combinações apropriadas de políticas, modalidades e medidas de engenharia de tráfego que forneçam aos usuários as condições favoráveis da qual necessitam, ou seja, as melhores características de transporte na percepção desses usuários.



**Figura 4.3** - A análise de características no planejamento e na avaliação de projetos de transporte urbano

Tal processo resultará numa estratégia geral para que se possa alcançar um conjunto desejável de características. O próximo passo é examinar os principais impactos sobre pessoas de vários níveis de renda para que se tenha uma indicação da validade e eficácia da

estratégia proposta. Se não detectar alguma deficiência significativa, passar-se-há a centrar em alternativas específicas que possam fornecer as características coerentes a níveis aceitáveis de despesas. Examinam-se as propostas específicas que surgem em relação aos objetivos, às restrições financeiras e à estratégia inicial. As características físicas das alternativas e os dispêndios financeiros são calculados com um alto grau de precisão, a fim de acompanhar o crescente grau de detalhamento das alternativas consideradas.

Os objetivos, as estratégias e as propostas são examinados e modificados de forma interativa e o produto final desse processo, consiste numa série de opções capazes de fornecer as características que se deseja obter do sistema de transportes e das suas interfaces com o meio urbano. Portanto, não há uma solução única, e o que se espera é um conjunto de características que forneça condições desejáveis de transportes aos usuários.

Segundo Wright (1985) é imprescindível analisar em maior profundidade a natureza das características em si e examinar o desempenho das diversas modalidades em relação a elas. A Tabela 4.2 descreve a análise qualitativa do desempenho de cada modalidade em relação a uma dada característica, classificada em superior (S), intermediário (I) ou péssimo (P) e (I - P, S-I, S- P) são as variações devidas aos fatores externos ao veículo. Essa classificação qualitativa derivou de dados calculados anteriormente e consenso de idéias desenvolvidas ao longo de vários anos pelo próprio autor, seus alunos e colegas de trabalho, principalmente no tocante às variáveis psicológicas (conforto).

#### 4.2.2.2 Análise sistêmica

Segundo Mendonça *et al.* (1972), à medida que as ciências evoluem dando mais ênfases ao “como” do que ao “porque” das coisas, tornam-se fragmentadas, surgindo as “especialidades”, a fim de proporcionar uma melhor compreensão de uma realidade complexa. Essa decomposição do todo em partes, promove a definição dos passos necessários para a solução dos problemas.

Uma das idéias centrais da análise sistêmica é aperfeiçoar esse todo e não somente as partes consideradas isoladamente. Procura disciplinar o bom - senso e a intuição através de um processo lógico e de uma análise formal do problema, considerando as interfaces entre suas diversas partes, com interação e avaliação permanente.

Wright (1985) diz que a análise sistêmica examina todos os impactos de um projeto sobre todos os agentes, podendo ser um meio eficaz de definir adequadamente os problemas e de gerar projetos, políticas ou soluções. Sua base teórica provém da engenharia de sistemas, admitindo-se a interdisciplinaridade.

**Tabela 4.2** - Qualidade do desempenho de modalidade de transporte

Característica/ Modalidade ou veículo	A pé	Bicicleta	Auto-móvel	Ôni-bus	Trole-bus	Bonde	Trem	Metrô
<b>Utilidade da coletividade</b>								
1. Maior capacidade/ área	S	S	P	S	S	S	S	S
2. Maior eficiência energética	S	S	P	S	S	S	S	S
3. Menor custo para o setor público	S	S	I-P	S-P	S-P	S-P	I-P	P
4. Menos acidentes graves	S	I-P	P	S-I	S-I	S-I	S	S
5. Menor vulnerabilidade do sistema	S-P	S	P	P	P	P	P	P
6. Menor poluição do ar	S	S	P	S-I	S	S	S	S
7. Menor ruído	S	S	P	P	S	I	I-P	S
8. Menor poluição visual	S	S	S-P	S-P	I-P	S-P	I-P	S
<b>Utilidade individual</b>								
9. Menor custo para os usuários	S	S	P	I	S-I	S-I	S-I	S-I
10. Maior conforto	S-P	S-P	S	I-P	I	I-P	S-P	S-P
11. Melhor ambiente psicossocial	S	S	S	P	P	P	P	P
12. Maior flexibilidade	S	S	S	S-I	I-P	P	P	P
13. Maior facilidade de transportar embrulhos/compras	I-P	S-P	S	I-P	I-P	I-P	I-P	I-P
14. Maior pontualidade	S	S	S	I-P	I-P	P	S-P	S
15. Maior frequência	S	S	S	S-P	S-P	P	S-P	S
16. Mais saudável	S	S	P	I-P	I-P	I-P	I-P	I-P
17. Menor tempo origem – destino								
a) Até 400m	S	S	I	P	P	P	P	P
b) De 400 a 1500m	I-P	S-I	S-I	S-I	S-I	S-I	I-P	I-P
c) Acima de 1,5 km	P	S-P	S-P	S-I	S-I	S-I	S-I	S-I

Fonte: Wright, (1985)

S = superior

I=intermediário

P = péssimo

(I - P, S-I, S- P) = variação devida à operação ou fatores externos ao veículo.

#### 4.2.2.3 Análise Multicriterial

Segundo Wright (1985) essa análise atribui notas ao desempenho de cada uma das diversas alternativas de projeto quanto a um número de características, portanto dá peso a essas características, e seleciona o projeto com a nota geral mais alta. Porém, há subjetividade da fixação desses pesos, falta de embasamento teórico e ausência de critérios para a elaboração dos projetos.

#### 4.2.2.4 Análise de Conseqüências

Wright (1992) diz que a análise de conseqüências examina os desempenhos em termos de características (conseqüências) do projeto. A substituição ou transferência se justifica quando o desempenho (características importantes) se mostra deficiente. Os aspectos sistêmicos deste método são muito coerentes com os aspectos da abordagem de características e da engenharia de sistemas.

#### 4.2.2.5 Modelo dos Preços Hedônicos

O Modelo de Preços Hedônicos refere-se a valores implícitos das características presentes nos produtos, usam-se modelos de regressões clássicas, nas quais os preços dos produtos são regredidos em função da medição de seus atributos, estipulando o valor de mercado de todas as características do bem, e recorrendo a quantificação das preferências dos consumidores em relação ao atributo de um determinado produto (Ângelo e Fávero, 2003). Segundo Jones (1988) o cálculo dos preços dos bens, é feito a partir da soma ponderada dos preços de cada característica embutida no bem, considerada a sua importância.

#### 4.2.2.6 Análise de eficácia de custos

A análise de eficácia de custos procura gerar soluções de baixo custo capazes de alcançar objetivos predeterminados ou, no caso ligeiramente diferente de ter uma quantidade de recursos disponível, de gerar o máximo de benefícios com ela (Wright 1985).

#### 4.2.2.7 Modelo de Características dos Bens (Consumer Goods Characteristics Model) - CGCM

Segundo Pinheiro *et al.* (2001), o modelo teórico “Modelo de Características de Bens” é uma variante da Teoria de Lancaster, sendo que sua hipótese básica é que, consumidores demandam produtos por causa da utilidade que eles proporcionam, e essa utilidade, depende das características que os bens possuem. Envolve os conceitos da teoria do

consumidor, da nova abordagem microeconômica de Lancaster e do modelo dos preços hedônicos.

### 4.2.3 Aplicações da Teoria de Lancaster

O aproveitamento dos princípios da Teoria de Lancaster no setor de transporte ainda é pouco explorado, uma vez que, as técnicas e métodos em geral utilizados seguem os princípios da Teoria Tradicional do Consumidor. Segundo Wright (1992), os padrões de transportes urbanos ainda são muito orientados para o “produto” em si, como carros, ônibus, trens, e não em torno de uma união de características, como capacidade, velocidade, etc. Porém, Wright (1985) sugere a “abordagem de características” como alternativa a análise benefício/custo na avaliação de projetos.

Diante das falhas da relação benefício/custo em analisar projetos de ordem social, ou seja, quando existem aspectos que não podem ser quantificados monetariamente, ou quando há impactos importantes que precisa ser mencionado nas análises, o autor, propõe um método sistêmico de características para formulação e avaliação de alternativas baseado na nova abordagem utilitária de Lancaster e em princípios sistêmicos de planejamento. O método proposto inclui tanto projetos de infra-estrutura como políticas e programas que possam complementá-los ou substituí-los.

Há aplicações dos princípios da Teoria de Lancaster também em outras áreas, como pode ser visto, em um artigo analisado, utilizaram-se os princípios dessa Teoria, para fazer estimativa e análises mais coerentes, considerando os bens como um conjunto de características, capazes de influenciar diretamente na demanda, preços, ou desempenho.

Esse levantamento da aplicação da Teoria de Lancaster demonstrou a sua viabilidade em análises destinadas a subsidiar decisões, podendo ser facilmente aplicado no setor de transportes urbanos.

No primeiro artigo analisado, Pinheiro *et al.* (2001) utilizam-se os princípios da Teoria de Lancaster e as hipóteses do Modelo de Características de Bens– CGCM (*Consumer Goods Characteristics Model*) para estimar o valor da água para uso doméstico em comunidades

rurais do Ceará. Para tanto, considerou-se o atributo ou característica salinidade como um importante fator diferenciador do preço.

O estudo partiu do princípio de que a distribuição de água na região não tem um preço reconhecido, por não haver um mercado nas comunidades estudadas. Seu valor econômico existe na medida em que seu uso altera o grau de bem - estar da sociedade. Já existiam algumas pesquisas a respeito da distribuição do uso da água na região, tanto para o consumo doméstico, quanto para a irrigação, procurando determinar demanda e disposição a pagar pela água. Porém, nenhuma dessas pesquisas levaram em conta a salinidade como um fator diferenciador de preço.

Desse modo, esse trabalho teve como objetivo central gerar subsídios para o esboço de uma política de preço para a água dessalinizada de consumo doméstico no Estado do Ceará, e especificamente determinar o preço da água de consumo doméstico considerando a característica salinidade como critério de diferenciação no valor econômico da água.

Considerou-se nesse trabalho que uma elevada concentração de sais poderia acarretar em problemas consideráveis na agricultura e na pecuária, como também para o consumo humano. Desse modo, concluiu-se que os consumidores demandam produtos por causa da satisfação que os mesmos oferecem e a utilidade proveniente do consumo de bens é função direta das características extrínsecas no próprio bem. Com isso, quanto maior for a quantidade de características no bem ou produto, maior será a satisfação dos indivíduos em consumi-los.

No modelo consideraram como variáveis dependentes, a quantidade de sal e preço da água e as variáveis independentes são: quantidade consumida de água para fins domésticos, tipo de aquífero, distância percorrida para coletar água e a profundidade do poço. Concluíram que o preço da água sofre influência em proporção inversa da característica salinidade, portanto essa característica pode ser considerada como um elemento diferenciador de preço. Os preços estimados mostram o valor máximo que as famílias pesquisadas estariam dispostas a pagar por água potável para o consumo doméstico. Assim, os resultados deste trabalho podem orientar os órgãos decisórios para uma política de investimentos e de cobrança de tarifas diferenciadas em função das diferentes qualidades da água existente na região.

Em outro caso, Ângelo e Fávero (2003) analisaram os atributos e as características de veículos novos, a fim de possibilitar estratégias de comercialização, partindo do pressuposto que os consumidores analisam e diferenciam essas características de acordo com suas necessidades, para isso utilizaram o modelo de “Preços Hedônicos”. Tal modelo utiliza análises de regressões clássicas, nas quais os preços de vendas dos veículos são regredidos em função da mensuração de seus atributos, estipulando o valor de mercado das características do bem; e, posteriormente recorre-se à quantificação das preferências dos consumidores em relação aos atributos do produto.

Ângelo e Fávero (2003) consideraram que os consumidores ao adquirirem um veículo, estão optando por locomoção, segurança, conforto, rapidez, ou qualquer outro produto que seja compatível com suas necessidades. Portanto, escolhem seu “pacote” de características disponíveis em cada bem ou serviço, em função da percepção de utilidade. Assim, analisaram os veículos novos considerando as características relacionadas a cada veículo, e não apenas os veículos em si, já que os consumidores têm a percepção de diferenciarem em função das utilidades existentes em cada um deles, por exemplo, em relação aos atributos segurança e conforto.

Assim, esse estudo relatado por Ângelo e Fávero (2003) procurou estudar e analisar os veículos, dando enfoque aos atributos intrínsecos pertencentes a cada um, a fim de examinar quais atributos, ou “pacote” de produtos apresentam maior utilidade ao consumidor.

#### **4.2.4 A Teoria de Lancaster e o transporte urbano**

Segundo Ângelo e Fávero (2003) um dos pontos importantes da Teoria de Lancaster é que o consumo está diretamente relacionado ao conjunto de características - produto. Além disso, a mesma característica pode fazer parte ao mesmo tempo de um determinado produto (conjunto de características) como de outros produtos, de modo que os bens que aparentemente não são relacionados em certas características sejam em outras. Assim, o bem por si só não propicia utilidade ao consumidor, mas possui atributos que o fazem.

Enfim, considera que a utilidade proveniente do consumo dos bens é função direta das características intrínsecas do próprio bem. Então quanto maior for a diversidade de características contidas nos bens, maior será o nível de satisfação dos consumidores.

Segundo Wright (1992), seus postulados baseados na Teoria de Lancaster para os transportes, não podem ser provados, porém, podem ser explicados, interpretados, e comparados com a abordagem tradicional do consumidor.

Os postulados propostos para a terminologia de transportes são:

- a. Parte-se de um princípio que as pessoas recebem benefícios (utilidade) das características do sistema de transportes e dos veículos, assim, são atraídas pelas características dos veículos; tais como velocidade, flexibilidade, conforto, e a facilidade de transportar objetos e não da própria modalidade, veículo ou serviço;
- b. As modalidades, veículos ou serviços possuem diversas características e uma dada característica pode estar presente em mais de uma modalidade, veículo ou serviço;
- c. Em relação flexibilidade das modalidades, o ônibus possui menor flexibilidade em relação à caminhada. Porém, faz o mesmo trajeto num tempo menor. E a combinação entre caminhar e andar de ônibus pode otimizar a viagem;
- d. Os usuários possuem necessidades e desejos diferenciados. Por exemplo, um executivo, seria atraído por uma modalidade que gastasse um menor tempo para a realização da sua viagem, portanto, o custo não seria o primeiro critério de escolha da modalidade. Já o aposentado escolhe a modalidade que apresentar menores custos em função da sua renda, e o tempo de viagem ficaria em segundo plano ou nem seria considerado por esse usuário. Já um estudante, pode escolher uma modalidade como a bicicleta, por exemplo, simplesmente para fazer exercícios e ao mesmo tempo economizar seus recursos financeiros.

### **4.3 SOBRE AVALIAÇÃO DE PROJETOS**

A realização de projetos desde a idéia inicial até a sua operação (etapa final) requer estudos para que os objetivos propostos sejam cumpridos, sendo um processo contínuo no tempo, composto por diversas análises. Wright (1985) destaca que a avaliação de projetos deve ser parte integrante do planejamento como um todo, incluindo os aspectos urbanos, econômicos e de transportes. Assim, os projetos selecionados devem originar-se de um exame sistêmico de todas as alternativas existentes, tendo em vista todas as restrições orçamentárias.

Segundo Buarque (1984) o processo de elaboração e execução de um projeto é basicamente seguido por cinco fases distintas: a identificação da idéia, o estudo de previabilidade, o estudo de viabilidade, o detalhamento da engenharia e a execução. O projeto inicia-se com a idéia de investir certa quantidade de capital na produção de certo bem ou serviço.

A avaliação de projetos surgiu do fortalecimento dos organismos financiadores, principalmente, dos destinados ao desenvolvimento. Ou seja, devido aos limites de capital destinado a estes financiamentos, tais órgãos são obrigados a usar critérios de seleção dos projetos a serem financiados, sendo que tal seleção é realizada através da avaliação dos projetos apresentados.

A avaliação de projetos públicos é diferente da avaliação de projetos puramente privados, por exigir certos critérios de análises em que justifique vantagens para a sociedade como um todo, além das vantagens ao empresário. Portanto, as análises que envolvem projetos de interesse público ou social, como o caso dos transportes urbanos, são análises mais complexas do que a avaliação privada. Essas análises, segundo Cunha (2002), são sinônimos de valorar o projeto, ou seja, medir sua qualidade e verificar a pertinência de sua implantação do ponto de vista financeiro, econômico e social. Trata-se, pois de buscar a melhor solução para um problema da coletividade, com o menor aporte de capital possível, em lugar do simples investimento de capital em algo produtivo.

Em relação à avaliação de faixas exclusivas, Melo (1979) destaca que normalmente existem dois métodos: estudos comparativos do tipo antes e depois (faixas são introduzidas em caráter experimental) e simulação, onde as velocidades dos ônibus são estimadas pela simulação da operação dos veículos em condições iguais às das faixas projetadas.

#### **4.4 TEORIA TRADICIONAL DO CONSUMIDOR e TEORIA DE LANCASTER**

Este tópico consiste em comparar as duas abordagens (Teoria Tradicional do Consumidor e Teoria de Lancaster) a fim de explicar e justificar a utilização da Teoria de Lancaster no presente trabalho.

Pindyck e Rubinfeld (1994) dizem que uma forma de descrever as preferências dos consumidores de modo coerente numa economia, onde exista uma imensa variedade de bens, serviços e gostos diferenciados dos consumidores, seria observar as preferências em termos de comparação de cestas de mercado.

No entanto, Lancaster (1969) relata que é difícil descrever a escolha dos consumidores, sem antes aprofundar em investigar quais são os fatores que determinam o interesse dos consumidores pelos bens ou serviços. Tais fatores podem ser determinados através do uso de técnicas que consideram a percepção do usuário frente à utilidade desses bens e serviços.

Pinheiro *et al.* (2001) também destacam a capacidade da Teoria de Lancaster em analisar as características dos bens e serviços, como um ponto positivo, uma vez que, determinada característica pode estar presentes em vários bens e as várias combinações de bens podem produzir um mesmo conjunto de características.

