

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

**RELAÇÕES ENTRE CARACTERÍSTICAS DE LINHAS DE**  
**TRANSPORTE COLETIVO URBANO E DE ÁREAS**  
**URBANAS**

**CARLOS ALEXANDRE DA CUNHA**

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

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TRANSPORTES**

**PUBLICAÇÃO: TU-DM 010-A/2005**

**BRASÍLIA/DF: AGOSTO DE 2005**

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

**RELAÇÕES ENTRE CARACTERÍSTICAS DE LINHAS DE**  
**TRANSPORTE COLETIVO URBANO E DE ÁREAS**  
**URBANAS**

**CARLOS ALEXANDRE DA CUNHA**

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)

---

YAEKO YAMASHITA, Dr<sup>a</sup>, (UnB)  
(examinador interno)

---

ANTÔNIO NELSON RODRIGUES DA SILVA, Dr,(USP – SÃO CARLOS)  
(examinador externo)

BRASÍLIA/DF:AGOSTO DE 2005

## FICHA CATALOGRÁFICA

CUNHA, CARLOS ALEXANDRE

Relações entre Características de Linhas de Transporte Coletivo Urbano e de Áreas Urbanas / Carlos Alexandre da Cunha– Brasília, 2005.

xxi,104 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. Análise de Características. | 2. Características das Áreas Urbanas.                       |
| 3. Transporte Urbano           |                                                             |
| 4. Linhas de Ônibus.           | 5. Lancaster,                      6. Avaliação de Projetos |

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CUNHA, Carlos Alexandre, Relações entre as Características de Linhas de Transporte Coletivo Urbano e de Áreas Urbanas - Dissertação de Mestrado, Publicação TU.DM-010A/2005, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 104p.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Carlos Alexandre da Cunha

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Relações entre as Características de Linhas de Transporte Coletivo Urbano e de Áreas Urbanas.

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.

---

Carlos Alexandre da Cunha

Dedicatória

*A Ele,  
Que tem me guiado mesmo quando a fraqueza se apresenta e  
insiste em desviar-me de Seus caminhos*

*Aos meus pais,  
Domingos de Gusmão da Cunha e Ute Erika Cunha, por todo esforço  
dedicado à minha formação escolar e pessoal*

*Aos meus filhos Matheus e Aninha, cuja pureza de seus espíritos me  
acalmou e me deu força para que eu não desistisse desse projeto acadêmico*

## Agradecimentos

Aos meus pais e irmãs pelo apoio, compreensão, amor e carinho. Obrigado por sempre estarem ao meu lado e acreditarem em mim.

Aos meus avós, mesmo os que já não estão entre nós, pelo amor e os ensinamentos de vida a partir de seus exemplos.

Ao Paulo e Maurício, que têm sido muito mais que cunhados, hoje os tenho como amigos.

Aos meus filhos, meus dois tesouros, que apesar da pouca idade têm me ensinado como descobrir a felicidade mesmos nos momentos mais difíceis. Obrigado Pai por esses dois presentes.

Ao meu grande amigo Moisés, companheiro inseparável de mestrado e de trabalho.

Aos meus amigos Serginho, Sérgio Roncador, Ricardo Nery e Maurício, que me apoiaram nos recentes momentos difíceis, que graças à ajuda deles hoje vejo que não foram tão difíceis assim.

À Fabiana, que de alguma forma me motivou a ingressar e concluir o mestrado a partir de seu exemplo de dedicação.

A todos os professores do Mestrado em Transportes, por todo o conhecimento repassado e pelo exemplo de amor à vida acadêmica.

Ao professor Doutor José Alex, pela orientação que me foi dada e pelo apoio pessoal que me fez acreditar que seria possível concluir este trabalho apesar de todas as dificuldades.

A todos os alunos do curso de mestrado que tive a felicidade de conviver.

Ao Júlio, que me quebrou incontáveis galhos desde o primeiro dia do curso até o último.

À equipe técnica da DFTRANS, por ter me disponibilizado os dados operacionais que ajudaram a compor este trabalho.

À Companhia do Metropolitano do Distrito Federal – METRÔ-DF, pela flexibilidade de horário a mim concedida para que eu pudesse realizar este projeto científico.

A Ele, que freqüentemente tem me apontado o caminho da verdade, da paz, da felicidade e do respeito ao próximo.

# **RELAÇÕES ENTRE CARACTERÍSTICAS DE LINHAS DE TRANSPORTE COLETIVO URBANO E DE ÁREAS URBANAS**

## **RESUMO**

Observando os sistemas de transporte público presentes na maioria das cidades dos países em desenvolvimento, a avaliação dos usuários quanto à qualidade dos serviços prestados em geral não é muito boa. Essa avaliação é aplicada mesmo em sistemas concebidos segundo técnicas e modelos atuais de planejamento. Diante desse quadro, infere-se que novos parâmetros devem ser introduzidos no processo de planejamento, ou um enfoque diferente deve ser dado àqueles usualmente considerados, para que os usuários de transporte público sejam adequadamente atendidos. Nesse sentido, este trabalho apresenta as correlações existentes entre algumas características das áreas urbanas e os tipos de linhas de transporte público coletivo, sugerindo a necessidade de se considerar tais correlações nos processos de escolha de linhas. Para alcançar o objetivo proposto, foram identificadas as características das áreas urbanas que de alguma forma interagem com o sistema de transporte bem como os tipos de linhas e suas características. De posse desses dados e valendo-se da aplicação da análise de características proposta por Wright (1992), foi possível, a partir de parâmetros de desempenho, avaliar como se relacionam os tipos de linhas com as características das áreas urbanas. Como resultado do trabalho, entre outras coisas, observa-se que algumas correlações mostraram-se evidentes e imprescindíveis de serem consideradas em estudos de linhas, outras nem tanto. Observa-se ainda que características diferentes estão presentes numa mesma área urbana, o que pode sugerir diferentes tipos de linhas.