Assim, Ângelo e Fávero (2003) dizem que a Teoria Tradicional do Consumidor, apresenta deficiências nessa relação entre os bens, uma vez que o caráter de existência ou não de substituição ou complementaridade dos bens em relação a outros é considerada uma propriedade intrínseca. Já a Teoria de Lancaster, considera que cada produto possui sua própria “cesta” de atributos, sendo sobre estas características que o consumidor age e

maximiza sua função utilidade. Enquanto na abordagem tradicional, a cesta é representada por uma união de diferentes bens.

Em alguns momentos, os estudos e análises de implantação de projetos, principalmente os estudos que envolvem aspectos qualitativos, estéticos e sociais, como é o caso do setor de transportes urbanos, necessitam de estudos mais substanciais para o alcance do seu sucesso (nível de desempenho operacional e econômico desejado). Neste contexto, Wright (1992) diz que projetos grandes têm impactos importantes que não podem ser expressos em valores monetários; no entanto, os planejadores precisam saber quais são esses impactos antes de tomarem alguma decisão.

Com isso, alguns economistas e profissionais criticam a análise benefício/custo por negligenciar valores culturais, étnicos e distribuição de renda, sendo que, essa imprevisão é mais acentuada em projetos da área da saúde, educação e transportes, onde os fatores sociais não monetários são extremamente importantes na análise. Para Wright (1992), um dos pontos críticos dessa análise, é o fato dela consistir numa visão totalmente orientada ao produto. Outro ponto importante, é que a formulação de projetos requer análises detalhadas das características das modalidades para a definição de estratégias, a fim de solucionar o problema e, a relação benefício/custo também não tem muito a contribuir neste aspecto.

A Teoria do Consumidor ignora todas as características intrínsecas dos bens (modalidades de transportes e veículos), essa teoria considera os bens diretamente como objetos da utilidade. Assim, a reação das pessoas frente a novas transformações, através da análise do comportamento do consumidor (suas preferências), torna-se complexas e irrelevantes.

Outra crítica a respeito da relação benefício/custo feita por Wright (1992), é que as análises dos projetos são realizadas quando estão “prontos” para avaliação. Essa avaliação significa aceitar ou rejeitar o projeto. Desse modo, essa análise não participa da formulação dos projetos. Os estudos de avaliação têm apenas um estágio e são realizadas após terem sido tomadas algumas decisões importantes.

Lancaster (1969) diz que a teoria tradicional sempre foi incapaz de prever o comportamento dos consumidores em face de novos produtos ou serviços, principalmente por não aproveitar as informações disponíveis a respeito de suas características.

A Tabela 4.3 apresenta todos os pontos em comuns e discrepantes entre as duas Abordagens do comportamento do consumidor. Essa descrição tem como objetivo relacionar as duas Teorias, para proporcionar uma melhor compreensão entre os pontos divergentes entre a Abordagem Tradicional e a Nova Abordagem de Kelvin Lancaster (1966).

**Tabela 4.3-** Principais considerações entre a Teoria do Consumidor e a Teoria de Lancaster

Nova Abordagem Microeconômica de Lancaster	Teoria Tradicional do Consumidor
<b>Pontos em comum</b>	
<b>Comportamento do consumidor é examinado em três etapas, (Pindyck e Rubinfeld, 1994).</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Preferências do consumidor;</li> <li>b. Restrições orçamentárias;</li> <li>c. União da preferência do consumidor e restrições orçamentárias visando a determinação escolha do consumidor</li> </ul>	
<b>Partem dos Princípios</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Preferências sejam completas;</li> <li>b. Preferências transitivas - preferem a cesta de mercado A em vez de B ou a característica A em vez de B</li> <li>c. Todas as mercadorias são desejáveis aos consumidores – sempre prefeririam uma maior quantidade de mercadoria se não fossem os preços;</li> <li>d. Quantidade maior de qualquer mercadoria é melhor do que uma quantidade menor.</li> </ul>	
<b>Pontos divergentes</b>	
<b>De acordo com Wright (1992) e (1985)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Cesta de características</li> <li>b. Bens e serviços são um conjunto de características</li> <li>c. Pessoas ou residentes urbanos recebem benefícios das características de uma modalidade, veículo ou serviço;</li> <li>d. Um bem possui várias características e, muitas características serão compartilhadas por mais de um bem;</li> <li>e. Bens em combinação podem possuir características diferentes daquelas pertencentes nos bens separadamente;</li> <li>f. Pessoas estão interessadas nas características dos bens e serviços;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Cesta de bens;</li> <li>b. Ignora as características intrínsecas dos bens;</li> <li>c. Pessoa ou residente urbano recebe benefícios diretamente dos bens e serviços</li> <li>d. Os consumidores têm informação perfeita</li> <li>e. Suas preferências são conhecidas e estáveis</li> <li>f. O ato de consumo em si não acarreta custos</li> </ul>
<b>Avaliação de projetos</b>	
<p><b>Abordagem de características</b></p> <p>Consideram as características, acompanha o projeto;</p> <p>Abordagem sistêmica;</p>	<p><b>Análise Benefício/ Custo</b></p> <p>Análise inicia quando o projeto está pronto;</p> <p>Incapacidade de tratar dados qualitativos, estéticos e sociais;</p>

Finalmente, observa-se que talvez fosse mais fácil explicar a escolha do transporte clandestino sobre o transporte público regular, em várias cidades brasileiras, se analisassem as características que são consideradas mais importantes pelos usuários. Isso parece ser uma evidência dos postulados do Wright (1992), principalmente ao considerar que os usuários são mais influenciados pelas características dos bens do que pelos próprios bens e serviços.

#### **4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE AS TEORIAS MICROECONOMICAS E AVALIAÇÃO DE PROJETOS**

Este capítulo fez uma descrição do Comportamento do Consumidor sob a visão da Teoria Tradicional e da Nova Abordagem de Lancaster, demonstrando a principal diferença entre as duas.

Pretendeu-se mostrar a relevância do uso dos princípios da Teoria de Lancaster em análises de projetos.

A Teoria de Lancaster estuda e analisa o efeito de cada característica presente num “produto” ou “serviço”.

Os transportes urbanos quando considerados como um serviço, seu objetivo principal é proporcionar as facilidades de deslocamento dos cidadãos, portanto este seria seu “produto final”, que pode ser analisado sob âmbito da Teoria de Lancaster. Pois os “consumidores” (usuários do sistema) fazem suas escolhas a partir da utilidade que as diversas modalidades de transporte podem conceder, através de suas características.

A visão tradicional estuda e analisa os bens em si, apresentando algumas falhas na definição da relação entre os bens, portanto o que a Teoria de Lancaster propõe é uma nova maneira de estudar e analisar os bens e serviços. Em transportes seria analisar todos os componentes presentes (características) capazes de influenciar no seu desempenho; e, conseqüentemente, na escolha dos usuários.

Os MBSs têm o objetivo de melhorar a performance dos transportes urbanos, portanto uma análise baseada nas características do desempenho das vias que o compõe, a fim de determinar os pontos positivos em relação ao seu funcionamento, pode vir contribuir para o processo de decisão a respeito da implantação de outras vias ou mesmo para a reformulação das existentes.

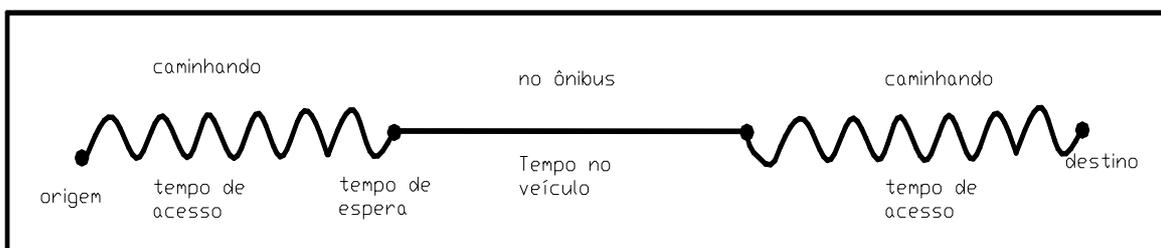
## 5 PERCEÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE PELOS USUÁRIOS

O presente capítulo visa relacionar os atributos que os usuários priorizam no sistema de transporte coletivo urbano. A primeira parte, descreve os aspectos relacionados a uma viagem por transporte coletivo. A segunda, descreve as principais características percebidas pelos usuários e a terceira etapa apresenta um estudo sobre a discrepância (lacuna) entre a visão dos usuários e dos especialistas sobre o desempenho dos transportes coletivos urbanos.

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES DE VIAGENS DO TRANSPORTE PÚBLICO

As viagens realizadas por transporte coletivo geralmente englobam os seguintes componentes: a caminhada até o embarque, o tempo dentro do veículo (durante a viagem) e o complemento a pé até o destino final, além de muitas vezes, o usuário ser obrigado a realizar transferências entre modos ou veículos do mesmo modo (transbordos), portanto, a maioria das características percebidas pelos usuários numa viagem, está relacionada a uma dessas etapas.

Melo (1979) analisa os componentes de uma viagem simples (sem transbordo) efetuado por transporte coletivo (Figura 5.1). O primeiro componente é o tempo de acesso que depende da origem, destino e dos pontos de parada da linha. O tempo de espera depende do serviço e de sua confiabilidade, podendo ser reduzido pelo aumento da frequência, divulgação e cumprimento dos horários pelas empresas. Já o tempo no veículo pode ser decomposto em três componentes: o tempo em movimento, o tempo gasto nos pontos de parada e o tempo gasto com os atrasos (semáforos, congestionamentos, etc.).



**Figura 5.1** - Componentes de uma viagem simples efetuada por transporte público (Melo, 1979).

A informação ao passageiro também é um dos aspectos importantes para os usuários do transporte coletivo. O uso de diagramas e mapas pode esclarecer indagações dos usuários frente aos serviços ofertados, como os horários dos ônibus, linhas, preço das passagens, rotas etc.

## 5.2 CARACTERÍSTICAS PERCEBIDAS PELOS USUÁRIOS DO TRANSPORTE COLETIVO

Segundo Wright (1992), as modalidades, automóveis, ônibus, trens, possuem conjuntos específicos de características. Uma dada característica pode ser obtida por mais de uma modalidade, tornando o conceito de modalidade mais dinâmico e, conseqüentemente, facilitando a análise das modalidades frente à percepção dos usuários.

Segundo Faria (1985), um conjunto de atributos definem um sistema de transportes em ser melhor ou pior do ponto de vista dos usuários. Partindo desse princípio, os usuários através de suas preferências diferenciadas em relação às características oferecidas pelos transportes, fazem suas escolhas entre as diversas modalidades existentes.

Os modos de transportes têm uma relação diferente de características, porém, todos os modos possuem características que afetam diretamente os usuários. Faria (1985) distribuiu essas características em três grupos distintos (Tabela 5.1).

**Tabela 5.1** – Características diretamente ligadas aos usuários do transporte coletivo

<b>Tempo de viagem</b>	<b>Desempenho do sistema</b>	<b>Conforto dos usuários</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempo de espera</li> <li>• Intervalo</li> <li>• Disponibilidade de ônibus para substituição</li> <li>• Regularidade nos horários</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidade média</li> <li>• Custo da viagem p/o usuário</li> <li>• Distância média entre os pontos de parada</li> <li>• Transferências (transbordos)</li> <li>• Acessibilidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventilação</li> <li>• Temperatura</li> <li>• Ruído</li> <li>• Densidade de passageiros</li> <li>• Vibração</li> <li>• Iluminação</li> <li>• Característica do assento</li> <li>• Aceleração/desaceleração</li> </ul>

**Fonte:** Faria (1985)

Já Wright (1992) identifica algumas características semelhantes em termos comparativos, com as características vistas anteriormente na Tabela 5.1.

### **5.3 VISÃO DO USUÁRIO E DOS ESPECIALISTAS SOBRE O DESEMPENHO DO TRANSPORTE COLETIVO**

O desempenho dos transportes possui diferentes visões entre os órgãos gestores, os operadores e os usuários. Os usuários que devem definir, em última análise, quais as características que deve conter no serviço de transporte.

Portanto, cabe mostrar neste trabalho um estudo desenvolvido por Forte e Bodmer (2004) sobre as diferentes visões existentes em relação ao transporte coletivo, especificamente, nesse caso, entre dos usuários e os especialistas (órgãos gestores). Os autores realizaram uma análise da qualidade dos serviços do transporte urbano de passageiros na Baía de Guanabara entre o Rio de Janeiro e Niterói.

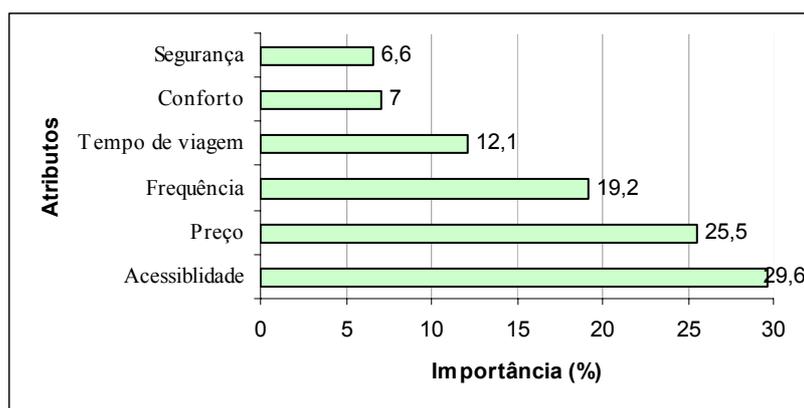
Tal estudo teve como objetivo atribuir uma ordem de prioridade aos atributos de qualidade, comparada com as preferências reveladas dos usuários que residem no local. Assumiu-se a existência de discrepâncias (lacunas) entre as percepções dos planejadores e dos usuários, portanto, o trabalho identificou fatores importantes para a qualidade de serviços do transporte urbano de passageiros, através da percepção dos atores envolvidos (especialistas e usuários daquela região metropolitana).

A metodologia baseou-se identificação e seleção dos principais atributos e características de qualidade de serviço do transporte coletivo, através de levantamento bibliográfico, posteriormente, aplicou-se a técnica Delphi a especialistas do assunto. Essa técnica representa a maneira pela qual se busca consenso de idéias entre pessoas em torno de um determinado problema. O resultado dessa pesquisa foi confrontado com as informações sobre as preferências dos usuários que residem na área de estudo, obtidas em outros trabalhos realizados recentemente.

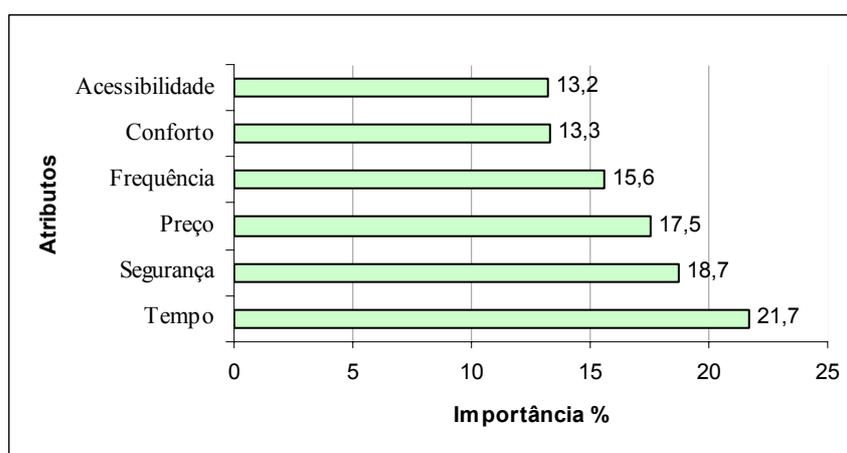
Tal estudo centrou em comprovar a “lacuna” existente entre o serviço esperado (expectativas do cliente) e a percepção da gerência sobre a expectativa do consumidor. As

lacunas existentes foram vistas como as imprecisões da percepção gerencial frente às expectativas dos usuários.

A pesquisa em relação aos usuários buscou identificar os principais atributos considerados importantes pela população pesquisada (Figura 5.2). Os resultados mostram as preferências dos usuários de transporte coletivo nas viagens a trabalho e a estudo (80% das viagens diárias). Constatou-se que a acessibilidade (29%) foi apontada como a mais importante na decisão para a escolha dos modos pelos usuários daquela região metropolitana, em segundo lugar, os preços (25,5%) e em terceiro, a frequência dos veículos (19%). Entretanto, para os especialistas daquela região metropolitana, tais atributos não são colocados na mesma ordem de prioridade, onde o tempo de viagem (21,7%) é considerado prioritário pelos especialistas, em segundo lugar, a segurança (18,7%) e em terceiro, o preço (17,5%) (Figura 5.3).



**Figura 5.2** – Resultado Final dos Atributos mais importantes de escolha modal



**Figura 5.3** – Resultado Final da Análise das Prioridades consideradas por especialistas Forte e Bodmer (2004).

Ao analisar o atributo acessibilidade, observa-se uma lacuna significativa entre os dois atores (usuários e especialistas da região da Bahia de Guanabara no Rio de Janeiro), com aproximadamente 50% de diferença. Os especialistas daquela região não priorizam a acessibilidade (13,2%), já os usuários a priorizam (29%), o que indica que os usuários são mais sensíveis à distância de caminhada e/ ou tempo de caminhada do ponto de origem ao ponto de embarque do que os especialistas julgam.

Outros atributos estudados e comparados entre os usuários e os técnicos de transporte urbano da Bahia de Guanabara também apresentaram consideráveis discrepâncias.

Portanto, tal estudo identificou as principais lacunas existentes entre a visão dos especialistas e dos usuários da região estudada por Forte e Bodmer (2004), como sendo, a supervalorização da acessibilidade, maior importância do preço por parte dos clientes. O tempo, frequência, conforto e segurança foram mais valorizados pelos especialistas, que não são sensíveis ao real desejo dos usuários frente ao desempenho dos transportes.

Vale lembrar que, as opiniões dos usuários variam, em função de fatores como: renda, qualidade do serviço ofertado e, principalmente, das preferências individuais. Portanto, o objetivo de descrever os atributos que são mais relevantes do ponto de vista dos usuários neste capítulo, utilizando esse caso específico, é para obter uma referência quanto à percepção dos passageiros frente ao sistema de transportes coletivo e, posteriormente, considerá-los nas análises do capítulo 7. Entretanto, cabe destacar também, que as conclusões específicas daquele trabalho valerem somente para o local estudado, não permitindo qualquer inferência para outro local.

#### **5.4 CONCLUSÕES SOBRE A PERCEPÇÃO DO USUÁRIO DO TRANSPORTE COLETIVO**

A visão do usuário pode ser considerada em relação à sensibilidade que este tem em perceber o transporte urbano em seus diversos aspectos, sejam eles positivos ou negativos. Portanto, o usuário distingue e analisa o transporte coletivo a partir do uso, por características intrínsecas ao serviço.

As características consideradas como importantes para os usuários por Faria (1985) não diferem muito de outras bibliografias estudadas, por exemplo, Melo (1979), entre outros. Desse modo, tais características poderão subsidiar as análises do capítulo 7.

Os aspectos considerados pelos usuários no estudo dos autores Forte e Bodmer (2004) poderão ser também utilizados nas análises do capítulo 7, uma vez que, neste trabalho, não foram realizadas pesquisas junto aos usuários dos sistemas de transporte coletivo das cidades pesquisadas, para que suas expectativas pudessem ser evidenciadas (utilidades dos usuários).

## **6 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E OPERACIONAIS DOS EXEMPLOS ESTUDADOS**

Este capítulo relata as principais características físicas, funcionais e operacionais do sistema de transporte coletivo de Porto Alegre, Curitiba e Belo Horizonte, a fim de subsidiar as análises posteriores. Todas as informações obtidas para a elaboração deste capítulo, foram coletadas a partir das visitas realizadas ao sistema de transporte de tais cidades, com exceção de Belo Horizonte, onde a pesquisa foi realizada somente por intermédio de documentos. Em todas as cidades estudadas contou-se com o apoio dos órgãos de gerência locais para a coleta e fornecimento de dados.

Em função do âmbito deste trabalho, serão estudados em maior detalhes as características da Avenida Protásio Alves em Porto Alegre, do Eixo Norte/ Sul em Curitiba e da Avenida Presidente Antônio Carlos em Belo Horizonte, porém, não deixando de mencionar algumas outras vias que fazem parte do sistema de transportes coletivo das cidades estudadas.

### **6.1 PORTO ALEGRE**

A Empresa Pública de Transporte e Circulação - EPTC é responsável pela gerência do Sistema de Transportes de Porto Alegre desde 1998. A política de transportes e circulação do município procura integrar os sistemas de trânsito e transporte público através da construção de canaletas exclusivas para ônibus (EPTC, 2004 a).

Segundo informações dos técnicos, a implantação dos corredores exclusivos em Porto Alegre, não foi submetida a processos de avaliação de projetos, sendo visíveis, a ociosidade de alguns corredores e o congestionamento de outros. Sant'Anna (2001) também relata que, em sua pesquisa não identificou nenhuma avaliação dos investimentos das construções das faixas exclusivas em Porto Alegre.

Desde 1970 a cidade tinha avenidas radiais com seis ou mais faixas de tráfego e espaço para corredores exclusivos para ônibus no canteiro central. Em 1982 a prefeitura construiu terminais de integração nas extremidades dessas vias. A integração aumentou os custos de

operação e o desconforto dos passageiros em relação aos transbordos, sem redução do tempo total de viagem. Em 1988 foram suspensos os serviços de transbordo e terminais restabeleceram-se as linhas diretas pelo corredor.

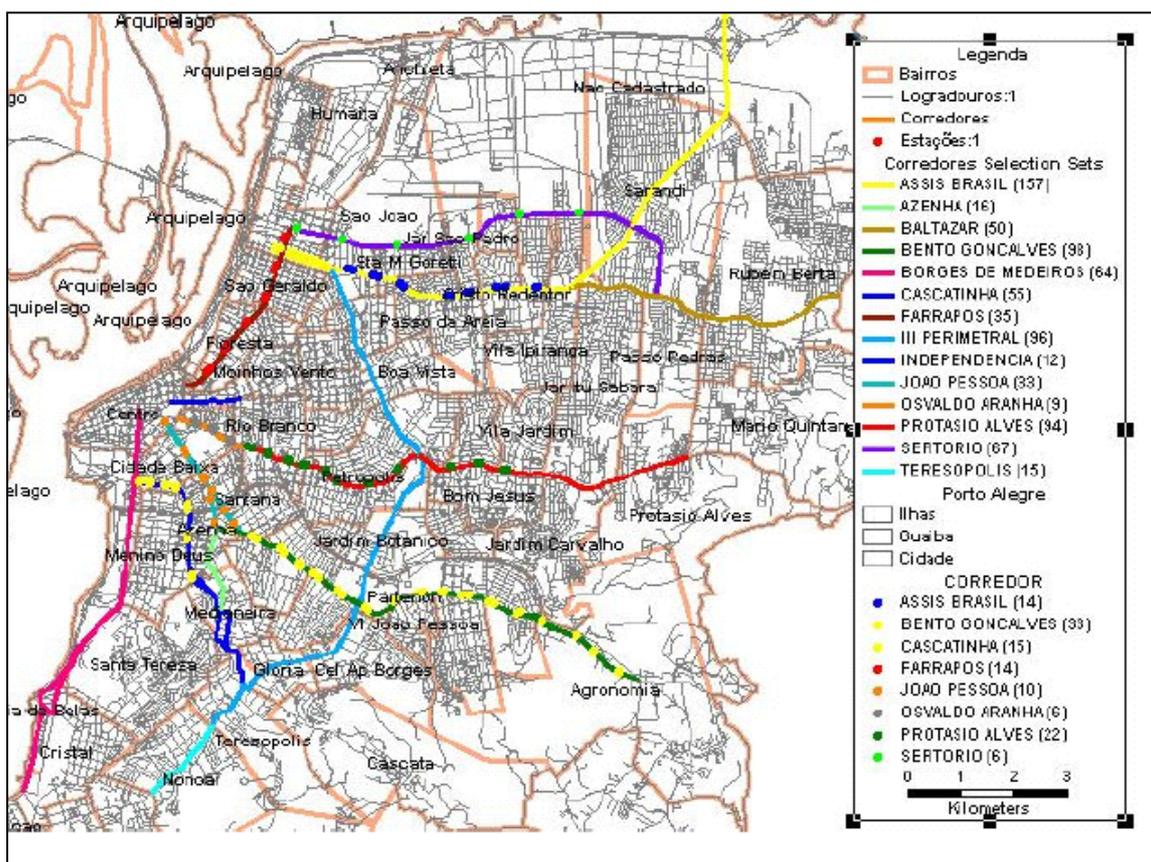
A rotatividade de passageiros, a extensão das viagens e o volume de passageiros do sistema de Porto Alegre são bastante variados provocando diferenças operacionais significativas entre as linhas. Dessa forma, o município criou uma Câmara de Compensação Tarifária, que posteriormente acarretou na formação dos consórcios formados por diversas empresas, que prevalece na época atual. Tais consórcios possuem um Conselho administrativo que gerencia o “patrimônio” das empresas consorciadas.

Consta que os principais corredores da cidade de Porto Alegre, não possuem graves problemas ligados à circulação viária, apesar de não haver uma sincronização entre o planejamento urbano e de transportes, se comparado ao caso de Curitiba. O Plano Setorial de Transportes de Porto Alegre visa à criação de corredores em direção ao centro e poucas ligações entre os bairros, enquanto a proposta do Plano Diretor em 1999 é a descentralização da cidade, tornando - a policêntrica.

A EPTC (2004 a) destaca também que o Sistema de Transporte Urbano de Porto Alegre é organizado em quatro consórcios operacionais e quinze empresas operadoras. Atualmente o sistema tem uma rede de 318 linhas e uma frota de 1.595 ônibus que transportam em média 23.075.191 passageiros/mês.

### **6.1.1 Características do Sistema de Transportes Coletivo de Porto Alegre**

A rede de transporte de Porto Alegre é unificada e articulada através dos terminais de integração, implantados num raio aproximado de nove quilômetros do centro metropolitano (Freitas *et al.*, 2001). Tais terminais são interligados por linhas transversais com faixas preferenciais aos ônibus (algumas são projetos). Essas vias são ligadas ao centro metropolitano pelas faixas exclusivas para o transporte público instaladas nos principais corredores estruturais da cidade. O sistema possui também, vias que circulam o centro metropolitano, como a III Perimetral construída recentemente (Figura 6.1).



**Figura 6.1** – Planejamento da rede de transporte público da cidade de Porto Alegre: corredores de ônibus (EPTC, 2004 a)

Atualmente, o sistema de transportes de Porto Alegre possui 12 corredores estruturais, com aproximadamente 57,4 km de vias exclusivas (ver Tabela D.1 no Anexo D). As características físicas das faixas exclusivas do sistema de transportes coletivo de Porto Alegre são bastante diversificadas. Cada via possui características próprias em relação ao pavimento, nível de segregação dos corredores, tipo das estações e a altura das plataformas, qualidade de linhas, veículos etc.

A Avenida III Perimetral é uma das maiores e mais recente obra viária de Porto Alegre, possui 34 estações, com abrigos de estrutura metálica, telha em aço zincado pré-pintada e plataforma baixa, com tubos metálicos posicionado na horizontal para apoio dos usuários (Figura 6.2).



**Figura 6.2** – Tipo da estação/ abrigo - III Perimetral

A estrutura da Avenida III Perimetral permite travessia de pedestres em túneis para proporcionar maior segurança aos pedestres, pontos com escadas rolantes, elevadores e passarelas interligando as estações de ônibus; intensa arborização, presença de uma rede de fibra ótica e pavimento de concreto em toda a extensão do corredor.

Esse corredor de ônibus é composto por uma canaleta exclusiva, contendo duas faixas para os ônibus com sentidos opostos e segregadas por canteiros, localizados no centro da via. Possui também, três faixas de cada lado nas partes externas a essa canaleta que são destinadas ao fluxo de veículos do tráfego geral, com direções também opostas (Figura 6.3).



**Figura 6.3** – Corredor da III Perimetral

Já as estações da Avenida Sertório foram projetadas em forma de árvore, em tubos com superfície de aço pré-pintados, com 80 metros de comprimento. A estação é localizada na parte central do corredor, de modo que servem os dois sentidos do fluxo de ônibus. Possui plataforma elevada, pavimento de concreto somente próximo às estações e segregação física com tachões (Figura 6.4). Os ônibus operam com porta do lado esquerdo e piso em nível, não há ponte projetada para embarque nos veículos.



**Figura 6.4** - Estação na Avenida Sertório

A Avenida Bento Gonçalves possui algumas estações com superfície de aço, tubos metálicos para apoio, plataforma baixa, embarque em desnível. A faixa exclusiva é posicionada junto ao canteiro central e segregada por tachões. Somente próximo as estações a faixa exclusiva é segregada com muretas e possui pavimento de concreto (Figura 6.5).

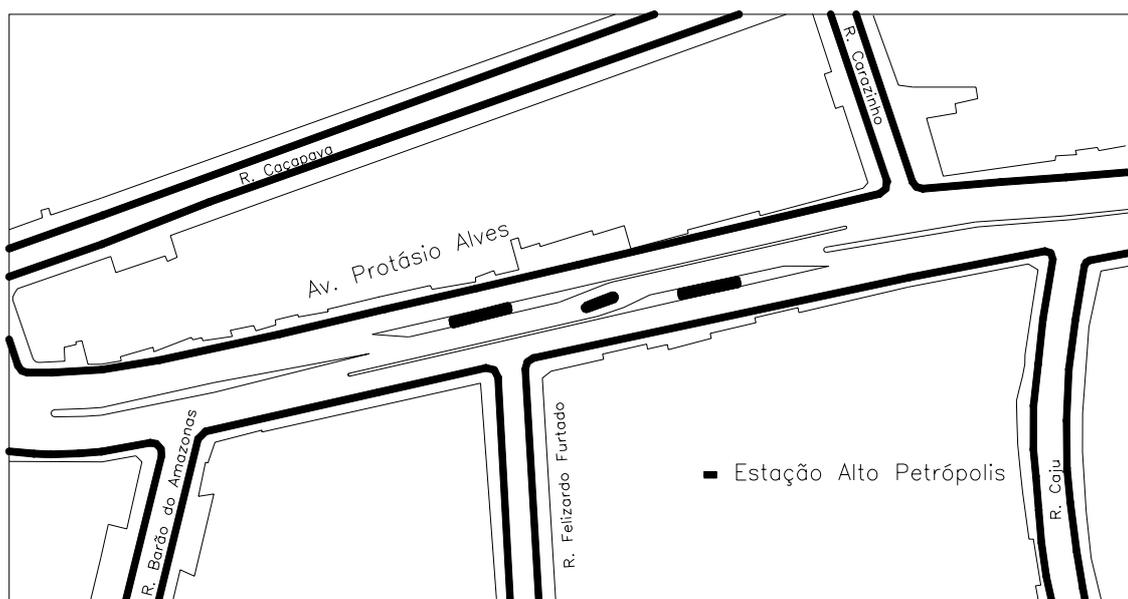


**Figura 6.5** – Estação na Avenida Bento Gonçalves.

### 6.1.2 Características da Avenida Protásio Alves

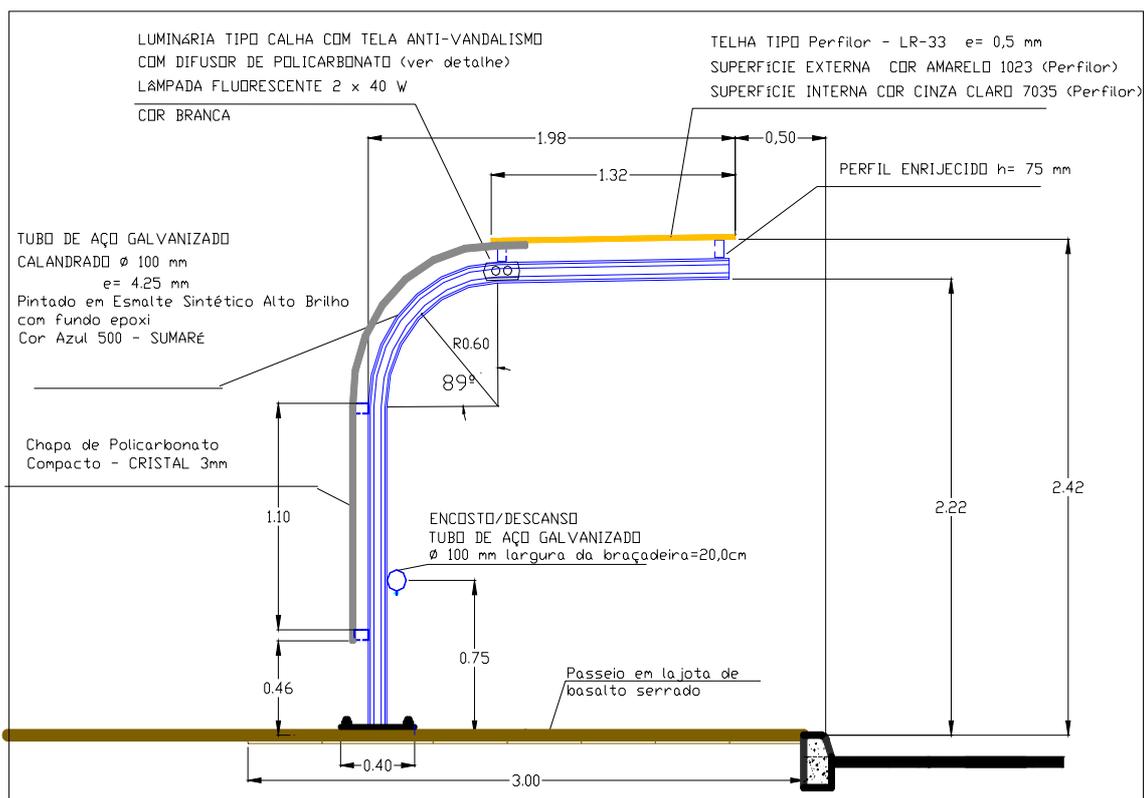
Segundo a EPTC (2004b) primeiro trecho da faixa exclusiva da Avenida Protásio Alves inicia-se na Rua Sarmento Leite e termina na Rua Ramiro Barcelos e o segundo trecho inicia-se na Rua Sarmento Leite e termina na Rua Saturnino de Brito. O primeiro trecho foi implantado no ano de 1.977 com uma extensão de 1300 metros e o segundo em 1.982 com uma extensão de 5.700 metros, somando um total de 7000 metros (ver Tabela D1 no Anexo D).

Esse corredor é composto por faixas exclusivas para ônibus com sentidos opostos, posicionadas junto ao canteiro central, segregadas com tachões. As estações localizam-se nas laterais da faixa exclusiva com embarque/desembarque à direita. As outras duas faixas posicionadas em cada uma das laterais da via central (faixa exclusiva) são destinadas ao tráfego de veículos particulares (Figura 5.6).



**Figura 6.6** – Características geométricas da Avenida Protásio Alves (EPTC, 2004b)

As estações são semelhantes às estações da Avenida Bento Gonçalves, com estruturas em aço, tubos para apoio e plataforma baixa, embarque/desembarque em desnível e segregação física com tachões (Figura 6.7).



**Figura 6.7** – Projeto das estações das Avenidas Bento Gonçalves e Protásio Alves

Nas proximidades dessas estações a faixa possui segregação física com gradis ou muretas, pavimento de concreto sem faixas adicionais para a ultrapassagem, há sinalização semafórica para os pedestres (na maioria das estações) (Figura 5.8).



**Figura 6.8** - Estação na Avenida Protásio Alves

O corredor da Avenida Protásio Alves possui 15 estações com uma distância média de 454 m entre elas, sendo que, no primeiro trecho (1300 metros), os pontos de paradas possuem mobiliário urbano variável e no segundo as estações possuem projeto padronizado. Junto a

essas estações, o pavimento é com concreto e no restante é asfáltico. A largura da via é de 40 m no primeiro trecho e de 30 m no segundo trecho.

A Avenida Protásio Alves é classificada no Plano Diretor da Região Metropolitana como via de transição (ligação interurbana). A velocidade média operacional em todo o trecho é de 20,21 km/h. Sendo que, no horário de pico da manhã os ônibus operam com uma velocidade de 19,97 e no período de pico da tarde este valor diminui para 17,93 km/h (Tabela D1 no Anexo D).