# **CORRELATIONS BETWEEN CHARACTERISTICS OF MASS TRANSPORTATION URBAN LINES AND OF URBAN AREAS**

## **ABSTRACT**

From observations on public transportation systems nowadays in most of the cities in countries on development process, the users' opinion as for the service quality provided by these systems is often rated as not good. This impression is even valid for systems conceived according to technical and models of today's planning. Based on the above mentioned, one draws inferences that either new parameters must be considered during planning process or a different focus must be given to the usually considered variables, so that the public transport users' expectation be accordingly reached. This way, this work presents the existing correlations amongst some characteristics of urban areas and types of mass transportation lines, it suggests the need of considering such correlations when choosing these lines. To reach the proposed goal, urban areas' characteristics which interact with the transportation system were identified as well as the type of lines and its characteristics. Based on these data and applying the "Characteristics Analysis" proposed by Wright (1992), it was possible, from performance parameters, to make an evaluation of how the type of lines interact with urban areas' characteristics. As a result one observes that some correlations are evident and vital of being considered on studies of lines, while others are not. One still finds out that different characteristics exist in the same urban area.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1	APRESENTAÇÃO.....	1
1.2	JUSTIFICATIVA.....	3
1.3	OBJETIVO.....	4
1.4	HIPÓTESE.....	4
1.5	METODOLOGIA.....	4
1.6	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	5
<b>2</b>	<b>MÉTODO DE ABORDAGEM DE CARACTERÍSTICAS.....</b>	<b>7</b>
2.1	A ORIGEM DO MÉTODO.....	7
2.2	OS FUNDAMENTOS DO MÉTODO E EXEMPLOS DE APLICAÇÕES.....	7
2.3	ETAPAS DE APLICAÇÃO DO MÉTODO EM ANÁLISE DE PROJETOS..	10
2.4	A ANÁLISE DE CARACTERÍSTICAS E OUTROS MÉTODOS DE..... AVALIAÇÃO DE PROJETOS	11
2.4.1	Alguns métodos de avaliação de projetos.....	12
2.4.2	Considerações acerca da aplicação dos métodos.....	16
2.4.3	A avaliação B/C e a abordagem de características.....	17
2.5	A ANÁLISE DE CARACTERÍSTICAS E O TRANSPORTE.....	20
2.5.1	Comentários sobre a Tabela 2.3.....	23
2.6	TÓPICOS CONCLUSIVOS SOBRE A ABORDAGEM DE..... CARACTERÍSTICAS	24
<b>3</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS URBANAS E SUAS IMPLICAÇÕES. NO TRANSPORTE PÚBLICO</b>	<b>25</b>
3.1	TAXA DE CRESCIMENTO.....	25
3.1.1	Cenário mundial.....	26
3.1.2	Relações com o transporte urbano.....	28
3.2	DESCENTRALIZAÇÃO.....	29
3.2.1	Implicações no transporte público.....	30
3.3	FORMAS DAS CIDADES.....	30
3.3.1	Algumas formas de cidades.....	31
3.3.2	Implicações para o transporte público.....	32
3.4	ALTIMETRIA.....	35
3.4.1	Implicações com o transporte.....	35
3.5	CONECTIVIDADE DA REDE VIÁRIA.....	36
3.5.1	Exemplos de redes viárias.....	36
3.5.2	Implicações com o transporte.....	37
3.6	CAMINHABILIDADE.....	38
3.6.1	Implicações com o transporte.....	39
3.7	DENSIDADE POPULACIONAL.....	40
3.7.1	Interações com o ambiente urbano.....	41
3.7.2	Implicações com o transporte.....	42
3.8	SETORIZAÇÃO.....	45
3.8.1	Implicações com o transporte.....	45



3.9	ATIVIDADE ECONÔMICA.....	46
3.10	RENDA.....	46
3.11	TÓPICOS CONCLUSIVOS SOBRE AS CARACTERÍSTICAS URBANAS. E AS IMPLICAÇÕES NO TRANSPORTE	47
<b>4</b>	<b>OS TIPOS DE LINHAS DE TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO.....</b>	<b>49</b>
4.1	CLASSIFICAÇÃO DAS LINHAS.....	49
4.2	CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES PARA CONCEPÇÃO DE LINHAS .	53
4.3	CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS.....	54
4.3.1	Dependência de outras linhas.....	54
4.3.2	Renovação.....	55
4.3.3	Traçado da linha.....	56
4.3.4	Atratividade.....	56
4.4	TÓPICOS CONCLUSIVOS SOBRE LINHAS DE TRANSPORTE..... COLETIVO	57
<b>5</b>	<b>CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS AO DESEMPENHO DO..... SISTEMA DE TRANSPORTE</b>	<b>58</b>
5.1	LEGIBILIDADE DAS LINHAS OU ORIENTAÇÃO.....	58
5.2	TEMPO GASTO PELOS USUÁRIOS.....	59
5.3	FREQÜÊNCIA DE ATENDIMENTO.....	60
5.4	CONFIABILIDADE.....	60
5.5	COBERTURA DOS SERVIÇOS E NECESSIDADE DE CAMINHADA.....	61
5.6	RENOVAÇÃO.....	62
5.7	CUSTO OPERACIONAL.....	62
5.8	USO DO ESPAÇO URBANO.....	63
5.9	DIFERENÇA ENTRE O TEMPO DE VIAGEM GASTO NO..... TRANSPORTE PÚBLICO E NO AUTOMÓVEL	63
5.10	ACESSIBILIDADE AO SISTEMA.....	64
5.11	TÓPICOS CONCLUSIVOS SOBRE ÀS CARACTERÍSTICAS DO..... SISTEMA DE TRANSPORTE E SEU DESEMPENHO	65
<b>6</b>	<b>CORRELAÇÕES ENTRE LINHAS DE TRANSPORTE PÚBLICO..... COLETIVO E AS CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS URBANAS</b>	<b>66</b>
6.1	APLICAÇÃO DA TEORIA DE LANCASTER.....	66
6.2	CONSTRUÇÃO DAS TABELAS.....	67
6.3	CORRELAÇÕES OBSERVADAS.....	69
6.3.1	Área urbana com forma monocêntrica.....	69
6.3.2	Área urbana com forma linear .....	72
6.3.3	Ocupação setORIZADA .....	74
6.3.4	Caminhabilidade .....	76
6.3.5	Relevo acidentado .....	79
6.3.6	Baixa densidade populacional.....	81
6.3.7	Alta conectividade .....	83
6.3.8	Alta taxa de crescimento .....	86