## **6.2 CURITIBA**

Conforme Ceneviva (1998) as políticas de transportes de Curitiba dão prioridade ao sistema de transporte coletivo, porém, consideram os usuários de forma individual. A cidade é conhecida por suas soluções urbanísticas inovadoras e de baixo custo. Durante os anos 70 houve um crescimento ordenado e induzido mediante o manejo adequado do uso do solo, sistema viário e do transporte coletivo pelo poder público. O planejamento urbano de Curitiba impediu o crescimento compacto da área central, estabelecendo como alternativa nos setores estruturais os “centros lineares” estendendo em direção aos bairros.

Esse planejamento não demandou grandes investimentos e nem desapropriações. Graças a essas inovações, através do planejamento integrado - uso do solo, sistema viário e transporte coletivo, proporcionaram uma circulação viária mais eficiente aos habitantes.

A cidade foi organizada em “centros lineares” compostos pelos setores estruturais. A estrutura viária de cada um desses setores estruturais é denominada de “Sistema Trinário,” que é composto por três vias paralelas. A via central (mão dupla) é exclusiva ao transporte coletivo (canaleta exclusiva), segregada por canteiros, e as duas faixas locais nas laterais dessa canaleta exclusiva permitem o acesso às áreas lindeiras e estacionamentos de carga e descarga. As duas outras vias (vias de trânsito rápido) paralelas à via central (canaleta exclusiva e faixas para o tráfego local) são destinadas ao fluxo de veículos particulares, sendo uma em cada sentido (centro/bairro e bairro/centro) com quatro faixas cada.

Segundo Sant'Anna (2001) o modelo de desenvolvimento do Plano Diretor de Curitiba fundamenta-se na implantação dos eixos estruturais para descongestionar a área central, porém, preservando o centro tradicional por meio de um Anel Central de Tráfego, formado por um conjunto de vias, que circula o centro tradicional. Uma das principais iniciativas em dar prioridade aos pedestres foi a transformação da via XV de Novembro num calçadão.

### **6.2.1 Características do sistema de transportes de Curitiba**

De acordo com a Urbanização de Curitiba S.A.- URBS (2004 a), o sistema de transportes urbanos de Curitiba é formado pela Rede Integrada de Transportes – RIT. A RIT é um sistema tronco alimentador com hierarquia diferenciada pelas cores e a capacidade dos veículos. É composta por linhas expressas, alimentadoras, interbairros, diretas (ligeirinho), troncais, convencionais, circular centro e as linhas especiais subdivididas em linhas inter-hospitais, turismo, SITES – Sistema Integrado de Ensino Especial.

As linhas expressas são operadas por veículos do tipo bi-articulados, na cor vermelha que ligam os terminais de integração ao centro da cidade, através das canaletas exclusiva, e os embarques/desembarques são feitos em nível nas estações tubo existentes no trajeto. As alimentadoras são operadas por veículos tipo padrão ou articulados, na cor laranja que ligam terminais de integração aos bairros da região. As linhas interbairros são operadas por veículos tipo padrão ou articulados, na cor verde, que ligam os diversos bairros e terminais sem passar pelo centro.

As linhas diretas (ligeirinho) operam com veículos do tipo padrão, na cor prata, com paradas, em média, a cada 3 km, com embarque/desembarque em nível nas estações tubo. São linhas complementares, principalmente das linhas expressas e interbairros. As linhas troncais operam com veículos tipo padrão ou articulados, na cor amarela, que ligam os terminais de integração ao centro da cidade, utilizando vias compartilhadas. As linhas convencionais operam com veículos tipo comum ou micro, na cor amarela, que ligam os bairros ao centro, sem integração. As linhas circular centro operam com veículos tipo micro, na cor branca, com deslocamentos, custos e tarifa diferenciada, que ligam os principais pontos atrativos da área central.

As linhas inter-hospitais ligam os principais hospitais e laboratórios em um raio de 5,0 km da área central. As linhas turismo com saída do centro, passam pelos principais parques da cidade (tarifa diferenciada). E as linhas SITES - Sistema Integrado do Ensino Especial atende a rede de escolas especializadas para portadores de deficiência física e/ou mental (sem custo para o usuário).

### **6.2.2 Características do corredor Norte/Sul**

Segundo a Urbanização de Curitiba S.A. - URBS (2004 b) o corredor Norte/Sul faz parte dos eixos estruturais planejados para Curitiba, a canaleta exclusiva desse eixo inicia-se no Terminal do Pinheirinho e termina no Terminal Santa Cândida (Tabela E1 no Anexo E). Esse corredor foi implantado em 1974 e, atualmente conta com 19 km de extensão de canaleta exclusiva. Os trechos viários que a compõem são as Avenidas: Winston Churchill, República Argentina, Sete de Setembro, Travessa da Lapa, Rua Presidente Faria, Avenida João Gualberto e Avenida Paraná.

O Eixo Estrutural Norte/Sul é composto por três vias paralelas, com uma distância aproximada de 300 m entre elas. A via central é formada pela canaleta exclusiva com 7 m de largura e duas faixas de cada lado das suas extremidades com sentidos opostos, destinados ao tráfego local (Figura 6.9). As outras duas vias são de trânsito rápido, destinadas ao fluxo geral de veículos em ambos os sentidos com quatro faixas cada em determinados trechos (Figura 6.10).



**Figura 6.9** – Canaleta exclusiva - Eixo Norte/Sul



**Figura 6.10** - Via de trânsito rápido – quatro faixas

A canaleta exclusiva possui segregação física, com canteiros ao longo de toda sua extensão, duas faixas de tráfego em ambos os sentidos (centro/bairro e bairro/centro) destinadas aos ônibus. Nas proximidades das estações o pavimento é com concreto e no restante é asfáltico (Figura 6.11), e dentro dos terminais o pavimento é de paralelepípedos. Segundo informações recebidas dos técnicos, a presença dos paralelepípedos dentro dos terminais se justifica por ser a melhor opção de pavimento para a absorção do óleo que sai dos ônibus quando estão estacionados (Figura 6.12).



**Figura 6.11** – Pavimento de concreto nas proximidades das estações tubo



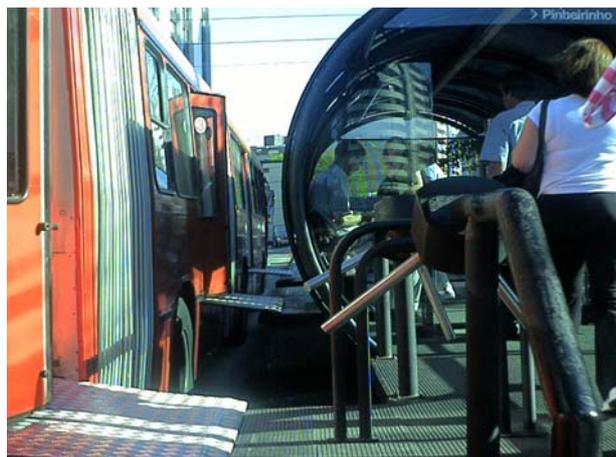
**Figura 6.12** – Pavimento com paralelepípedos dentro do terminal

Atualmente, a canaleta exclusiva do Eixo Norte/Sul possui 62 estações tubo localizadas nas laterais da canaleta (Figura 6.13), 6 terminais de integração e 4 linhas urbanas. Segundo informações recebidas, a estimativa feita pelos planejadores para a capacidade do corredor é de 16.200 passageiros/hora, considerando a capacidade do veículo bi-articulado (270 passageiros) e um ônibus passando a cada minuto, sendo essa estimativa a capacidade teórica do corredor. A Tabela 6.1 apresenta um resumo dos dados operacionais do Eixo Norte/Sul.

As estações tubulares possuem plataformas elevadas e os veículos bi-articulados possuem piso elevado e plataformas retráteis, permitindo o embarque/desembarque dos passageiros em nível (Figura 6.14), sem vão entre a estação e o veículo.



**Figura 6.13** – Estação Tubo – Curitiba



**Figura 6.14** – Plataformas retráteis (embarque/desembarque em nível).

**Tabela 6.1** – Dados operacionais do Eixo/Nortes Sul – Curitiba – PR

LINHAS	veíc.	Ext. km	Veloc. km/h	Passag. transp. HMM	T.V. min.	Viagens HMM	Interv. HMM min.	Veíc/Linha
502-Circular Sul (Horário)	BI	*24,71	21,48	2740	69	10,15	5,91	13
602-Circular Sul (Anti-Horário)	BI	*24,93	21,67	2140	69	7,93	7,57	10
603- Pinheirinho	BI	*20,16	17,79	6350	68	23,52	2,55	26
203- Sta.Cândida/C.Raso	BI	*32,97	17,66	5357	113	21,43	2,80	43
Totais				16587		63,0	18,83	92

Fonte: URBS (2004 a)

\* extensão ida e volta

BI - bi - articulado

HMM - Hora de maior movimento (06h50min a 07h50min)

TV - Tempo de viagem

VM - Velocidade média

### 6.3 BELO HORIZONTE

Segundo Sant'Anna (2001) o planejamento do sistema de transporte de Belo Horizonte iniciou em 1973, na época em que o Governo do Estado de Minas Gerais procurou investir em estudos de Sistemas de Transportes Integrados, com o objetivo de suprir as necessidades futuras da região e nortear o desenvolvimento urbano da metrópole. Com resultado disso, surgiu em 1980 a Companhia de Transporte Urbanos da Região Metropolitana de Belo Horizonte – Metrobel. Essa companhia foi responsável por executar os projetos englobados no Plano de Integração de Transporte e Tráfego.

As linhas radiais surgidas, nessa época, pela identificação da demanda manifesta ao longo do tempo, foram substituídas por linhas planejadas a partir da previsão de demandas futuras e das linhas de desejo dos usuários. Tais linhas foram definidas em três categorias: expressas, semi- expressas e de serviço. As duas últimas eram subdivididas em diametrais e circulares.

Até o ano de 1983 foram implantados mais de 80 km de vias exclusivas, seguindo o critério de 250 ônibus/hora para implantação de ruas exclusivas, de 150 a 250 ônibus para implantação de pistas exclusivas e de 50 a 150 ônibus para faixas exclusivas.

Paralelamente, modificaram-se o tráfego geral de veículos, sendo bloqueadas algumas ruas na área central e criadas ruas para pedestres. Tal ação facilitou a priorização do transporte coletivo e reduziu a quantidade de acidentes na área central da cidade.

Em Belo Horizonte não adotaram ônibus especiais para a operação nas faixas exclusivas, os veículos são os mesmos que operam nas outras vias, em algumas vezes, varia somente a configuração interna desses veículos. As vias exclusivas são segregadas com gradis, as passagens para pedestres, em geral, são semaforizadas e localizadas próximas às paradas de ônibus. Nas proximidades das paradas foram criadas baias para a ultrapassagem dos ônibus.

Atualmente, o sistema de transportes de Belo Horizonte possui 118 km de vias e faixas exclusivas no município e mais de 66 km nos outros municípios da região metropolitana. Segundo dados da Empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte S.A. - BHTRANS (2004 a), atualmente, o sistema está com 300 linhas exploradas por 50 empresas, com uma frota de 2874 ônibus que transporta mais de 1,7 milhão de pessoas por dia útil.

### **6.3.1 Características do Sistema de Transporte de Belo Horizonte**

Segundo a Secretaria Nacional da Cidade e da Mobilidade Urbana – SNCM (2004) o sistema de transporte público de passageiros de Belo Horizonte é composto por cinco subsistemas: transporte sobre pneus dos municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH, transporte metropolitano sobre trilhos, transporte coletivo urbano sobre pneus de Belo Horizonte, transporte coletivo urbano dos outros municípios e táxi. O sistema de transporte urbano sobre pneus de Belo Horizonte é gerenciado pela BHTRANS.

O sistema de transporte de Belo Horizonte possui integração física, operacional e tarifária com linhas troncais, alimentadoras, circulares e locais, diametrais, radiais, perimetrais, suplementares, semi-expressas e de reforço.

As linhas troncais são linhas que possuem pontos nos terminais e no centro, as alimentadoras captam a demanda nos bairros e levam aos terminais, as linhas circulares e as locais ligam os bairros próximos, podendo ser integradas ou não, as diametrais ligam dois bairros passando pela área central, as linhas radiais ligam bairros ao centro, as perimetrais ligam os bairros sem passar pelo centro, as linhas suplementares são linhas que ligam também os bairros sem passar pela a área central, utilizando micrônibus, as linhas semi – expressas ligam os bairros mais distantes do centro e as linhas de retorno são linhas de reforço das linhas diametrais.

### **6.3.2 Características da Avenida Presidente Antônio Carlos**

Segundo a BHTRANS (2004 b) a Avenida Presidente Carlos tem uma extensão total de 8,8 km com trechos distintos em relação à geometria. Esse corredor faz parte dos cinco principais corredores de transportes coletivo da cidade de Belo Horizonte, liga a área central da cidade às regiões da Pampulha e de Venda Nova (região norte da cidade).

No trecho entre o complexo da Lagoinha e o Anel Rodoviário, possui uma extensão de 4320 m, com uma seção transversal de 35 m dividida em pistas de larguras variáveis,

separadas com um canteiro central de um metro. No trecho entre o Anel Viário e a Avenida Santa Rosa, possui extensão de 3716 m, com uma largura de 50 m dividida em quatro pistas, sendo que as duas pistas laterais possuem três faixas de tráfego cada uma e as duas pistas centrais possuem duas faixas de tráfego, tais pistas são divididas por canteiros. O trecho entre a Avenida Santa Rosa e barragem da Lagoa da Pampulha/Avenida Pedro I tem extensão de 1500 m, com largura de 40 m dividida em três pistas, sendo uma no sentido centro-bairro com três faixas de tráfego e duas no sentido bairro-centro com duas faixas de tráfego cada uma.

A Avenida Presidente Antônio Carlos recebe um tráfego médio diário da ordem de 70.000 veículos por sentido. Essa via possui tráfego misto em toda sua extensão. Existem diversos cruzamentos controlados por semáforos, e os pontos onde ocorrem mais problemas de retenção no tráfego são os cruzamentos entre a Rua Formiga e o Anel Rodoviário (em função dos movimentos nas alças de acesso) e com as avenidas Américo Vespúcio e Bernardo Vasconcelos, Major Delfino de Paula, Abrahão Caram e Santa Rosa. Nas aproximações destes cruzamentos, nos horários críticos, a avenida opera num nível de serviço menor em relação aos outros pontos dessa via.

A Confederação Nacional dos Transportes - CNT (2002) classifica a Avenida Presidente Antônio Carlos como corredor misto com muita interferência longitudinal. Nesse grupo de corredores identifica-se a inexistência de preferência ao transporte coletivo, portanto os ônibus operam em tráfego misto.

Observa-se, também, que esse grupo de corredores possui um grande número de obstáculos ao longo da via, como semáforos, conversões à direita e a esquerda, pontos de paradas e, os congestionamentos no trânsito. Em relação ao desempenho operacional, o estudo releva que tais corredores apresentam desempenho operacional em termos de velocidade média operacional abaixo das outras vias que possuem prioridade ao transporte coletivo.

O estudo da CNT (2002) destacou que a velocidade média operacional do grupo de corredores que operam em tráfego misto varia de 10 a 18 km/h no pico da manhã e 6 a 19 km/h no pico da tarde. A velocidade média operacional verificada na Avenida Presidente Antônio Carlos por aquele estudo foi de 16,4 km/h no pico da manhã e 19,8 do pico da tarde. O estudo da CNT (2002) considera que o baixo desempenho é explicado pela alta

interferência longitudinal e transversal no trânsito, conflitos entre os veículos particulares e os ônibus, juntamente com o grande número de equipamentos e obstáculos existentes ao longo da via (semáforos, conversões à esquerda e paradas).

Na Tabela 6.2 estão descritos alguns dados referentes ao trecho - Viaduto A à Avenida Santa Rosa, que foram coletados da BHTRANS (2004 b). Os dados são referentes à hora de pico-tarde no sentido centro/bairro e hora de pico-manhã no sentido bairro/centro. Esse trecho tem extensão de 7,324 km, e foi possível calcular a velocidade média operacional da hora de pico da tarde de 17,43 km/h, diferente do estudo da CNT (2002), e o maior motivo de retardamento informado pela BHTRANS (Tabela 6.2), nesse período é provocada pelo congestionamento da via. A velocidade média operacional no período da manhã nesse trecho é de 16,82 (Tabela 6.3) e o maior motivo de retardamento do tráfego é o embarque/desembarque de passageiros. O volume médio de ônibus é de 476 ônibus/hora/pico da tarde e o volume médio de veículos é de 2862 veículos/hora/pico da tarde. O volume médio de ônibus na hora/pico/manhã é de 446 ônibus e o volume médio de veículos é de 2006 veículos/hora/pico/manhã.

**Tabela 6.2** - Dados operacionais da Avenida Presidente Antônio Carlos (22/07/2002) Hora de pico-tarde (centro/bairro)

Trecho Homogêneo (HPT)	Vol. Veic.	Extensão (km)	Vol. Ônib.	VO Ônib.	TP	RT	MR			
							E/D (1)	Semáforo	Congestionamento	
1 Viaduto A-R. Formiga	1944	0,698	526	9,57	262,5	78,5	9	10	59	
2 R. Formiga-R. Tecelões	4084	2,012	446	20,66	350,5	77	23	33	21	
3 Rua Tecelões-Anel Rodoviário	3372	0,898	448	16,79	192,5	31	17	10	4	
4 Anel Rodoviário-Av. Santa Rosa.	2050	3,716	485	16,5	810,5	254,5	55,5	104,5	94,5	
Total				*17,43 Km/h	1771,5	469	121	157,5	190,5	
% (retardamentos)								25,8	33,58	40,61

**Fonte:** (BHTRANS, 2004 b)

**Tabela 6.3** - Dados operacionais da Avenida Presidente Antônio Carlos (22/07/2002) Hora de pico-manhã (bairro/centro)

Trecho Homogêneo (HPT)	Vol. Veic.	Extensão (km)	Vol. Ônib.	VO Ônib.	TP	RT	MR		
							E/D (1)	Semáforo	Congestiona-mento
1 Viaduto A-R. Formiga	2377	0,698	553	10,34	245,0	35,0	13,5	12,5	9,0
2 R. Formiga-R. Tecelões	2184	2,012	463	16,59	436,0	94,0	49,0	22,0	23,0
3 Rua Tecelões-Anel Rodoviário	2156	0,898	498	17,54	187,5	30,5	11,5	17,5	1,5
4 Anel Rodoviário-Av. Santa Rosa.	1307	3,716	273	18,01	738,5	200,5	101,0	88,0	11,5
Total				*16,82 (Km/h)	1607,0	360,0	175,0	1400	45,0
% (retardamentos)							48,60%	38,90%	12,50%

Fonte: (BHTRANS, 2004 b)

\*Velocidade operacional média no trecho

E/D – Embarque/desembarque

VO – velocidade operacional (km/h)

TP – Tempo de percurso (seg)

RT – Retardamento total (seg)

MR – motivo do retardamento (seg)

OBS: o dado fornecido (BHTRANS) da velocidade operacional no trecho foi de 19,22 e o calculado é 16,82

Finalmente, verifica-se alguma discrepância entre os dados obtidos e fornecidos diretamente pela BHTRANS (2004 b) e os dados informados no estudo da CNT (2002). Considera-se que a discrepância vem do fato que o foco do estudo da CNT não era o rigor científico dos estudos de transporte, mas tão somente a identificação de uma política setorial de uma entidade de classe.