6.4	EXEMPLO DE APLICAÇÃO.....	88
6.5	TÓPICOS CONCLUSIVOS SOBRE AS RELAÇÕES ENTRE LINHAS E... CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS URBANAS	94
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES E PROPOSIÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>97</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>101</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Correlação entre as características das áreas urbanas e as linhas de transporte público coletivo	5
Tabela 2.1 - Exemplo de matriz de impacto para um projeto que contempla a substituição de uma linha – tronco de ônibus por uma linha de pré – metrô	13
Tabela 2.2 - Características dos Métodos de Avaliação B/C e Abordagem de Características	17
Tabela 2.3 - Desempenho Qualitativo de Modos de Transporte	22
Tabela 3.1 - População Urbana Residente - Regiões Metropolitanas* 1970 - 1996	26
Tabela 3.2 - Taxa de crescimento de países sul-americanos e europeus	27
Tabela 3.3 – Distribuição modal do transporte urbano em cidades médias brasileiras	39
Tabela 3.4 – População, área e densidade populacional das cidades analisadas	42
Tabela 3.5 – Raio, número de linhas e quilometragem percorrida em função da densidade populacional	43
Tabela 3.6 - Tempo máximo de viagem, índice de passageiro por quilômetro e custo em função da densidade	43
Tabela 3.7 – Densidade de algumas cidades no Brasil, Estados Unidos e Europa	44
Tabela 3.8 – Divisão modal e renda em São Paulo, 1987	47
Tabela 6.1 – Postulados que orientam a identificação das correlações	67
Tabela 6.2 – Descrição dos conceitos atribuídos aos cruzamentos	68
Tabela 6.3 – Relações com a forma da área urbana monocêntrica	69
Tabela 6.4 – Relações com a forma da área urbana linear	72
Tabela 6.5 – Relações com a ocupação setorializada	74
Tabela 6.6 – Relações com a caminhabilidade	77
Tabela 6.7 – Relações com o relevo acidentado	79
Tabela 6.8 – Relações com a baixa densidade populacional	81
Tabela 6.9 – Relações com a alta conectividade	84
Tabela 6.10 – Relações com a alta taxa de crescimento	86
Tabela 6.11 – Características gerais das regiões de Brasília e Distrito Federal	89
Tabela 6.12 – Velocidade média de autos e ônibus, pico da tarde, várias cidades brasileiras/ densidade populacional	89
Tabela 6.13 – Linhas selecionadas e suas características	90
Tabela 6.14 – Características operacionais das linhas	93
Tabela 6.15 – Cruzamento entre as características das áreas e os tipos de linhas que as atendem	93

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Evolução da ocupação populacional de Gothenburg (Inglaterra) para diferentes áreas urbanas entre 1960 e 1983	28
Figura 3.2 - Custo do transporte coletivo X População para diferentes graus de descentralização	30
Figura 3.3 - Desenho das cidades	32
Figura 3.4 - Custo de transporte coletivo X população para diferentes formatos de cidades	34
Figura 3.5 - Tempo de viagem no transporte coletivo X população para diferentes formatos de cidades	34
Figura 3.6 - Tipos de apresentação de redes viárias	37
Figura 3.7 - Comparação simples de plantas figura-fundo de mesma escala de Brasília, Londrina (bairro central) e Rio de Janeiro (Ipanema)	38
Figura 3.8 – Custo da transporte coletivo X população para diferentes distâncias máximas de caminhada.	40
Figura 3.9 - Custo de Infra-estrutura X Densidade populacional	41
Figura 3.10 - Distribuição urbana em mesma escala para algumas cidades brasileiras, americanas e européias	44
Figura 4.1 - Linhas tronco e linhas alimentadoras	50
Figura 4.2 - Tipos de linhas quanto à forma	51
Figura 4.3 - Linhas convencionais	52
Figura 5.1 – Relação do custo operacional com a frequência do sistema	60
Figura 5.2 - Contribuição de cada componente no tempo total de viagem urbana por ônibus	64
Figura 6.1 – Linha 0.107 – Circular	90
Figura 6.2 – Linha 105.4 – Dupla diametral	91
Figura 6.3 – Linha 0.300 – Radial	91
Figura 6.4 – Linha 501.3 – Radial	92
Figura 6.5 – Linha 0.808 – Interbairro	92

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANTP	- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES PÚBLICOS
CMSP	- COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO
CODEPLAN	-COMPANHIA DO DESENVOLVIMENTO DO PLANALTO CENTRAL
DFTRANS	- TRANSPORTES URBANOS DO DISTRITO FEDERAL
EBTU	- EMPRESA BRASILEIRA DOS TRANSPORTES URBANOS
EMTU	- EMPRESA METROPOLITANA DE TRANSPORTES URBANOS
EPA	- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
GEIPOT	- EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES
IBGE	- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
IPK	- ÍNDICE DE PASSAGEIRO POR QUILÔMETRO
TRB	- TRANSPORTATION RESEARCH BOARD

# 1 – INTRODUÇÃO

Este trabalho documenta as atividades desenvolvidas para buscar o estabelecimento das “Relações entre características de linhas de transporte público coletivo urbano e as áreas urbanas”.

## 1.1- APRESENTAÇÃO

A dinâmica urbana é viabilizada por um conjunto de equipamentos que auxiliam na estruturação socioeconômica de uma cidade. Esses equipamentos são utilizados pelos cidadãos garantindo a eles o direito à inserção social. Segundo Tyler (2002), estando uma pessoa impossibilitada de fazer uso de um dado sistema não poderá ela usufruir dos benefícios que esse sistema venha prover. Nesse sentido, o sistema de transporte, por exercer o papel de ligação entre as pessoas e os equipamentos urbanos, tem importância destacada na garantia da equidade do uso do espaço urbano. Considerando esse caráter social do transporte, sua disponibilidade deve ser garantida pelo estado, caracterizando-o como serviço público.

A disponibilidade do transporte público coletivo acontece por meio de modalidades de transporte operadas através de linhas incorporadas à estrutura física e econômica de cada cidade. Para garantir o atendimento, o planejador de transporte encontra algumas dificuldades em conciliar a abrangência necessária dos serviços, os recursos disponíveis, a realidade socioeconômica local e a sustentabilidade do sistema.

O sucesso de um projeto de sistema de transporte público depende da adequada escolha das linhas que irão compor a rede. No entanto, se um projeto garante um baixo custo operacional ou uma ampla cobertura espacial, não implica necessariamente que irá atender satisfatoriamente às necessidades dos usuários do sistema. Devem ser consideradas, em se tratando de projetos de linhas, características como densidade populacional, linhas de desejo que retratem as necessidades de viagens urbanas, formas físicas das cidades (monocêntricas ou policêntricas, por exemplo), tendências e formas de uso e ocupação do solo, a história e costumes dos cidadãos, entre outras.

Devem ser considerados ainda, a fim de garantir a sustentabilidade dos projetos, o cumprimento de planos diretores, códigos de obras, leis de zoneamento e outros mecanismos legais relacionados ao planejamento urbano. Respeitando os parâmetros e requisitos acima descritos, torna-se possível a elaboração de estudos que considerem cenários futuros e não somente demandas manifestas (SANT'ANNA, 2001) que, a curto prazo, traduz-se em ineficiência do sistema.