## 6.4 TÓPICOS CONCLUSIVOS

Neste capítulo foram evidenciadas as principais características que foram coletadas durante a pesquisa: visitas técnicas, contatos com técnicos e documentos referentes ao sistema de transporte coletivo de Porto Alegre, Belo Horizonte e Curitiba.

Neste trabalho, ficou claro que o desempenho dos sistemas de transportes urbanos por ônibus está diretamente relacionado às suas características físicas e funcionais, portanto, este capítulo descreveu as principais características que podem influenciar no desempenho desses sistemas, mostrando dados que indicam as diferenças de desempenho.

Na Tabela 6.4 estão relacionadas as características que se destacaram como típicas em cada corredor sem o intuito de analisá-las.

**Tabela 6.4** – Características típicas dos corredores analisados

Cidades	Via	Principais características físicas
Porto Alegre	III Perimetral	CE - Pavimento de concreto em todo o corredor
	Av. Sertório	FE - Estações com plataforma elevada
	Av. Bento Gonçalves	FE – Estações com plataformas baixas, embarque em desnível.
	Av. Protásio Alves	FE -- Estações com plataformas baixas, embarque em desnível.
Curitiba	Eixo Norte/Sul	CE - Pavimento de concreto junto às estações, estações tabulares, embarque em nível.
Belo Horizonte	Av. Pres. Antônio Carlos	SP-Tráfego misto

CE – Canaleta exclusiva (canteiros)

FE – Faixa exclusiva (tachões)

SP – sem prioridade ao transporte coletivo

As visitas técnicas e levantamentos de campo foram úteis para se conseguir elementos de comparação entre os diversos equipamentos viários nas cidades visitadas, o que permitiu, inclusive, uma razoável validação dos dados apresentados em outros estudos anteriormente examinados e referidos em capítulos anteriores.

Portanto, as análises feitas e relatadas no Capítulo 7, a seguir, compreendem as observações de campo feitas pelo autor e os dados e informações secundárias obtidas nos trabalhos anteriormente examinados.

## **7 ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS ESTUDADOS**

Neste capítulo desenvolve - se uma “Análise de Características” para os Sistemas Modernos de Ônibus, considerando os exemplos apresentados no Capítulo 5. Essa análise segue o agrupamento de características relacionadas ao desempenho dos sistemas de transporte coletivo mostradas na Tabela 3.4, para identificar as características que possuem relação com o desempenho desses sistemas.

As características de desempenho que foram consideradas neste trabalho são: capacidade do sistema em transportar passageiros, velocidade operacional e condições de fluidez no tráfego (interferências, aumento da demanda de veículos na via, semáforos, conversões para mudança de direção etc.).

### **7.1 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS À TEORIA DE LANCASTER AOS BRT E MBSs**

Busca-se identificar, nesta parte da análise, as relações e as congruências da Teoria de Lancaster com os MBSs e com o BRT, de modo a sintetizar os diversos aspectos anteriormente expostos, associados às características de desempenho dos transportes e das vias.

#### **7.1.1 Principais aspectos relacionados à Teoria de Lancaster (Abordagem de Características)**

Conforme mostrado no Capítulo 4 a “Abordagem de Características” se relaciona com o planejamento dos projetos, nos seguintes aspectos:

- a. Visão sistêmica;
- b. Utilidade dos usuários em função das características dos bens e serviços;
- c. As análises dos projetos partem da identificação do problema a ser resolvido;
- d. Otimização do todo (sistema de transportes).

### 7.1.2 Princípios e objetivos dos BRT e MBS

No Capítulo 3 foram apresentados os conceitos de MBSs e BRT destacando suas diferenças básicas. Neste tópico, descreve - se os princípios e objetivos desses sistemas voltados a proporcionar melhores condições de transporte coletivo nas cidades.

De acordo com o TCRP (2003 b) os princípios do BRT são:

- a. Integração do sistema;
- b. Proporcionar maiores velocidades aos ônibus;
- c. Adotar prioridades ao transporte coletivo no sistema viário (principais vias) com o máximo de extensão possível, tais prioridades, incluem faixas segregadas ou prioridades em vias de trânsito rápido, estações atrativas e convenientes (com sistemas de vendas de passagens fora dos veículos), proporcionando um ambiente mais agradável;
- d. Veículos acessíveis (com piso rebaixado, plataformas retráteis, várias portas etc.) presença de ITSs, e serviços frequentes ao longo do dia.

Conforme Sant'Anna (2001) os princípios dos MBSs, são:

- a. Reduzir tempos de viagem e aumentar o conforto dos usuários;
- b. Estimular os usuários de ônibus a continuar utilizando o sistema;
- c. Reduzir o interesse dos usuários pelos veículos individuais;
- d. Reduzir o custo operacional e elevar sua qualidade;
- e. Induzir a transferência dos usuários do veículo particular para o transporte coletivo;
- f. Reduzir os investimentos no sistema viário para dar melhores condições para o tráfego de veículos;
- g. Prioridade ao transporte coletivo no sistema viário;
- h. Considerar o deslocamento total do passageiro englobando suas viagens a pé.

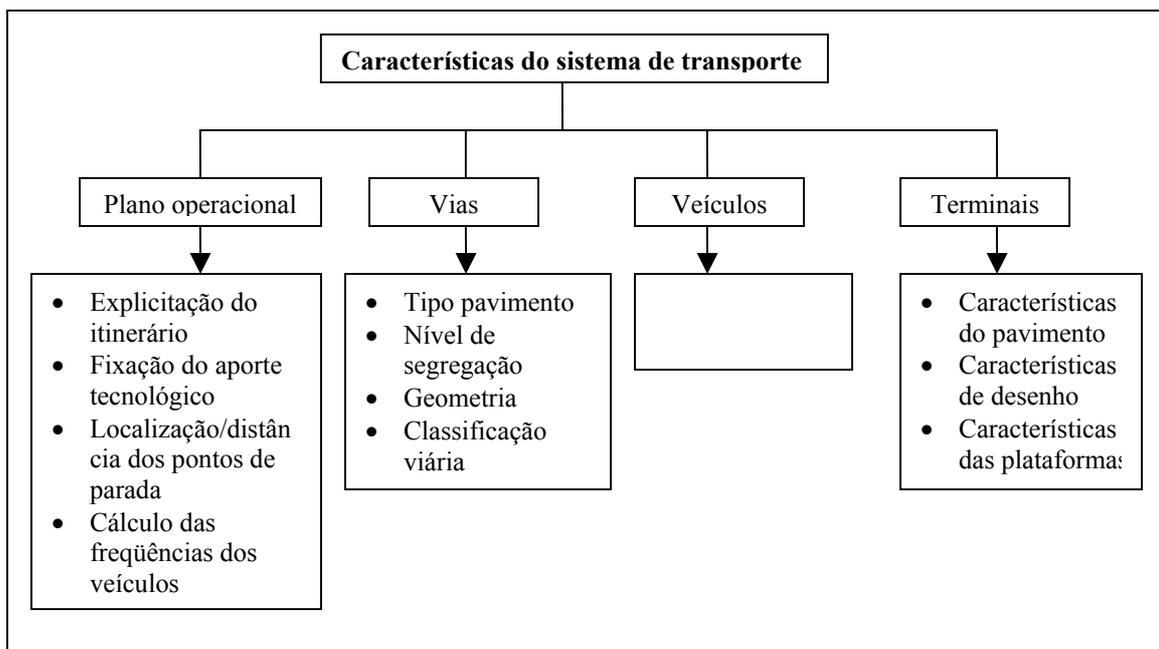
É interessante observar que os MBSs concentram-se na viagem do usuário, nos moldes do descrito por Melo (1979) e mostrado na figura 5.1, de tal forma que, o mais importante não é a velocidade do veículo na via, mas a velocidade final da viagem do usuário. Assim, um veículo relativamente mais lento pode permitir uma viagem mais rápida se as caminhadas complementares forem menores e mais agradáveis, bem como o itinerário for mais linear e destinado aos pontos de desejo dos usuários.

### 7.1.3 Principais problemas que afetam os usuários do transporte coletivo

De acordo com os princípios dos MBSs destacados no tópico anterior esboçam-se os principais problemas relacionados ao desempenho dos transportes coletivos, como sendo: veículos inadequados e pouco confortáveis; frequência e itinerários não compatíveis com os desejos dos usuários; e superlotação nas horas de pico, atrasos em congestionamentos, o que aumenta o tempo de viagem. Contudo, identificam-se outras deficiências como a ausência de um sistema de informações sobre horários e itinerários, dificultando a realização da viagem dos usuários; condições inadequadas das estações (embarque/desembarque) e calçadas para as viagens realizadas a pé.

### 7.1.4 Características dos Sistemas de Transportes

No item 2.3 mostrou-se o conceito de sistema e foram descritos os principais componentes dos sistemas de transportes (Figura 2.2). Neste item são analisados esses componentes de forma mais detalhada (Figura 7.1), apresentando as principais opções relacionadas a cada um desses componentes. São destacados, especificamente, os critérios e parâmetros de projetos que proporcionam melhores desempenho aos BRT e MBSs, dando ênfase aos usuários. Porém, essa análise centra-se mais especificamente nos tipos de vias e dos veículos (tipo de opções) que podem fazer parte dos sistemas de MBSs.



**Figura 7.1** - Sistema de transportes e suas principais características

#### 7.1.4.1 Sistema viário

Como foi mostrado no item 2.3.2, a via é um dos elementos principais do sistema de transportes, podendo existir vários tipos de alterações no sistema viário (Tabela 3.2) para proporcionar melhores desempenhos operacionais ao sistema de transportes urbanos. Portanto, o principal objetivo da implantação de vias exclusivas para os ônibus nas grandes e médias cidades é proporcionar um trânsito mais livre e seguro aos ônibus, com baixo custo de investimento. Com isso, proporciona-se um trânsito sem grandes interferências longitudinais (conflito com os veículos ou entre os próprios ônibus) e, na medida do possível, minimizar interferências transversais (conversões, semáforos, interseções etc.).

Existem vários critérios para o planejamento e implantação das vias exclusivas, algumas foram descritas na Tabela 2.3 e no Anexo B, Tabela B.1, outros podem ser encontrados em diversas publicações à semelhança dos relatórios do *Texas Transport Institute* (1998).

As considerações gerais para a implantação das vias exclusivas em BRT segundo o TCRP (2003 b) são:

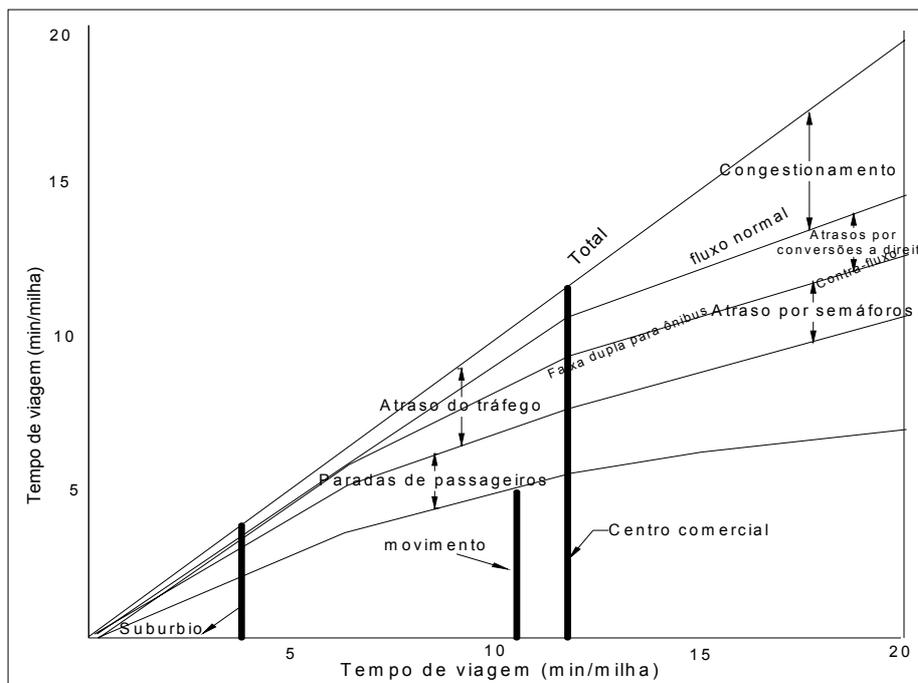
- a. Estabelecer a classificação da via;
- b. Definir as diretrizes de planejamento do sistema viário;
- c. Identificar o desempenho desejado;
- d. Estabelecer os parâmetros de projeto

Para estabelecer a classificação da via pelo controle de acesso (Tabela 3.1) pode ser escolhido entre as cinco classes propostas, destacando o tipo de opção desejada. Ou a escolha poderá ser feita pelos vários exemplos de vias exclusivas que existem, descritos na Tabela 3.2. Aquela tabela apresenta os grupos existentes (canaletas, faixas em vias de trânsito rápido, faixas e canaletas em vias arteriais) e o tipo de facilidades associadas a cada exemplo estudado.

Conforme visto na Figura 2.5 as ruas exclusivas para ônibus são usualmente implantadas nas áreas centrais da cidade (zona de comércio central), com o objetivo principal de melhorar o tráfego (para os ônibus) nos locais que apresentam maiores congestionamentos.

As diretrizes para o sistema viário (vias rápidas) encontradas nos BRT (Figura 2.5), incluem vias com tráfego misto, faixas para ônibus junto ao meio fio, canaletas exclusivas, faixas exclusivas em auto - estradas, ruas exclusivas nas áreas centrais das cidades (zona de comércio central) e túneis para ônibus. As vias exclusivas são habitualmente implantadas em vias radiais, que ligam as áreas periféricas ao centro da cidade (Figura 2.3). Outras diretrizes podem ser encontradas no TCRP (2003b). Entretanto, a escolha de um local onde se implantará uma via exclusiva (faixas exclusivas, canaletas etc.) depende do conjunto de vias dedicadas ao Sistema de Transporte Público, podendo ser adotado em vias perimetrais (exemplo a III Perimetral em Porto Alegre) e outros de grande fluxo de veículos.

O desempenho dos BRT engloba os custos, tempo de viagem, capacidade e performance (qualidade dos serviços prestados). A implantação de vias exclusivas para ônibus deve reduzir, pelo menos de 1 a 2 minutos por quilômetro o tempo de viagem. Os atrasos dos ônibus geralmente estão associados às paradas para embarque/desembarque dos passageiros, tempos semafóricos e congestionamentos no tráfego (Figura 7.2). Portanto, o ingresso de facilidades, tais como: ônibus acessíveis (piso baixo ou plataforma alta), maiores quantidades de portas, portas mais largas, métodos de vendas de passagens fora dos veículos e prioridade semafórica aos ônibus, melhoram o desempenho do sistema.



**Figura 7.2** – Tempo total de percurso de um ônibus no tráfego e sua composição (TCRP, 2003 b)

A capacidade é o número de ônibus e de passageiros que o corredor pode acomodar. No geral as faixas exclusivas implantadas no centro da via (sentido duplo) podem acomodar 150 a 200 ônibus por hora. Essa capacidade depende do tipo da via exclusiva (via rápida), do tipo das estações e das paradas para embarque/desembarque dos passageiros, do tamanho, arranjo e altura dos ônibus, dos métodos de vendas de passagens e da concentração de passageiros nos locais de embarque/desembarque (locais críticos). Outras características relacionadas ao desempenho dos BRT podem ser encontradas no TCRP (2003 b) e dos MBSs podem ser vistos em Sant'Anna (2001).

Os parâmetros para implantação das vias exclusivas para os BRT englobam o tipo dos veículos (Figuras 3.4 e 3.5) e os parâmetros descritos nas Tabelas 3.1 e 3.2. Outras informações mais detalhadas podem ser encontradas no relatório anteriormente mencionado neste item.

#### 7.1.4.2 Veículos

Conforme visto no Item 3.3.3.1, as principais características relacionadas aos ônibus, são: dimensão, peso, potência, capacidade de carga dos chassis, capacidade de passageiros e número de portas, raios de giro e geometria viária compatível com a operação dos ônibus. Para o TCRP (2003b) os parâmetros relacionados à escolha dos ônibus, são: raio de giro, aceleração/desaceleração, comprimento, altura e largura dos ônibus (Figura 3.4 e 3.5).

#### 7.1.4.3 Terminais

De acordo com o conceito de terminal descrito por Sant'Anna (2001), mostrado na Tabela 3.6, como sendo o local em que os usuários iniciam ou terminam suas viagens por ônibus, portanto englobando também as estações de ônibus, as características relacionadas aos terminais, são: as características de desenho, capacidade em acomodar os passageiros, altura das plataformas, capacidade em acomodar os ônibus para o embarque/desembarque dos passageiros, tipo do pavimento nas proximidades das estações e o tipo do pavimento dos terminais.

#### 7.1.4.4 Plano operacional

Segundo a EBTU (1988) o plano operacional deve identificar e propor soluções de rápida implantação para aperfeiçoar todo sistema. Portanto, o plano engloba a melhor forma dos itinerários (formação da rede de transporte), a definição do tipo dos veículos que farão

parte do sistema, definição dos locais e distanciamento dos pontos de parada, com o propósito de reduzir os atrasos no tráfego; cálculo dos intervalos entre sucessivos ônibus, com a pretensão de aumentar a frequência dos veículos.

Os MBSs consideram os planos operacionais voltados às linhas de desejo dos usuários, de forma a reduzir o tempo total de viagem dos passageiros do sistema e os custos percebidos (Wright *et al* 2002).

### **7.1.5 Problemas dos transportes urbanos e os componentes do sistema de transporte**

Nota-se que os principais problemas que afetam os usuários dos transportes coletivos urbanos, estão diretamente relacionados aos seus componentes. A Tabela 7.1 mostra tal relação, destaca esses problemas e os relaciona a cada componente do sistema. Vale lembrar que os MBSs tem o objetivo de proporcionar melhores condições de viagem aos seus usuários. Esses usuários são vistos como o elemento central do planejamento dos MBSs (Figura 3.2).

**Tabela 7.1** – Relação entre os sistemas de transportes e seus principais problemas

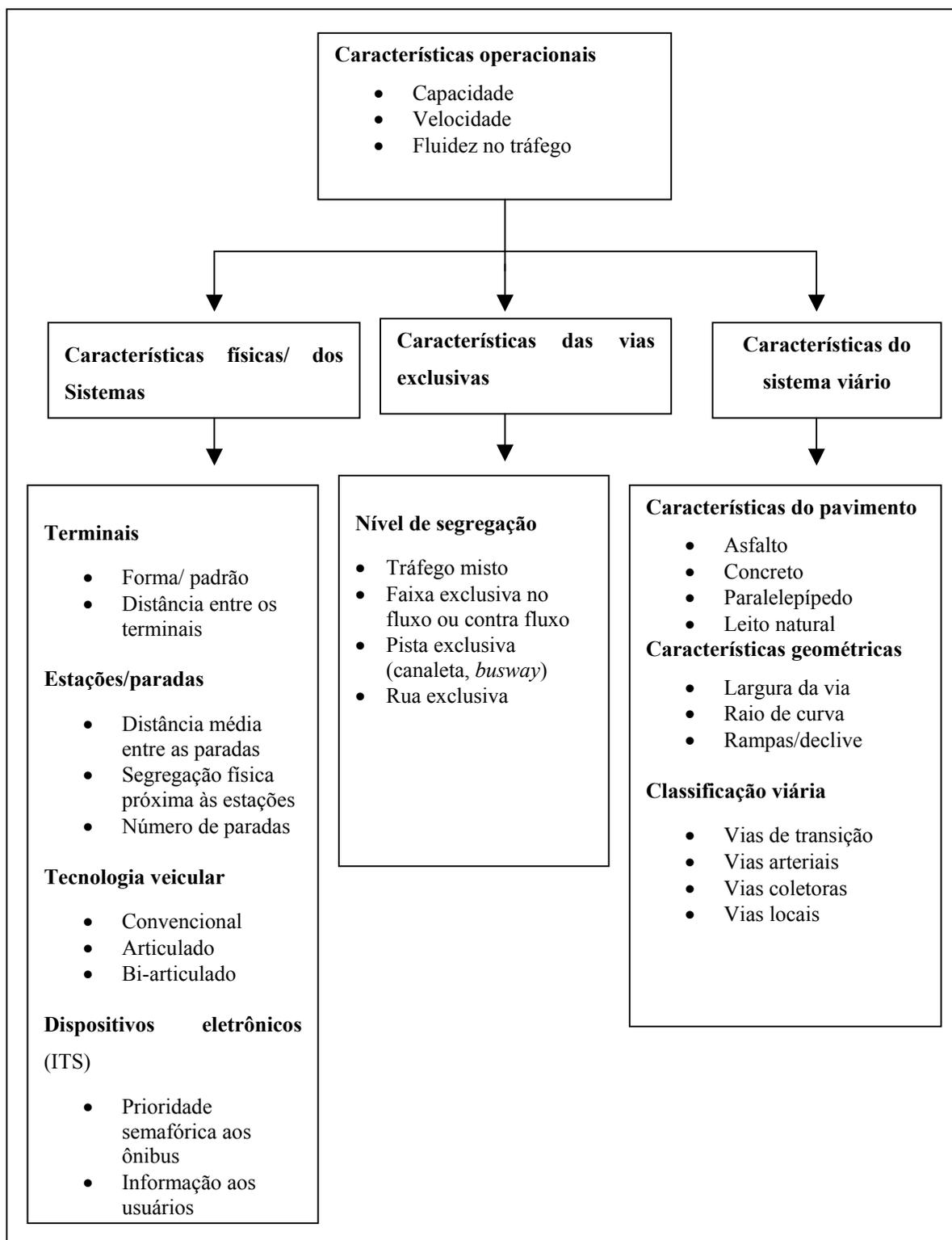
<b>Sistema de transporte</b>	<b>Principais problemas ligados aos usuários</b>
Plano de operação	Frequência e itinerários distintos dos desejos dos usuários
Vias	Retardamentos por congestionamentos, interseções
Veículos	Veículos pouco confortáveis e com baixas capacidades
Terminais	Condições inadequadas de embarque/desembarque e de completar a viagem (caminhada complementar)

Assim, os MBSs apresentam melhores condições de desempenho frente aos sistemas convencionais por suas propostas de melhorias partirem dos problemas relacionados aos usuários do transporte coletivo. Isso os torna mais eficientes e atrativos no atendimento das necessidades e desejos de viagem dos passageiros.

### **7.1.6 Estudo das características dos exemplos analisados**

Nas Figuras 3.1 e 3.2 observam-se as principais diferenças entre os MBSs e BRT, e neste tópico são estudadas as características de MBSs, tendo como exemplos o Eixo Norte/Sul (Curitiba), a Avenida Protásio Alves (Porto Alegre) e a Avenida Presidente Antônio Carlos

(Belo Horizonte), resultados das visitas técnicas realizadas. A presente análise segue o agrupamento das características mostradas na Tabela 3.4 e na Figura 7.3.



**Figura 7.3** – Principais características dos MBS e BRT

A partir das características dos exemplos de estudados no Capítulo 6 desenvolveu-se a Tabela 7.2, com o objetivo de apresentar um resumo das principais características relacionadas às vias dos sistemas estudados.

**Tabela 7.2 – Resumo dos principais características das vias estudadas**

CORREDORES / CARACTERÍSTICAS	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SISTEMA									
CORREDORES / CARACTERÍSTICAS	EXTENSÃO (KM)	TECNOLOGIA VEICULAR			TERMINAIS	ESTAÇÕES / PARADAS			DISPOSITIVOS ELETRÔNICOS	
		A	B	C		N. DE PARADAS	SEGREGAÇÃO FÍSICA	DISTÂNCIA MÉDIA (m)	P O	IU
Av. Protásio Alves	7km			X	*	15	SIM	454	NÃO	NÃO
Eixo Norte/Sul	19km		X		*	31	NÃO	600	SIM	SIM
Av. Presidente Antônio Carlos	8,8km	X		X	*	*	NÃO	*	*	

CORREDORES / CARACTERÍSTICAS	CARACTERÍSTICAS DAS VIAS EXCLUSIVAS					CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA VIÁRIO								
	NÍVEL DE SEGREGAÇÃO DAS VIAS					PAVIMENTO				CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS		CLASSIFICAÇÃO VIÁRIA		
	N 1	N. 2	N. 3	N. 4	FA	A S	P A	C O	L N	RAMPAS/DECLIVE	LTV (metros)	V.1	V.2	V.5
Av. Protásio Alves		X			NÃO	X				PLANO	TRECHOS DE 30 e 40 m	X		
Eixo Norte/Sul			X		NÃO	X				PLANO	CANALETA TEM 7 m			X
Av. Presidente Antônio Carlos	X				NÃO	X				ACLIVES	TRECHOS DE 35,50,40 m		X	

LEGENDA		
<b>CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS</b>		
LTV - Largura total via		
* - DADO NÃO OBTIDO		
<b>TECNOLOGIA VEICULAR</b>		
A - Articulado		
B - Biarticulado		
C - Convencional		
<b>DISPOSITIVOS ELETRÔNICOS</b>		
PO - Prioridade semafórica aos ônibus		
IU - Informação aos usuários		
<b>CARACTERÍSTICAS DAS VIAS EXCLUSIVAS</b>		
N1 - Tráfego misto		
N2 - Faixa exclusiva		
N3 - Pista exclusiva (canaleta)		
N4 - Via segregada		
FA - Faixa adicional para ultrapassagem dos ônibus junto as paradas		

CORREDORES / CARACTERÍSTICAS	DESEMPENHO OPERACIONAL ANALISADO			
CORREDORES / CARACTERÍSTICAS	VELOCIDADE OPERACIONAL		CAPACIDADE DO SISTEMA	FLUIDEZ NO TRÁFEGO
	HPM/BC	HPT/CB		
Av. Protásio Alves	20,66	16,7	*	Muitas interferências transversais
Eixo Norte/Sul	*	*	16200 passageiros/h	Interferências controladas
Av. Presidente Antônio Carlos	16,82	17,43	*	Muitas interferências longitudinais e transversais

#### 7.1.6.1 Características relacionadas ao sistema viário

As principais características relacionadas ao sistema viário são as características de pavimento, características geométricas e a classificação das vias. De porte desses atributos de análise, a Avenida Protásio Alves, em Porto Alegre, é classificada como via de transição (integração interurbana) que se caracteriza por tráfego de passagem, interseções em nível, presença de semáforos etc. Em relação às características geométricas, o estudo realizado por Freitas *et. al.* (2001) mostra que a Avenida Protásio Alves apresenta problemas de entrelaçamento (relacionado ao movimento do fluxo), como sendo curto e incompatível com o volume de tráfego. Aquela via tem pavimento asfáltico em toda sua extensão, somente junto às estações tem pavimento de concreto.

A Avenida Presidente Antônio Carlos, em Belo Horizonte, é arterial e caracteriza-se por ter interseções em nível, grandes volumes de veículos, presença de semáforos, acessibilidade aos lotes lindeiros etc. O pavimento é asfáltico em toda a via.

O Eixo Norte/Sul, de Curitiba, é classificado como Eixo Estrutural, sendo um caso ainda mais específico, pois, como visto no Capítulo 6, o Eixo Norte/Sul é composto por três vias paralelas, onde a canaleta exclusiva localiza-se na via central. As principais características são: pavimento asfáltico, interseções em nível, grande de fluxo de veículos e de ônibus e acessibilidade aos lotes lindeiros.

#### 7.1.6.2 Características físicas e funcionais do sistema

As características físicas e funcionais consideradas importantes para este trabalho foram: características das paradas/estações, da tecnologia veicular e dos dispositivos eletrônicos.

As características relacionadas às paradas/estações da Avenida Protásio Alves foram descritas no Item 6.1.2 e Figura 6.7. A maioria dos ônibus que operam nessa via são ônibus convencionais. Não existem outros dispositivos eletrônicos, além dos semáforos, bem como, informações aos usuários nessa via.

A Avenida Presidente Antônio Carlos também é operada por ônibus convencionais, porém, existem alguns ônibus articulados. As características das estações e dos dispositivos eletrônicos dessa via são convencionais (presença de semáforos e paradas com abrigo).

Já no Eixo Norte/Sul, na canaleta exclusiva opera somente ônibus bi-articulado, somente nas vias paralelas que existem veículos particulares e outros tipos de ônibus. As paradas/estações são tubulares (ver Figura 6.11 e 6.13) e os terminais têm pavimento com paralelepípedos. No sistema de transportes de Curitiba existem dispositivos eletrônicos a bordo dos ônibus que avisam os passageiros sobre próximas paradas.

### 7.1.6.3 Características das vias exclusivas

Em relação às vias exclusivas foi considerado o nível de segregação. A Protásio Alves possui faixas junto ao canteiro central nos dois sentidos de fluxo. O eixo Norte/Sul caracteriza-se por ter uma canaleta exclusiva (segregação física com canteiros) localizada no eixo central com sentidos opostos. A Avenida Presidente Antônio Carlos não possui nenhuma priorização aos ônibus, que operam em tráfego misto.

## 7.2 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE TRANSPORTES COLETIVOS RELACIONADOS AO SEU DESEMPENHO OPERACIONAL

Neste item faz-se um cruzamento entre as características mostradas na Tabela 3.4, com a finalidade de identificar as principais características físicas/funcionais dos sistemas de transportes relacionadas ao seu desempenho operacional. Esse cruzamento é mostrado na Tabela 7.3.

**Tabela 7.3** - Relação entre as características físicas/funcionais do sistema e as características operacionais

Variáveis/ desempenho		Capacidade do sistema	Velocidade operacional	Fluidez no tráfego
Características físicas do sistema				
Características Físicas/funcionais do sistema	Estações	X	X	
	Dispositivos eletrônicos	X		X
	Tecnologia veicular	X	X	
Características do sistema viário	Geometria		X	X
	Pavimento		X	
	Classificação viária		X	
Características das vias exclusivas	Nível de segregação		X	X

Foram identificadas doze relações entre as características do sistema e as variáveis de desempenho. Essas relações são analisadas a seguir, por grupos (variáveis de desempenho).

### **7.2.1 Análise das relações entre as características físicas/funcionais e o desempenho operacional do sistema**

Neste item analisam-se as relações verificadas na Tabela 7.1 seguindo por grupo das variáveis de desempenho.

#### **7.2.1.1 Capacidade do sistema em transportar passageiros**

Como foi mencionado no Item 2.5, por Wright (1992), a capacidade dos veículos é de grande importância para se estimar capacidade das vias e, logicamente a capacidade do sistema em transportar passageiros. Neste contexto, o TCRP (1997) diz que a capacidade do sistema depende do tamanho, da configuração dos veículos, da frequência dos ônibus, a capacidade do sistema pode ser considerada em termos de ônibus por faixa/por hora.

Segundo o HCM (1985) o principal objetivo da análise da capacidade do sistema é estimar o número máximo de passageiros que o sistema pode acomodar com um nível aceitável de segurança e conforto num determinado período de tempo. Através da Equação 7.1 identifica-se também o tempo médio gasto nas paradas, o tempo efetivo de verde e a duração do ciclo semafórico, como fatores importantes para se estimar a capacidade do sistema de transportes. A Equação 7.1 é representada como:

$$Cb = \frac{(g/C)3600R}{Tc + (g/C)D} \quad (\text{Eq.7.1})$$

Onde:

$Cb$  = Capacidade de ônibus por faixa por hora

$g$  = tempo efetivo de verde (em segundos)

$C$  = duração do ciclo semafórico (em segundos)

$Tc$  = tempo de liberação entre os sucessivos ônibus (em segundos)

$D$  = tempo médio nas estações/paradas

$R$  = fator de redução (0.833) (reflete a probabilidade dos ônibus não gastarem o maior tempo nas paradas para embarque/desembarque dos passageiros)

### 7.2.1.2 Velocidade operacional

De acordo com o conceito de velocidade operacional da EBTU (1988) mostrado na Tabela 3.5, a fórmula da velocidade operacional é descrita, como:

$$VO_i = \frac{X_i}{\frac{X_i}{V_{\max}} i + p(ta + td) + \sum^p TAp} \quad (\text{Eq. 7.2})$$

Onde:

$VO_i$  = Velocidade operacional do trecho  $i$ ;

$X_i$  = Extensão do trecho;

$V_{\max}$  = Velocidade máxima no trecho  $i$ ;

$p$  = Número de pontos de parada no trecho  $i$  (número de estações)

$ta + td$  = Tempo total para aceleração/desaceleração num ponto de parada

$\sum^p TAp$  = Somatória dos tempos de atendimento nos pontos de parada ( $p$ ) da linha, no trecho  $i$ .

Conforme o conceito de velocidade operacional da EBTU (1988) e o estudo realizado por Plamploma (2000), as características relacionadas à velocidade operacional são: a velocidade máxima dos veículos no trecho, número de paradas/estações no trecho, os tempos gastos nas paradas para o embarque/desembarque de passageiros e a distância média entre as paradas.

Verifica-se ainda, a importância da largura da faixa de rolamento, do raio de giro necessário para a manobra dos veículos, das rampas máximas da via de acordo com o tipo de tecnologia veicular e do número de veículos na via. As interferências longitudinais (fluxo compartilhado com outros veículos) e as transversais (interseções, semáforos) são também muito importantes para a velocidade operacional, que dependem do nível de segregação da via e da priorização semafórica aos ônibus.

### 7.2.1.3 Condições de fluidez no tráfego

O número de veículos na via e a prioridade semafórica aos ônibus se relacionam com as condições de fluxo de tráfego nas canaletas e no tráfego geral de veículos nas interseções. Outras características que podem ser identificadas como significativas para a fluidez no tráfego são: o fluxo máximo de veículos que a via pode acomodar (capacidade viária) e a

velocidade dos veículos na via. Pode-se ainda, relacionar o nível de segregação das vias exclusivas com as condições de fluidez no tráfego dos ônibus, quanto maior for o nível de segregação das vias exclusivas, juntamente à prioridade semaforica aos ônibus, melhor serão as condições de tráfego dos ônibus, em relação às interferências transversais e longitudinais. No item 2.3.2 destacam-se também as características das rampas e a largura da via como efeitos diretos no fluxo de tráfego.

### **7.3 AS CARACTERÍSTICAS DOS MBSs E A UTILIDADE DOS USUÁRIOS**

Neste tópico relaciona-se todas as características envolvidas nos MBSs com as características que os usuários julgam ser mais importantes, relacionando - as com a função utilidade baseada na Teoria de Lancaster (utilidade de bens e serviços deriva das suas características intrínsecas) e os quatro postulados apresentados no Item 4.2.4.

A partir daqueles quatro postulados referentes aos princípios de Lancaster, nota-se em primeiro lugar, que os usuários interessam pelas características dos serviços de transportes e não pela própria modalidade, veículo ou serviço. Ou seja, os usuários apreciam as características às quais se beneficiam; tais como, tempo de viagem, disponibilidades de assentos, valor da tarifa etc., de acordo com suas individualidades (gostos diferenciados) e restrições orçamentárias. Portanto, a preferência e escolha dos usuários, estão relacionadas a alguns fatores importantes de serem analisados num estudo de comportamento, a saber, renda, faixa etária, escolaridade etc.