O que se observa nas configurações das linhas de transporte público coletivo ora presentes, principalmente em cidades de médio e grande porte nos países da América Latina, são algumas correlações entre os desenhos urbanos e sua estrutura operacional e o seu desenho viário (SANT'ANNA, 2001). Percebe-se, no entanto, que as correlações observadas não foram induzidas tecnicamente, manifestaram-se naturalmente com o desenvolvimento das cidades. Relações do tipo: cidades monocêntricas tendem a ter linhas radiais e diametraais, ou, cidades policêntricas estimulam transferência e integração entre linhas, são comumente observadas, não por terem sido abordadas nos aspectos de planejamento, mas sim por terem se configurado espontaneamente. Se apresenta, portanto, um espaço de estudo para os profissionais da área de transporte, qual seja: verificar se determinadas características de áreas urbanas requerem linhas com características específicas.

Nesse espaço é que o presente trabalho pretende apresentar uma contribuição aos processos de escolha de tipos de linhas de transporte público coletivo considerando a “análise de características”, embasada na teoria sobre comportamento do consumidor desenvolvida por Kelvin Lancaster em 1966, onde ele conclui que o importante são as características de um dado produto e não o produto em si (WRIGHT, 1992). Para aplicação da análise de características será necessária a identificação das características de áreas urbanas que interagem com o sistema de transporte público coletivo e, em seguida, relacioná-las às linhas visando avaliar as relações entre elas com base em indicadores de desempenho que serão aqui apresentados.

## 1.2- JUSTIFICATIVA

A proposição do tema em pauta justifica sua importância a partir de observações dos projetos de linhas de transporte público coletivo atualmente em operação. De um modo geral, os projetos das redes de linhas existentes foram sustentados por modelos matemáticos aplicados com pouca ou nenhuma observância das especificidades locais, ou, no caso de cidades cujo crescimento aconteceu de modo desordenado, a concepção se deu à margem de critérios técnicos muito discretos, considerando tão somente a demanda manifesta. Projetos dessa natureza, aplicados de modo isolado, que negligenciam o quadro geral sem visualizar a questão do transporte na sociedade de maneira sistêmica (WRIGHT, 1992), têm se mostrado ineficazes, frustrando aqueles que deles usufruem. A insistência na aplicação de recursos de modelagem de transporte em países menos desenvolvidos, concebidos inicialmente para atender à realidade de países desenvolvidos, vem onerando a modesta economia daqueles, pois os resultados finais muitas vezes não são os esperados e os recursos aplicados são irreversíveis. Da mesma forma, modelos aplicados com sucesso em uma dada cidade são tomados como regra e muitas vezes sugeridos como alternativa a uma outra cidade, tendo como resposta, porém, resultados pouco satisfatórios, provavelmente por terem sido desconsideradas as particularidades locais. Outro desvio normalmente verificado é a adoção de medidas que priorizam o transporte individual, onde envolvem muitas vezes custos elevados e preterem a maioria (usuário do transporte público) em benefício de poucos. Sugere-se, portanto, a apresentação de uma alternativa menos dispendiosa e mais eficaz, que permita a identificação preliminar dos possíveis problemas que uma escolha inadequada de linhas de transporte público pode trazer, transparecendo aos tomadores de decisão e à sociedade de maneira geral quais alternativas podem ser adotadas, considerando as necessidades da coletividade e as características das áreas urbanas que de algum modo se relacionam ao transporte.

O presente trabalho procura identificar, através da análise de características, as relações existentes entre as características de áreas urbanas e as características das linhas de transporte público coletivo e, se possível, qualificar essas relações com base em indicadores de



desempenho, de modo que os tipos de linha sejam aplicados de acordo com as características urbanas.

### **1.3- OBJETIVO**

O objetivo geral do trabalho é evidenciar a importância em se considerar as características das áreas urbanas nos processos de escolha de linhas de transporte público coletivo. Como objetivo específico, o trabalho busca relacionar as características das áreas urbanas com os tipos de linhas de transporte público coletivo.

### **1.4- HIPÓTESE**

A identificação e qualificação das relações entre as características das áreas urbanas e os tipos de linhas de transporte público coletivo de acordo com indicadores de desempenho do sistema, a serem aplicados segundo a “análise de características”, permite uma melhor seleção de linhas de transporte público coletivo para cada tipo de área urbana.

### **1.5- METODOLOGIA**

Com o propósito de atender ao objetivo do trabalho e validar a hipótese sugerida, este trabalho apresenta a seguinte estrutura metodológica:

#### **Etapa 1 – Revisão Bibliográfica**

São revisados os conceitos teóricos correlatos ao tema aqui proposto de modo a sustentar a hipótese sugerida. Ao longo desta etapa são enfocados conceitos acerca do método de abordagem de características proposto por Wright (1992) sustentado pelos postulados de Kevin Lancaster, em que são apresentados exemplos de aplicação desse tipo de abordagem em transporte e em outras áreas de estudos. Na seqüência do trabalho são identificadas as características das áreas urbanas relacionadas às linhas de transporte público coletivo, os tipos de linhas de transporte público coletivo e suas características e, por fim, os indicadores de desempenho a serem utilizados na seleção das linhas para cada tipo de área urbana.

## **Etapa 2 – Identificação das relações entre características das áreas urbanas e características das linhas de transporte público**

Nessa etapa, valendo-se do método de abordagem de características, é feito o cruzamento através de tabelas (Tabela 1.1), entre as características das áreas urbanas e as linhas de modo a identificar se há aderência entre elas. Essa análise de identificação de aderência é baseada na avaliação de desempenho que cada cruzamento venha a apresentar. Os indicadores de desempenho empregados são aqueles que satisfazem às necessidades dos usuários e os operadores do sistema de transporte. Serão ainda apresentados alguns exemplos que reforçam a proposta do trabalho.