O segundo postulado estabelece que uma dada característica, pode estar presente em mais de uma modalidade, sendo os veículos uma coleção de características às quais os usuários se relacionam. A partir dessas características que o usuário age e maximiza sua função utilidade. No terceiro postulado, considera-se a combinação entre as modalidades, como por exemplo, andar a pé e andar de ônibus, esta combinação influencia no tempo de viagem dos usuários, dependendo das distâncias de acesso às paradas. Nota-se a influencia das características das modalidades de transportes nas viagens dos usuários.

O quarto postulado refere-se, exatamente às individualidades dos usuários, onde através de um conjunto de fatores, determinam suas escolhas. Ou seja, as preferências dos usuários por determinadas características das modalidades de transportes determinam suas escolhas.

### **7.3.1 A função utilidade de Lancaster e a percepção dos usuários de transporte coletivo**

Segundo Wright (1985) a função utilidade de Lancaster relaciona-se com o planejamento de transportes. O planejamento de transportes exige uma procura sistêmica de um conjunto de características que visa aumentar a utilidade dos usuários de transporte, sujeito às restrições relevantes das finanças locais (Ver a Eq. 4.3 na página 53).

No Capítulo 5 foi abordada a percepção dos usuários frente aos transportes urbanos. A partir dessa condição, podem ser destacadas sete características para serem analisadas nesse tópico, tais características são:

- a. Tempo de espera
- b. Segurança
- c. Conforto
- d. Tempo de viagem
- e. Frequência
- f. Acessibilidade
- g. Custo

Essas características podem ser consideradas a Utilidade ( $U_i$ ) dos usuários sobre os serviços de transportes oferecidos. São essas características que mais os interessam, sendo, necessário os planejadores adequá-las da melhor forma possível, para aumentar o nível de satisfação dos usuários do transporte coletivo. Como a percepção dessas características é qualitativa, as análises podem ser feitas quantificando as utilidades através de uma escala percentual de satisfação, tal como mostrado por Sant'Anna(1995) .

Das sete características identificadas, a título de ilustração, são tratadas a seguir, as relações associadas à segurança, conforto e tempo de viagem, que foram motivo de observação neste estudo. Considera-se que, em uma aplicação prática, as demais relações devam ser observadas em igualdade de condições e importância. Na Tabela 7.4 podem ser observadas as relações examinadas entre as características do sistema de transportes coletivos e a percepção dos usuários.

**Tabela 7.4** – Características físicas e operacionais do sistema de transportes e a percepção dos usuários (Utilidade)

Características do Sistema/ Percepção dos usuários		Tempo de espera	Segurança	Conforto	Tempo de viagem	Frequência	Accessibilidade	Custos
Características físicas/funcionais dos Sistemas	<b>Terminais</b>							
	Forma/padrão			X				
	Distância entre os terminais				X			
	<b>Estações/paradas</b>							
	Distância entre as paradas				X			
	Segregação física próxima às paradas		X					
	Número de paradas				X			
	<b>Tecnologia veicular</b>							
	Ônibus convencional			X				
	Articulado			X				
	Bi-articulado			X				
	<b>Dispositivos eletrônicos</b>							
	Informação ao usuário			X				
Prioridade semaforica aos ônibus				X				
Características das vias exclusivas	<b>Nível de segregação</b>							
	Tráfego misto				X			
	Faixa exclusivas			X				
	Pista exclusiva (canaleta)							
	Rua exclusiva							
Características do sistema viário	<b>Características do pavimento</b>							
	Asfalto							
	Concreto							
	Paralelepípedos							
	<b>Características geométricas</b>							
	Largura da via							
	Raio de curva			X				
	Rampas/declive			X				
	<b>Classificação viária</b>							
	Vias de transição							
	Vias arteriais							
	Vias coletoras							
Vias locais								
Características operacionais	<b>Características operacionais</b>							
	Capacidade do sistema			X				
	Velocidade				X			
	Fluidez do tráfego			X	X			

Considerando a Tabela 7.5, a seguir, onde algumas características estão relacionadas com elementos físicos dos Sistemas de Transportes, os quais os usuários não procuram diretamente ou não percebem, observa-se que essas estão diretamente vinculadas a outras mostradas na Tabela 7.4 que os usuários procuram.

Por exemplo, as características de desenho dos terminais influenciam no conforto dos usuários pelas condições de acessibilidade que estes podem apresentar, o raio de curva também se relaciona com o conforto, assim como o tipo de pavimento (estes, não estudados neste trabalho). A distância entre as paradas, o tempo médio e a quantidade de paradas ao longo do corredor de ônibus influencia na velocidade dos veículos e, conseqüentemente, no tempo de viagem dos usuários.

Portanto, é desejável que os locais próximos às estações tenham caminhos bem sinalizados para o trânsito de pedestres proporcionando melhores condições de conforto e segurança. As barreiras físicas nas proximidades das estações podem degradar o ambiente urbano, em contrapartida canalizam o trânsito dos pedestres evitando atropelamentos e transmitindo segurança aos usuários do transporte público.

Os tipos dos veículos utilizados estão diretamente relacionados com o conforto dos usuários pela disposição, quantidade de assentos e distribuição do espaço interno dos ônibus. A informação aos usuários proporciona ganhos de tempo e a prioridade semafórica proporciona maiores ganhos operacionais aos ônibus em termos de velocidade, logo diminui o tempo de viagem dos usuários. A prioridade aos ônibus no sistema viário pode reduzir significativamente o tempo de viagem dos usuários.

As rampas e declives também interferem na percepção dos usuários pelo desconforto das inclinações dos veículos, acelerações e desacelerações longitudinais, assim como as acelerações transversais provocadas por raios de giro inadequados.

Finalmente, as características de desempenho operacional influenciam no tempo de viagem e no conforto dos usuários, pelas condições de tráfego na via, velocidade e a lotação dos veículos.

**Tabela 7.5 - Identificação das principais características relacionadas ao desempenho dos sistemas de transportes**

	<b>Estações</b>	<b>Dispositivos eletrônicos</b>	<b>Tecnologia veicular</b>	<b>Geometria viária</b>	<b>Pavimento</b>	<b>Classif. viária</b>	<b>Nível de segregação</b>
<b>Capacidade do sistema</b>	Tempo médio gasto nas paradas	Tempo efetivo de verde  Duração do ciclo semafórico	Frequência dos ônibus  Capacidade dos ônibus	Projeto geométrico viário			
<b>Velocidade operacional</b>	Velocidade máxima no trecho  Número de paradas  Tempo gasto nos pontos de parada  Distância média entre as paradas		Número de veículos na via	Largura da faixa de rolamento  Raio de curva	Resistência da pista de rolamento	Velocidade de projeto	Interferências longitudinais  Interferências transversais  Prioridade semafórica aos ônibus
<b>Fluidez no tráfego</b>		Prioridade semafórica aos ônibus	Número de veículos na via  Capacidade viária	Características das rampas  Largura da via			Prioridade semafórica aos ônibus  Maior nível de segregação viária

O simples exame cruzado das duas tabelas (7.4 e 7.5) permite identificar o proposto por Lancaster em relação às características percebidas pelo usuário e as características físicas e operacionais dos sistemas de transporte público por ônibus.

Portanto, a elaboração de um bom projeto de via exclusiva deve buscar identificar o maior número possível de características cruzadas, de forma a se obter uma via cujas características operacionais e de construção, compatibilizadas com as características do sistema de transporte público e com as características buscadas pelos usuários.

#### **7.4 CONCLUSÕES SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE TRANSPORTES**

O problema abordado neste trabalho foi o de se dar prioridade aos transportes públicos urbanos no sistema viário, com o objetivo de conseguir melhorar o desempenho operacional dos transportes urbanos e minimizar os problemas ligados à circulação viária. No sentido dessa prioridade, o tratamento diferenciado dos ônibus no tráfego urbano tem sido a medida mais comum. Observou-se, por outro lado, que esse tratamento resulta na implantação de projetos de vias exclusivas e outras ações semelhantes, com projetos de porte considerável em relação aos investimentos, que requerem avaliações prévias, para que decisões possam ser tomadas, que transcendem à simples estudos econômicos de benefício/custo.

Observou-se, no entanto, que na prática as avaliações tendem a ficar apenas no âmbito econômico, consideram os aspectos que podem ser quantificados monetariamente, diante disso este estudo se concentrou em como analisar tal desempenho através da interação dessas características, fundamentando-se especialmente nos princípios da Utilidade de Lancaster, em que os bens e serviços são um conjunto de características e, nesse caso específico, o bem considerado foi o desempenho dos serviços de transportes oferecidos aos usuários.

Portanto procurou-se fazer uma análise qualitativa do desempenho dos transportes, a fim de contribuir para os estudos de implantação de vias exclusivas. Depois dos estudos da bibliografia e as considerações teóricas dos capítulos anteriores, foi possível observar as características anteriormente consideradas, durante as visitas técnicas relatadas.

A identificação das características das vias exclusivas associadas ao desempenho operacional, permitiu fazer o cruzamento com as variáveis de Utilidade ( $U_i$ ) relacionadas aos usuários (Tabela 7.4), que por sua vez permitiram identificação das características de projeto relacionadas à capacidade, velocidade operacional e fluidez no tráfego (Tabelas 7.5). Isso permitiu estabelecer um mecanismo de relacionamento entre características para evidenciar as que devem ser consideradas nas implantações de vias exclusivas nos MBSs.

Assim, evidenciou-se que o tipo de tecnologia veicular e as condições viárias são os fatores que se inter-relacionam e influenciam no desempenho dos MBSs, pelas características geométricas das vias, rampas/declives, entre outras, e que estão relacionadas às características dos veículos.

Observa-se, por outro lado, que os resultados dos cruzamentos das características atendem aos objetivos inicialmente estabelecidos para o presente estudo que foi o de analisar as características físicas das vias exclusivas que condicionam o melhor desempenho operacional de sistemas de transporte coletivo urbano, utilizando a Teoria de Lancaster.

Com isso, pode-se afirmar que a melhoria de estudos de implantação de vias exclusivas para os MBSs e BRT pode ser considerável se forem estudadas as características de utilidade para os usuários, antes dos estudos econômicos do tipo benefício/custo e outros que ocorrem somente quando o projeto já está em fase de conclusão. Ou seja, a própria elaboração dos projetos pode ser acompanhada de avaliação de características, na forma dos cruzamentos das tabelas 7.4 e 7.5, em que pese o presente trabalho ter sido apenas parcial em relação ao conjunto de características a serem consideradas em um projeto de via exclusiva.

Observa-se que a aplicação dos resultados presentes nesta análise necessita de complementos e aprofundamento, haja vista a não discussão de quatro das sete utilidades da Tabela 7.4, o que, entretanto, não invalida o presente trabalho em seus fundamentos acadêmicos e de método.

Finalmente, verifica-se que as hipóteses de trabalho assumidas nesta dissertação:

- ✓ Através da análise das características viárias e de veículos pode-se definir as características que mais influenciam no desempenho dos sistemas de transporte coletivo urbano em termos de velocidade, capacidade e fluidez no tráfego.
- ✓ A partir de estudos que definam a influência das características que são mais relevantes para o desempenho operacional de vias exclusivas para ônibus, pode-se chegar às condições em que justifiquem sua implantação.

podem ser consideradas aceitas dado que o cruzamento entre as características da Tabela 7.5 e as Utilidades da Tabela 7.4, permitem a utilização da função Utilidade mostrada na Equação 4.2, cabendo inclusive a atribuição de pesos em função da importância que se queira dar a cada uma das utilidades a ser considerada em um projeto.

## 8 CONCLUSÕES

Este trabalho estudou quais características influenciam no desempenho dos sistemas de transportes urbanos por ônibus, a fim de fornecer o melhor conforto aos seus usuários.

De acordo com a metodologia de trabalho inicialmente estabelecida, foram mostradas a evolução dos sistemas de transportes e o reordenamento urbano através dos transportes, com destaque para a importância da interação entre o planejamento urbano e o de transportes.

Ainda no Capítulo 2 do presente trabalho apresentou-se e definiram-se os principais componentes funcionais do sistema convencional de transporte por ônibus. Destacou-se também a importância em dar prioridade aos ônibus no sistema viário, para melhorar o desempenho do sistema, diminuindo tempos de viagem e transportando o maior número de passageiros, assim como os principais tipos de tratamento viário e critérios para a implantação de vias exclusivas.

Em seguida, foram vistas as principais diferenças entre os MBS e BRT, sendo que o primeiro tem como foco central os usuários e o segundo as vias rápidas que fazem parte do sistema. Os MBSs tendem a melhorar as condições de transportes nas cidades, tendo os usuários como o centro do planejamento, procurando satisfazer às suas necessidades no sistema de transporte coletivo.

Os BRT possuem objetivos de melhorar o desempenho do transporte de passageiros, mas suas melhorias são baseadas somente nas vias rápidas em termos de velocidade dos veículos nas vias. Foram destacadas as principais características que fazem parte dos MBSs e BRT.

Posteriormente, descreveu-se o Comportamento do Consumidor sob a visão da Teoria Tradicional e da Nova Abordagem de Lancaster, mostrando a principal diferença entre as duas. Destacou-se dos princípios da Teoria de Lancaster em análises de projetos de transportes, que estuda e analisa o efeito de cada característica presente num “produto” ou “serviço”.

O serviço de transportes urbanos tem como objetivo principal proporcionar as facilidades de deslocamento dos cidadãos, portanto este seria seu “produto final”, que pode ser analisado sob âmbito da Teoria de Lancaster. Destacou-se que os “consumidores” (usuários do sistema de transporte coletivo) fazem suas escolhas a partir da utilidade que as diversas modalidades de transporte podem conceder, através de suas características.

A Teoria de Lancaster propõe uma nova maneira de estudar os bens e serviços através de suas características intrínsecas em substituição da visão tradicional da análise dos bens em si. Em transportes seria analisar todos os componentes presentes (características) capazes de influenciar no seu desempenho; e, conseqüentemente, na escolha dos usuários.

Os MBSs têm o objetivo de melhorar a performance dos transportes urbanos, portanto uma análise baseada nas características do desempenho das vias que os compõem, a fim de determinar os pontos positivos em relação ao seu funcionamento, pode vir contribuir para o processo de decisão a respeito da implantação de outras vias ou mesmo para a reformulação das existentes. Desse modo, a análise baseada nas características do desempenho das vias que compõem os MBSs, a fim de identificar as principais características relacionadas ao seu desempenho, pode contribuir com os estudos de implantação ou reformulação das existentes.

A visão do usuário é um dos fatores primordiais a serem considerados nos estudos de implantação de facilidades de transportes, pela sensibilidade que os usuários têm em perceber o transporte urbano em seus diversos aspectos, sejam eles positivos ou negativos. É importante registrar que o usuário distingue e analisa o transporte coletivo a partir do uso, pelas características intrínsecas ao serviço oferecido.

Durante o presente trabalho, verificou-se que as características consideradas como importantes para os usuários por Faria (1985) não diferem muito de outras bibliografias estudadas, por exemplo, Melo (1979), ou os aspectos considerados pelos usuários no estudo dos autores Forte e Bodmer (2004) que serviram de referência para as análises deste trabalho; uma vez que, não foram realizadas pesquisas para evidenciar as expectativas (preferências dos usuários) junto dos usuários dos sistemas de transporte coletivo das cidades pesquisadas.

Em seguida, foram evidenciadas as principais características que foram coletadas durante a pesquisa: visitas técnicas, contatos com técnicos e documentos referentes ao sistema de transporte coletivo de Porto Alegre, Belo Horizonte e Curitiba.

Neste trabalho, ficou claro que o desempenho dos sistemas de transportes urbanos por ônibus está diretamente relacionado às suas características físicas e funcionais, pelo que se descreveu as principais características que podem influenciar no desempenho desses sistemas, mostrando dados que indicam as diferenças de desempenho.

Assim, partindo de uma listagem de características físicas do sistema e seu desempenho operacional, este trabalho identificou as características típicas em cada corredor estudado, como por exemplo, em Porto Alegre na via III Perimetral foi identificado o pavimento de concreto como um fator positivo ao desempenho do sistema, por ter maior resistência de rolamento, evitando o desgaste pelo atrito dos pneus. Na Avenida Sertório foi identificada às estações com plataformas elevadas e os ônibus com piso alto facilitando os embarques/desembarques, na Avenida Bento Gonçalves e na Avenida Portásio Alves as plataformas são baixas e o embarque é realizado em desnível, sendo uma característica negativa ao desempenho, por causar desconforto aos usuários.

Em Curitiba no Eixo Norte/Sul identificou-se o pavimento de concreto junto às estações, como sendo uma característica importante por evitar o desgaste do pavimento pelas frenagens dos veículos para o embarque/desembarque dos passageiros. Em Belo Horizonte pelo fato da via ser operada em tráfego misto, os ônibus sofrem grandes interferências longitudinais pelo fluxo de tráfego (congestionamento), sendo um dos maiores motivos de retardamento no trânsito.

Assim, as visitas técnicas e levantamentos de campo foram úteis para se conseguir elementos de comparação entre os diversos equipamentos viários nas cidades visitadas, o que permitiu, inclusive, uma razoável validação dos dados apresentados em outros estudos anteriormente examinados e referidos neste trabalho.

Em relação ao ponto central do presente trabalho, de estudar as características associadas à prioridade aos transportes públicos urbanos no sistema viário, observou-se que esse tratamento resulta na implantação de projetos de vias exclusivas e canaletas, com projetos de investimento, que requerem avaliações prévias, para tomada de decisão sobre a implantação, que transcendem à simples estudos econômicos de benefício/custo.

Considerando que na prática as avaliações tendem a ficar no âmbito econômico, levando em consideração só os aspectos que podem ser quantificados monetariamente, procurou-se analisar as características qualitativas, estéticas e sociais, de forma qualitativa, mas com o suporte da Teoria de Lancaster.

Partindo das características de desempenho dos serviços de transportes oferecidos aos usuários e considerando o desempenho operacional dos sistemas de transportes ligado a tais características e do esquema operacional associado, o estudo se concentrou em como analisar o desempenho de vias exclusivas através da interação dessas características, fundamentando-se especialmente nos princípios da Utilidade de Lancaster, em que os bens e serviços são representados por um conjunto de características.

Portanto fez-se uma análise qualitativa do desempenho dos transportes, a fim de contribuir para os estudos de implantação de vias exclusivas. Depois dos estudos da bibliografia e as considerações teóricas, foi possível observar as características anteriormente consideradas, durante as visitas técnicas relatadas.