Tabela 1.1: Correlação entre as características das áreas urbanas e as linhas de transporte público coletivo

	CARACTERÍSTICA DA ÁREA URBANA	CARACTERÍSTICA DA ÁREA URBANA A SER ANALISADA					
	TIPOS DE LINHA	Radial	Diametral	Circular	Folha	Tronco	Intersetorial
CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA	Legibilidade ou orientação						
	Cobertura do serviço / facilidade de caminhadas						
	Tempo de viagem do usuário						
	Diferença entre o tempo de viagem gasto no transporte coletivo e no automóvel						
	Renovação						
	Acessibilidade ao sistema						
	Frequência de atendimento						
	Confiabilidade						
	Custo operacional						

### **1.6- ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

Este trabalho está dividido em sete capítulos, o primeiro apresenta o problema, a hipótese, o objetivo e a metodologia a ser empregada, bem como a justificativa que motivou a realização deste estudo. No segundo capítulo é apresentado o método de abordagem de características a ser empregado na fase de análise do trabalho. No terceiro capítulo são identificadas as características das cidades que de alguma forma se relacionam ao sistema de transporte. No quarto são apresentados os diversos tipos de linhas e suas características bem como alguns indicadores de desempenho de um sistema de transporte. No quinto capítulo é aplicada a

análise de características para avaliar a aderência entre as características das áreas urbanas e as linhas de transporte público. No sexto capítulo são feitas aplicações da análise aqui proposta em algumas cidades conhecidas de modo a exemplificar o emprego deste estudo. Por fim, no sétimo capítulo são feitas as conclusões acerca do estudo apresentado, bem como sugestões de continuidade de pesquisas a serem desenvolvidas pertinentes ao tema aqui abordado.

## **2 – MÉTODO DE ABORDAGEM DE CARACTERÍSTICAS**

Um dos grandes desafios dos economistas tem sido identificar as relações que podem existir entre o consumidor e um bem a ser por ele consumido. Tal investigação torna-se importante quando se busca entender o que realmente motiva um consumidor a escolher um determinado bem e não um outro, muitas vezes similares. Nessa linha de pesquisa, Kevin Lancaster (LANCASTER, 1966) propôs a teoria de abordagem de características, sustentada pela idéia de que um bem não deve ser visto como um produto e sim como um conjunto de atributos, atributos esses identificados e valorados pelos consumidores no ato da aquisição. Da mesma forma que um bem, a escolha de um serviço por parte de um usuário é motivada com base nos atributos que esse serviço venha a lhe proporcionar.

### **2.1- A ORIGEM DO MÉTODO**

O método de abordagem de características (ou atributos) foi desenvolvido pelo economista e matemático Kevin Lancaster, da Universidade de Columbia em 1966, provocando uma crise no pensamento econômico ao desafiar a tradicional teoria do consumidor. De acordo com seu pensamento os consumidores atribuem uma utilidade às características ou atributos de um determinado produto e não ao próprio produto. Como a cada produto pode ser associado mais de um atributo, atributos esses que podem ser diferentes para as várias marcas disponíveis no mercado, no ato da compra o consumidor estabelece sua preferência avaliando o produto que condensa os atributos que melhor atendam seu desejo de consumo, e não uma marca específica. Dessa forma, o fundamento principal para verificação e aplicação da teoria proposta por Lancaster é a identificação dos atributos que os consumidores consideram ao decidirem pela compra de um dado produto. Há que se ressaltar ainda que consumidores com características distintas podem requerer de um mesmo bem ou serviço atributos diferentes.

### **2.2 OS FUNDAMENTOS DO MÉTODO E EXEMPLOS DE APLICAÇÕES**

A teoria de Lancaster fundamenta-se em quatro postulados básicos: a) os consumidores buscam atributos quando do consumo de um bem e não um produto específico; b) o conjunto

de atributos procurado pelos consumidores pode estar presente num só produto ou distribuído em vários produtos; c) a combinação de vários produtos pode atender ao conjunto de atributos desejado pelo consumidor; e d) consumidores distintos podem requerer de um mesmo produto características diferentes conforme suas necessidades.

Como exemplo pensemos no consumidor que deseja adquirir um automóvel. Em seu processo de escolha certamente surgirão questões do tipo, quais necessidades o levam a comprar um automóvel (passeio, deslocamento urbano ou rural, transporte de grandes volumes), quais atributos são indispensáveis (maior espaço interno, alta potência, conforto), disponibilidade orçamentária e tantos outros. Definidos os atributos e avaliada a disponibilidade orçamentária o consumidor então pesquisa no mercado o produto que contempla as características, ou o grupo de características por ele desejado. No caso específico não é possível a combinação de dois produtos para que todas as características sejam atendidas, desta forma o consumidor definirá suas características prioritárias e escolherá o produto que as atenda. Um outro consumidor, com diferentes necessidades mas com a mesma disponibilidade orçamentária, estabelecerá outros atributos que poderá leva-lo a optar por um produto diferente.

Ângelo & Fávero (2004) propuseram, através do artigo “Modelo de Preços Hedônicos para a Avaliação de Veículos Novos”, aplicação da teoria de Lancaster com o propósito de avaliar os atributos ou “pacotes” de atributos procurados pelos consumidores de automóveis. Com a aplicação da teoria de Lancaster associada ao Método de Preços Hedônicos os autores avaliaram as relações incremento de preço/ atributos. Com isso, foi possível identificar as preferências dos consumidores, a resposta da indústria automobilística no atendimento a tais preferências e o conseqüente incremento de preço associado a cada um dos atributos ofertados ao consumidor.

Outro exemplo de aplicação em trabalho científico da teoria econômica proposta por Lancaster, é apresentado no estudo que trata da demanda de pratos congelados (ÂNGELO & SIQUEIRA, 2002) segundo os atributos requeridos pelo consumidor. Observando a expressiva mudança nos hábitos de consumo alimentar da população, impulsionada principalmente pela rotina praticada pelos habitantes das grandes e médias cidades, somada às opções de

armazenamento e preparo de produtos congelados, os autores identificaram que o mercado de produtos congelados vem crescendo vertiginosamente e com isso a variedade de oferta tem crescido na mesma proporção. Diante desse quadro foi proposta uma forma de avaliar as preferências do consumidor desses produtos com base na teoria de Lancaster.

Naquele estudo, inicialmente foi realizada uma pesquisa de mercado, onde foram identificadas a demanda potencial pelos produtos congelados e as características desses produtos tidas como relevantes pelos consumidores no ato da compra. Num segundo momento, com base nas informações obtidas na pesquisa, foi feita uma ponderação dos dados qualificando três das características levantadas (gosto, preço e variedade) de acordo com seu grau de importância para o consumidor. A escolha das três características mencionadas se deu com base na relevância dada a elas pelos consumidores pesquisados. Após o tratamento estatístico dos resultados obtidos, foi possível identificar o grau de importância dado pelos consumidores, a cada uma das três características avaliadas. Com base no resultado do estudo, os fornecedores de produtos congelados passam a reconhecer os atributos a serem imputados a seus produtos de modo que a aceitação por parte do consumidor seja a melhor possível.

Especificamente no campo da análise de viabilidade econômica de projetos, a abordagem de características se apresenta como alternativa à tradicional avaliação benefício-custo (B/C). Como ponto de destaque do método está a transparência do processo de elaboração do projeto desde sua concepção até a apresentação do resultado final, contrapondo-se à análise B/C que apresenta aos tomadores de decisão e às demais partes interessadas apenas um número ao final do processo, sugerindo a eles tão somente a recomendação de aceitar ou rejeitar o projeto. Dessa forma, considerando somente a análise B/C, o respaldo e a sustentabilidade do projeto implantado estarão sempre vulneráveis a contestações, pois as partes envolvidas muitas vezes ficam à margem das discussões. Se no futuro o projeto se mostrar ineficaz, será menos problemático a adoção de medidas corretivas, devido ao domínio das informações por todas as partes.

Um tratamento mais extenso sobre estudos de viabilidade e aplicação da teoria de Lancaster pode ser visto também em Silva (2005).

## 2.3 ETAPAS DE APLICAÇÃO DO MÉTODO EM ANÁLISE DE PROJETOS

Para garantir a transparência e eficácia da aplicação da análise de características em formulação e avaliação de projetos, Wright (1992) desenvolveu um método simples e iterativo que contempla cada uma das fases de um projeto, transparecendo em cada uma dessas fases as alternativas possíveis e os porquês das escolhas realizadas. O método é apresentado em forma de etapas a serem respeitadas em sua ordem, de modo muito familiar aos princípios de engenharia de sistemas, consistindo nos seguintes passos:

- 1) definir o problema: especificar as características de transporte consideradas inadequadas e a quem elas afetam. O contexto relevante da cidade e do país deve ser considerado;
- 2) buscar as estratégias alternativas gerais capazes de resolver o problema definido no item anterior;
- 3) verificar custos financeiros: Obter estimativas preliminares sobre os custos de alternativas e ver se o governo tem condições realistas de financiá-las. Verificar distorções significativas de valores monetários tais como tributos excessivos, subsídios ou taxas de câmbio não realistas e verificar se a entidade governamental em questão pode eliminar as distorções ou terá de conviver com elas;
- 4) verificar a coerência: verificar as estratégias e os esquemas de financiamento quanto à coerência com a definição do problema original. Verificar se o próprio problema foi definido adequadamente, ou se deve ser redefinido. Verificar se outras alternativas podem oferecer as mesmas características ou características semelhantes a um custo mais baixo. Se houver alguma incoerência voltar ao item *a* e começar de novo. Se os resultados são coerentes o conjunto de projetos tecnicamente apropriados será definido de um modo preliminar. Estes são os projetos que melhorarão o desempenho das características de transporte de maneira adequada e a um custo suportável pela cidade e pelo usuário do sistema. As opções tecnicamente apropriadas são aquelas entre as quais os governantes, os membros da comissão de transporte da cidade e os grupos de cidadãos devem fazer a escolha;

- 5) se pertinente, prosseguir com iterações: buscar modificações que reduzam os custos ou, alternativamente, melhorem o conjunto de características a um custo adicional pequeno ou nulo.

O processo termina quando o problema é satisfatoriamente definido, a solução (ou conjunto de soluções) é coerente com a definição do problema e nenhuma outra solução pode ser gerada que ofereça características semelhantes a um custo igual ou superior.

Para garantir a transparência do método, aos tomadores de decisão são disponibilizadas as seguintes informações:

- a) Uma descrição das características do problema e daqueles por eles afetados.
- b) Uma análise do desempenho das soluções alternativas em relação às características examinadas.
- c) As razões para exclusão de opções que não aparecem no conjunto tecnicamente apropriado, mas que podem ser de interesse dos grupos de cidadãos ou daqueles que tomam decisões.
- d) As vantagens e desvantagens das soluções recomendadas em relação a outras, com seus respectivos custos e esquemas de financiamento.
- e) Quaisquer impostos, subsídios ou outras distorções relevantes, com as alternativas para corrigi-las.

## **2.4 A ANÁLISE DE CARACTERÍSTICAS E OUTROS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE PROJETOS**

No campo de avaliação de projetos alguns métodos são empregados, cada qual seguindo uma técnica própria de análise. Entre eles alguns são sucintamente apresentados na seqüência (WRIGHT, 1992).



### 2.4.1 Alguns métodos de avaliação de projetos

**Engenharia de Sistemas:** A aplicação desse método segue os mesmos passos adotados no método de abordagem de características, evidenciando a afinidade entre os dois métodos. Se trata de uma metodologia híbrida que procura assegurar que um projeto ou sistema, quando selecionado de uma gama de opções disponíveis, seja aquele com maior possibilidade de satisfazer o objetivo do projeto no contexto de ambientes operacionais ou de mercado de longo prazo (M'PHERSON, 1986 *apud* WRIGHT, 1992)<sup>1</sup>.

**Análise Multicriterial:** Essa abordagem atribui notas ao desempenho de cada uma das diversas alternativas de projeto quanto a um número de características, dá peso às características, em seguida seleciona o projeto com a nota geral mais alta. A técnica adotada pelos analistas de multicritério se assemelha muito aos analistas B/C em cujos métodos há necessidade de traduzir impactos físicos de projetos em valores monetários. Com isso as ponderações e notas dadas às características são, muitas vezes, duvidosas.

Como exemplo da aplicação do método, considere a Tabela 2.1, onde é apresentada uma matriz de impactos referente à implantação de uma linha metroviária que deverá ligar duas regiões de uma cidade, onde são apresentadas as seguintes alternativas:

A = transporte eletrificado totalmente subterrâneo;

B = transporte eletrificado com trecho subterrâneo na área central e no nível do terreno fora da mesma;

C = traçado alternativo para B;

D = transporte com locomotivas a diesel no nível do terreno;

E = traçado alternativo para D.

---

<sup>1</sup> M' Pherson, P. K. 1986. *Systems Engineering: A Proposed Definition*. IEE Proceedings, Part A 133 (6) (September): 330-31.

Tabela 2.1: Exemplo de matriz de impacto para um projeto que contempla a substituição de uma linha – tronco de ônibus por uma linha de pré – metrô.