Finalmente, como mostrado no Capítulo 7, a identificação das características das vias exclusivas associadas ao desempenho operacional nas cidades visitadas, permitiu fazer o cruzamento com as variáveis de Utilidade ( $U_i$ ) de Lancaster relacionadas ao conforto dos usuários, que por sua vez permitiram identificação de relação direta com as características de projeto dos sistemas estudados.

Isso permitiu estabelecer mecanismo de relacionamento entre características para evidenciar as que devem ser consideradas na implantação de vias exclusivas nos MBSs, bem como, evidenciou-se que o tipo de tecnologia veicular e as condições viárias são os fatores que se inter-relacionam e influenciam no desempenho dos MBSs, pelas

características geométricas das vias, rampas/declives, entre outras, e que estão relacionadas às características dos veículos.

Observa-se, por outro lado, que os resultados dos cruzamentos das características atendem aos objetivos inicialmente estabelecidos para o presente estudo que foi o de analisar as características físicas das vias exclusivas que condicionam o melhor desempenho operacional de sistemas de transporte coletivo urbano, utilizando a Teoria de Lancaster.

Com isso, pode-se afirmar que a melhoria de estudos de implantação de vias exclusivas para os MBSs e BRT pode ser considerável se forem estudadas as características de utilidade para os usuários, antes dos estudos econômicos do tipo benefício/custo e outros que ocorrem somente quando o projeto já está em fase de conclusão. Ou seja, a própria elaboração dos projetos pode ser acompanhada de avaliação de características.

A título de continuação do presente estudo, deve-se observar que as análises foram feitas de forma apenas parcial em relação ao conjunto de características a serem consideradas em um projeto de via exclusiva havendo necessidade de complementos e aprofundamento, haja vista a não discussão de quatro das sete utilidades da Tabela 7.4 o que pode e deve ser feito como continuação deste trabalho.

Cabe, ainda, um aprofundamento nas técnicas de análise utilizando-se a Teoria de Lancaster, de forma a se estabelecer um método ou rotina de elaboração de projetos de vias exclusivas com o acompanhamento da análise de características como se evidenciou ser importante.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (1982). *Terminologia e classificação de pavimentação*. NBR 7207/82.
- ÂNGELO, C. F. e FÁVERO, L. P. L. (2003). *Modelo de Preços Hedônicos para Avaliação de Veículos Novos*, VI Seme AD.
- BHTRANS (2004 a) Transporte Coletivo  
In: [http://www.bhtrans.pbh.gov.br/bhtrans/transporte/transp\\_coletivo.asp](http://www.bhtrans.pbh.gov.br/bhtrans/transporte/transp_coletivo.asp)
- \_\_\_\_\_ (2004 b) *Tratamento de Corredor de Transporte: O caso da Avenida Antônio Carlos*
- BRASIL - CTB - Código de Trânsito Brasileiro (1998). 2º ed.
- BRASILEIRO, A.; SANTOS, E. M., ARAGÃO, J. G.; SENNA J. M.; NETO, O. L.; FILHO R. D. O. (2001) *Transporte no Brasil: história e reflexões*. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes/ GEIPOT; Recife: Ed. Universitária da UFPE. 525 p.
- BUARQUE, C. (1984) *Avaliação econômica de projetos*, Rio de Janeiro. Ed. Campus
- CENEVIVA, C. (1998) *Curitiba y su red integrada de transporte* in: *La Ciudad en el siglo XXI*, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC. 362p.
- CNT - Confederação Nacional do Transporte (2002) Pesquisa CNT - *Relatório analítico: Avaliação da operação dos corredores de Transporte Urbano no Brasil*
- CUNHA, Débora Ferreira da. (2002) *Avaliação de Projetos com a Utilização da Metodologia de Análise de Valor: Uma aplicação no setor de transportes*. Dissertação de Mestrado, Publicação T. DM – 004ª/02, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 127 p.
- DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito (1978) *Noções de Engenharia de Tráfego*. Conselho Nacional de Trânsito, Ministério da Justiça, Brasília, D. F.
- DNER, Departamento Nacional de Estradas e Rodagem (1996) - *Manual de Implantação básica*. Diretoria de desenvolvimento, divisão de capacitação tecnológica, 2º ed, Rio de Janeiro, RJ. 325p.

- \_\_\_\_\_ (1999) - *Manual de projeto geométrico rodovias rurais*, Diretoria de desenvolvimento, divisão de capacitação tecnológica, Rio de Janeiro, RJ, 195p.
- EBTU, Empresa Brasileira de Transportes Urbanos (1988) - *Gerência do Sistema de Transporte Público de Passageiros: planejamento da operação*. TCC - Trânsito, Transportes Coletivos e Comunicações. Brasília – DF.
- EPTC – Empresa Pública de Transporte e Circulação (2004 a) - *Projeto Executivo – Sistema de Bilhetagem Automática de Porto Alegre – SBA*, versão 01
- \_\_\_\_\_ (2004 b) – *Características operacionais dos corredores de ônibus de Porto Alegre*
- FARIA (1985) *Percepção do usuário com relação às características do nível de serviço do transporte coletivo urbano por ônibus*. Escola de Engenharia de São Carlos – USP, São Carlos - SP.
- FORTE, M. G.; BODMER M. (2004) *As diferenças de percepção dos diferentes agentes sobre os atributos de qualidade de serviço de transporte urbano de passageiros na travessia da Bahia de Guanabara*, ed. Rio de Janeiro: anais da ANPET, Florianópolis – SC, artigo pág 700. Vol 1
- FREITAS, S. L. O.; CARDOSO, G.; JUNIOR, J. L. F (2001) *Análise das características geométricas de corredores de ônibus: Estudo na cidade de Porto Alegre*, RS. 13o Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito (ANTP), Porto Alegre - RS
- GARDNER, G. The (1992), *Performance of Busway Transity in developing cities – Transport and Road Research Laboratory – Research Report 329*
- GOLDNER, L. G., SENNA, L. A. S., PORTUGAL, L. S. (1994) *A estimativa do valor do tempo de viagem a Shopping Centers através do uso de técnicas de Preferência Declarada*: anais da ANPET, Recife, Vol II
- HCM – *Highway Capacity Manual* (1985). TRB, Special Report 209, Nacional Research Council, Washington, D.C.
- HIRSCHFELD, H. (1992). *Engenharia econômica e análise de custos*. 5<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Atlas.
- JONES L. (1988) *The Characteristics Model, Hedonic Prices and the Clientele Effect*. Vol 96 n° 3, Journal of Political Economy

- KHISTY, C. K. (1990) *Transport Engineering – An Introduction*. Prentice – Hall, Englewood Cliffs, N. J.
- LANCASTER, K. J. (1966) *A New Approach to Consumer Theory*. The Journal of Political Economy. N°. 74: 132-157.
- LANCASTER, K. J. (1969) *Introduction to Modern Micro- economics*, Rand McNally & Company Chicago. Tradução: Sergio de Marajá, Vol 2.
- LANCASTER, K. J. (1971) *Consumer demand*, Columbia University Press, Library of Congress Catalog Card Number: Printed in the United States of America
- LIMA, I. M.O (1996) *O Velho e o Novo na Gestão da Qualidade do Transporte Urbano* EDIPRO 1ª edição – 232p.
- LIMA, I. M. O., FIGUEIREDO, A. S., ERNESTO. F. LIMA, L. E. A. S., (1993) *Gestão de Qualidade e Produtividade em Transporte Público Urbano no Brasil*. Artigo III, Revista Indicadores de Qualidade e Produtividade.
- MEDINA, J. (1997) *Mecânica dos pavimentos*. Ed. UFRJ, Rio de Janeiro - RJ.
- MELO (1979) *Sistemas de ônibus nas áreas urbanas*. Recife, universidade Federal de Pernambuco, Ed. Universitária, 1979, 136 p.
- MENDONÇA (1972) *Engenharia de Sistemas Planejamento e Controle de Projetos*. 2º ed Petrópolis, RJ Ed. Vozes, 307p.
- METRÔ – DM - *Diretoria de Planejamento e Expansão dos Transportes Metropolitanos e GPM Gerência de Planejamento de Transporte Metropolitano* (2002) Pesquisa Origem Destino – Área Metropolitana de São Paulo, SP
- MORLOK, E. K. (1978) *Introduction to transportation Engineering and Planning. International Student Edition*, McGraw- Hill Kogasha, Ltda, Tokyo. 764 pg.
- NTU - Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (1998) - *Transporte Público Urbano: Crise e Oportunidades*. Versão preliminar, Brasília – DF.
- ORRICO FILHO, R. D. O., A. BRASILEIRO, E. M. dos SANTOS e J. J. G. de ARAGÃO (1996) *Ônibus Urbano: Regulamentação e Mercados* - Brasília: L.G.E. pg. 193- 217 e pg 245-255.
- PAMPLOMA, M. R (2000) *Considerações sobre o emprego dos diferentes tipos de ônibus no transporte público urbano*. Dissertação de mestrado, departamento de transportes, Universidade de São Carlos, São Carlos – SP.

- PINDYCK, R. S. e RUBINFELD, D.L. *Microeconomia*, São Paulo: Makron Books, 1994
- PINHEIRO, J. C. V. SILVA, I. M. S. CHUMVICHITRA, P. (2001) *Influência da salinidade no valor econômico da água para uso doméstico: uma aplicação do modelo CGCM*.
- SANT'ANNA, J. A. (2001) *Sistemas Modernos e Tradicionais de Ônibus no Mercosul Ampliado*. 1 ed. Washington, D. C.
- \_\_\_\_\_. (1991) *Reordenamento Urbano pelo Transporte*. Texto para discussão / N° 225. Congresso Nacional de Transportes Públicos – ANTP, Fortaleza – CE
- \_\_\_\_\_. (1995) Redução de Efeitos Exógenos na comparação de Dados Sócio-econômicos. In: LIMA I.(1996)
- SEDU/PR - Secretaria Especial de desenvolvimento Urbano, Presidência da República (1999) – *Processo de Desenvolvimento Urbano no Brasil e o Desenvolvimento do Setor de Transporte Urbano*, Vol. I
- SNCM - Secretaria Nacional da Cidade e da Mobilidade Urbana (2004) Ministério das Cidades: <http://www.cidades.gov.br/> acessado em 16 de agosto de 2004
- SETTI, R. e WIDMER, J. A. (1998) *Tecnologia de Transportes*, Escola de Engenharia de São Carlos, 2a Edição.
- SOUZA, R. O. (2002) *Influencia da Irregularidade Longitudinal na Avaliação de Pavimentos*. Brasília, Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. 215 pg.
- TCRP – Transit Cooperative Research Program (1997) *Operational Analysis of Bus Lanes on Arterials*. Report 26.
- TCRP – Transit Cooperative Research Program (2003a) - *Bus Rapid Transit: Case studies in bus rapid transit*. Report 90, vol. 1.
- \_\_\_\_\_. (2003b) - *Bus Rapid Transit: Implementation guidelines*. Report 90, vol. 2.
- TEXAS TRANSPORTATION INSTITUTE. Parsons Brinckerhoff Quade & Douglas, and Pacific Rim Resources. Inc. NCHRP Report 141: *HOV Systems Manual*. Transportation Research Board, National Research Council, Washington DC (1998).
- URBS - Urbanização de Curitiba S.A - (2004 a) *Rede integrada de Transporte – RIT*
- \_\_\_\_\_. (2004 b) *Resumo das Características Físicas e Operacionais do Eixo Norte/Sul - Curitiba- PR*

- VARIAN, H. *Macroeconomia: princípios básicos*. Rio de Janeiro: Campus, 1994.
- VASCONCELLOS, E. A. (2000) *Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas*. 3a Edição. Annablume, São Paulo.
- VUCHIC, V. R. (1999) *Transportation for livable cities*. Center for Urban Policy Research, Rutgers University, New Brunswick.
- WRIGHT, C. L. (1985) Avaliação de projetos: uma abordagem alternativa a benefícios – custos. *Revista Brasileira de Economia* n39/3/85, p261/88.
- WRIGHT, C. L. (1992) *Fast Wheels, slow traffic: Urban Transport Choices*. Copyright 1992: Temple University Choices, Filadelfia, Pensilvânia.
- WRIGHT, C. L.; CHAUSTRE, Jorge; SANT'ANNA, J. A. CANNELL, A. E. R. (2004) *Modern Bus Systems: concepts and practice*, TRR-03 3366.

## **10 ANEXO A**

Região Metropolitana de São Paulo: Evolução das viagens diárias de 1997 a 2002

**Tabela A1** - Região Metropolitana de São Paulo: Evolução das viagens diárias por modo de 1967 a 2002.

MODO	1967		1977		1987		1997		2002	
	Viagens		Viagens		Viagens		Viagens		Viagens	
	(1.000)	%	(1.000)	%	(1.000)	%	(1.000)	%	(1.000)	%
Coletivo	4.894	68,10	9.759	61,00	10.455	55,76	10.474	50,80	11.508	47,04
Individual	2.293	31,90	6.240	39,00	8.295	44,24	10.145	49,20	12.958	52,96
Motorizado	7.187	100,00	15.999	74,77	18.750	63,78	20.619	65,60	24.466	63,29
A pé	(*)		5.400	25,23	10.650	36,22	10.813	34,40	14.194	36,71
<b>TOTAL</b>	<b>7.187</b>	<b>100,00</b>	<b>21.399</b>	<b>100,00</b>	<b>29.400</b>	<b>100,00</b>	<b>31.432</b>	<b>100,00</b>	<b>38.660</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Metrô-Pesquisa OD/67/77/87/97 e Aferição da OD/2002

(\*) Dado não pesquisado

## **11 ANEXO B**

### **Critérios gerais para a aplicação de medidas de prioridade para os ônibus**

**Tabela B1:** Critérios gerais para a aplicação de medidas de prioridade para os ônibus

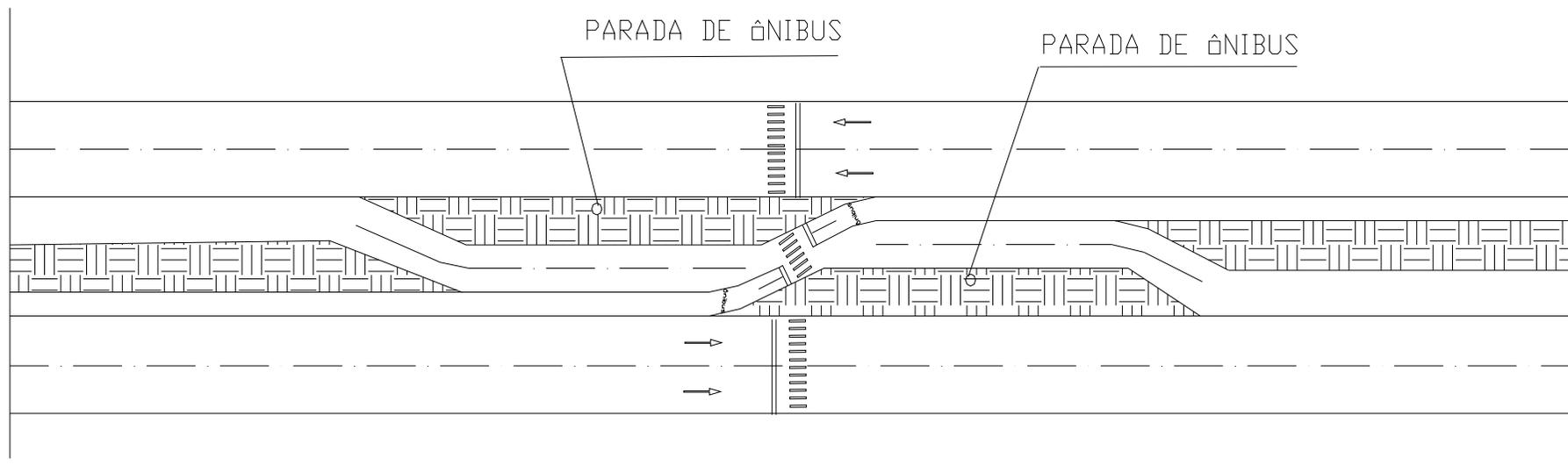
Tipos de medida	Condições no ano de projeto			
	Período de planejamento	Volume de ônibus	Vol. passageiros – hora/pico de pico (um sentido)	Fatores de transporte e uso da terra relacionada
Relacionadas as vias arteriais				
Ruas para ônibus	5-10	20-30	800-1200	Fachadas orientadas para o comércio
Faixas junto ao meio fio no CBD (*)	5	20-30	800-1200	Fachadas orientadas para o comércio
Faixas junto ao meio fio	5	30-40	1200-1600	Pelo menos duas faixas disponíveis para o resto do tráfego no mesmo sentido
Faixas centrais	5	60-90	2400-3600	Pelo menos duas faixas para o restante do tráfego no mesmo sentido, facilidades para a separação de giro dos demais veículos do conflito com os ônibus
Faixa contra o fluxo – trechos curtos	5	20-30	800-1200	
Faixas contra o fluxo – trechos longos	5	40-60	1000-2400	
Prioridades nos sinais de tráfego	1-5	5-10	200-400	Pelo menos duas faixas disponíveis para o tráfego restante no sentido oposto
Relacionadas as <i>freeways</i> (vias rápidas)				
<i>Busways</i> (canaletas)	10-20	40-60	1600-2400	População urbana – 750.000
Faixa no sentido do tráfego	5	60-90	2400-3600	Emprego no CBD – 50.000
Faixa contra o sentido do tráfego em uma <i>freeway</i>	5	40-60	1600-2400	A economia de tempo dos passageiros dos ônibus deve exceder o retardamento dos demais usuários
				<i>Freeway</i> com mais de 6 faixas

CBD - *Central Business District* (área comercial)

Fonte: (Melo,1979)

## **12 ANEXO C**

Modelos de vias exclusivas mais utilizadas na América do Sul



**Figura C.1-** Modelo típico de vias exclusivas construídas na América do Sul (BRT, 2003 a)

Exemplos: Avenida 09 de julho, São Paulo - Brasil

Avenida Caxangá, Recife – Brasil

## **13 ANEXO D**

Características do sistema de transporte coletivo de Porto Alegre

TABELA D1 - PLOTAR

## **14 ANEXO E**

Características do Sistema de Transportes Urbanos de Curitiba - PR

TABELA E 1 - PLOTAR