Impacto/ alternativa	A	B	C	D	E
1. Investimento (milhões de US\$)	180	130	125	90	88
2. Custo anual: inv. + oper. + man. (milhões US\$)	40	35	34	21	20
3. N° de residências e atividades comerciais e industriais deslocadas	500	1.000	1.300	2.000	2.000
4. Área de terreno consumida (km <sup>2</sup> )	3,0	8,0	11,0	16,0	15,0
5. Sistema viário desativado (km <sup>2</sup> )	0,5	3,0	4,5	9,0	8,5
6. Poluição atmosférica, sonora e visual (escala 0 a 2)	0	1	1	2	2
7. Consumo de energia não renovável	não	não	não	sim	sim
8. Tempo de viagem entre os extremos (minutos)	30	35	37	40	40
9. Confiabilidade (B: boa, O: ótima)	B	B	B	O	O

Fonte: Ferraz & Torres, 2001

Com base nos dados apresentados na Tabela 2.1, o passo seguinte na aplicação do método é a seleção da melhor alternativa. Nessa fase, os analistas do projeto identificam a dominância de uma alternativa sobre a outra. Diz-se que uma alternativa tem dominância sobre a outra quando nenhum dos impactos associados à mesma é pior que o da outra, e pelo menos um é melhor. Quando isso ocorre a outra alternativa é eliminada. A eliminação pode ocorrer ainda com base no conceito de dominância próxima, que ocorre quando uma alternativa apresenta alguns poucos impactos ligeiramente piores que os de outra, mas apresenta evidente superioridade na maioria dos quesitos.

**Análise Financeira:** A análise financeira examina a lucratividade de um projeto público como se tratasse de um empreendimento privado. Considera ainda que um projeto é aceitável se, e apenas se, as receitas municipais provenientes do projeto ultrapassarem suas despesas. Um exemplo típico de aplicação dessa análise seria um projeto de garagem de estacionamento, pois entende-se que a cidade não deveria investir em tal coisa a menos que esta se pague por si, pois beneficia uma parcela privilegiada da população e deve ser paga por ela (HARLOW&WINDSOR, 1988 *apud* WRIGHT, 1992)<sup>2</sup>.

**Análise de Conseqüências:** Desenvolvida por Veli Himanen (1985), do Centro Finlandês de Pesquisa Técnica, essa abordagem examina as conseqüências do projeto conforme o desempenho em termos de suas características. A análise de conseqüências transmite a idéia de que uma modificação ou substituição se justifica quando o desempenho de características importantes se mostra deficiente. Embora os aspectos sistêmicos desse método não sejam formalizados, há uma coerência implícita deste método com muitos aspectos da abordagem de características e da engenharia de sistemas.

**Avaliações econômicas:** A avaliação econômica de um projeto pode ser feita mediante aplicação de um ou mais indicadores conforme é apresentado (FERRAZ & TORRES, 2001):

- a) **Valor presente líquido:** corresponde à diferença entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos. Se resultar positivo, o projeto é viável, se resultar negativo ou nulo o projeto é economicamente inviável. Pode ser expresso como:

$VPL = VPB - VPC$ , onde:

Equação (2.1)

VPL: Valor presente líquido

VPB: Valor presente dos benefícios

VPC: Valor presente dos custos

---

<sup>2</sup> Harlow, Kirk C., and Duane Windsor, 1988. "Integration of Cost – Benefit and Financial Analysis in Project Evaluation." Public Administration Review 48 (5): 918 – 28.

Se  $VPL > 0$ , o projeto é viável.

Se  $VPL \leq 0$ , o projeto é inviável.

**b) Valor anual líquido:** O valor anual líquido corresponde à parcela anual que representa a distribuição do valor presente líquido ao longo da vida útil do projeto. O projeto será considerado viável se o valor da parcela for positivo, se negativo ou nulo será considerado inviável. Tem-se:

$$VAL = VPL \times \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}, \text{ onde :} \quad \text{Equação (2.2)}$$

VAL: Valor anual líquido

VPL: Valor presente líquido

$i$  = taxa de oportunidade de capital

$n$  = número de anos considerado

Se  $VAL > 0$ , o projeto é viável.

Se  $VAL \leq 0$ , o projeto é inviável.

Outra forma de se obter o valor anual líquido é efetuando a diferença entre o valor anual dos benefícios (VAB) e o valor anual dos custos (VAC):  $VAL = VAB - VAC$ .

**c) Taxa interna de retorno:** A taxa interna de retorno mede a rentabilidade econômica do capital aplicado no projeto e corresponde à taxa de juros que torna o valor presente dos benefícios igual ao valor presente dos custos. Na avaliação da viabilidade essa taxa deve ser comparada com a taxa de oportunidade de capital: se resultar maior o projeto é viável, pois representa rentabilidade maior em relação à rentabilidade isenta de risco, no caso de capital próprio, ou maior que a taxa paga pelo empréstimo, no caso de capital de terceiros. Se resultar menor ou igual, o projeto é inviável. Tem-se:

$I^*$  é tal que:  $VPB = VPC$

Se  $I^* > I$ , o projeto é viável.

Se  $I^* \leq I$ , o projeto é inviável.

Onde  $I^*$  = taxa de retorno de investimento e  $I$  = taxa de oportunidade de capital.

**d) Relação benefício – custo:** A relação benefício – custo é dada pelo quociente entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos. Se maior que a unidade, o projeto é viável, se menor é inviável. Tem-se:

$$RBC = \frac{VPB}{VPC}, \text{ onde:} \quad \text{Equação (2.3)}$$

RBC: Relação benefício - custo

VPB: Valor presente dos benefícios

VPC: Valor presente dos custos

Se  $RBC > 1$ , o projeto é viável.

Se  $RBC \leq 1$ , o projeto é inviável.

#### **2.4.2 Considerações acerca da aplicação dos métodos**

Quando da aplicação de vários desses critérios a um projeto, os resultados obtidos devem ser coerentes, ou seja, todos os critérios devem apontar para um único resultado, viável ou inviável.

Muitas vezes, aplicando-se os critérios de valor presente líquido ou valor anual líquido, pode-se estabelecer uma análise comparativa entre dois projetos e não a determinação da viabilidade econômica desses. Dessa forma, o projeto que obtiver melhor índice representa a melhor alternativa. Naturalmente essa alternativa de comparação só é possível de ser empregada se os projetos a serem comparados tiverem a mesma vida econômica.

Comparativamente aos métodos de análise de projetos apresentados, excetuando-se o método de engenharia de sistemas, a análise de características apresenta resultados superiores, principalmente quanto ao aspecto de possibilidade de avaliação sistêmica de projetos (WRIGHT, 1992).

### 2.4.3 A avaliação B/C e a abordagem de características

Especialmente com respeito às avaliações econômicas, mais especificamente a análise B/C, o método de abordagem de características apresenta discordâncias mais evidentes, como pode ser mostrado na Tabela 2.2.

Tabela 2.2: Características dos Métodos de Avaliação B/C e Abordagem de Características

Características	Método	Comentários
Base em teoria econômica	Análise de Característica	Quatro postulados de Lancaster
	Benefício-Custo	Teoria tradicional do consumidor, Ótimo de Pareto
Características consideradas	Análise de Característica	Aquelas relevantes ao problema
	Benefício-Custo	Aquelas mensuráveis em unidades monetárias
Ponto de partida	Análise de Característica	Definição do problema
	Benefício-Custo	Uma solução proposta ou um número pequeno de soluções propostas
Busca soluções melhores	Análise de Característica	Sim
	Benefício-Custo	Não
Unidades de mensuração empregadas	Análise de Característica	Unidades físicas ou monetárias, notas ou ordenamento, conforme apropriado às características analisadas
	Benefício-Custo	Características podem entrar no critério de decisão somente se transformadas em alguma unidade monetária
Ponderação de características	Análise de Característica	Ponderação quantitativa de características não é necessária; certos níveis mínimos de desempenho podem ser considerados como restrições
	Benefício-Custo	Com numerário monetário
Tratamento de transferência entre pessoas	Análise de Característica	Explícito desde a definição do problema
	Benefício-Custo	Ad hoc, fora do paradigma e em conflito com a teoria em que o método se baseia

Externalidades e distorções	Análise de Característica	Análise incorporada diretamente como parte das características; distorções consideradas como restrições se não podem ser corrigidas pela unidade governamental relevante
	Benefício-Custo	As distorções são incorporadas mesmo que a unidade governamental relevante não possa corrigi-las; as externalidades podem ser incorporadas se quantificadas em dinheiro, não sendo possível não entram no critério de decisão
Informação para tomadores de decisão	Análise de Característica	Definições de problema, características, alternativas, custos e esquemas de financiamento
	Benefício-Custo	Dentro dos paradigmas, um número
Tratamento de controvérsias	Análise de Característica	Medidas para aliviar fatores negativos na etapa de formulação do projeto; escolha entre as soluções tecnicamente apropriadas pelos tomadores de decisão
	Benefício-Custo	Não há consideração explícita deste problema no seu paradigma
Natureza da decisão final e critérios utilizados	Análise de Característica	Definição do conjunto tecnicamente adequada feita pelo analista; escolha final feita pelos tomadores de decisão na arena política
	Benefício-Custo	Alega-se que a decisão resulta dos cálculos do analista, dada a solução proposta ou especificação inicial das características

Fonte: Wright (1992)

A algumas das características relacionadas aos dois métodos de avaliação de projetos constantes da Tabela 2.2, cabem os seguintes comentários:

- a) **Base em teoria econômica:** Como em projetos de transporte a proposição de uma melhoria beneficia alguns e normalmente imputa prejuízo a outros, o Ótimo de Pareto, base teórica da análise B/C, se apresenta incongruente quando considerado em projetos desta natureza. As compensações muitas vezes sugeridas representam enormes custos, o que as tornam inviáveis de serem aplicadas.
- b) **Características consideradas:** O fato da análise de características permitir avaliações qualitativas ou com base em outras unidades de medida, permite que sejam consideradas características não monetárias, o que não ocorre com o método B/C, como comentado anteriormente.
- c) **Ponto de partida:** A análise de características participa do processo desde a definição do problema a ser solucionados. Ao contrário, a análise B/C analisa uma proposta de solução para um problema cuja origem não é de domínio do analista, o que o limita em sua análise.
- d) **Busca soluções melhores:** Como apresentado anteriormente, o desconhecimento da origem do problema impossibilita o analista B/C de propor outras soluções, ao passo que adotando-se a análise de características, no desenrolar do processo o analista é capaz de perceber melhores opções de solução para o problema.
- e) **Unidades de mensuração:** O método B/C apresenta limitação quando o projeto a ser avaliado for relacionado a áreas como educação, saúde, bem-estar e transporte, onde a consideração das características não monetárias assume especial importância para o sucesso do projeto. Como a análise B/C só admite avaliações com base em valores monetários e determinadas características são impossíveis de ser seguramente monetarizadas, o método se mostra contestável.
- f) **Ponderação de características:** Como comentado no item “Unidades de Mensuração”, a análise B/C admite ponderações somente em bases monetárias, o que



não ocorre com a análise de características, mostrando mais uma vez a precariedade do método B/C.

- g) Informações para os tomadores de decisão:** A análise de características provê de maneira clara e sucinta, aos tomadores de decisão, uma descrição das características do problema que motivou o estudo, as alternativas para lidar com o problema, bem como os custos de cada uma dessas alternativas. Já a análise B/C, sustentada por técnicas de cálculo muitas vezes obscuras, limita o tomador de decisão a entender tão somente a recomendação final do estudo.
- h) Natureza da decisão final e critérios utilizados:** Como o produto final apresentado pelos defensores da aplicação da análise B/C geralmente é um pacote fechado e normalmente para se confeccionar esse pacote os custos envolvidos são muito altos, não resta alternativa aos tomadores de decisão, principalmente na esfera política, senão o aceite do estudo. A abordagem de características, por permitir uma apresentação destrinchada de um projeto, admite que os tomadores de decisão avaliem e entendam o produto final (normalmente apresentado como mais de uma alternativa), podendo até sugerir mudanças sem apropriação de grandes custos ao processo.

## **2.5 A ANÁLISE DE CARACTERÍSTICAS E O TRANSPORTE**

A viabilidade da aplicação da abordagem de características em projetos de sistemas de transportes foi apresentada por Wright (1992), em um trabalho em que foram tratados temas como “características das modalidades de transporte, das cidades e dos usuários” e “formulação e avaliação de estratégias e projetos de transportes”. O foco de seu trabalho foi a avaliação das modalidades de transporte segundo alguns indicadores de desempenho definidos por ele, considerando as necessidades dos usuários e da sociedade como um todo. O trabalho de Wright sustentou-se nos quatro postulados de Lancaster, adaptando-os à área de transporte, como se segue:

- Os usuários de transporte e outros residentes urbanos recebem benefícios (ou utilidades) das características de uma modalidade, veículo ou serviço, e não da própria modalidade.
- Geralmente, dada característica pode estar presente em mais de uma modalidade, veículo ou serviço, ao passo que dada modalidade, veículo ou serviço normalmente contém mais de uma característica.
- Modalidades, veículos e serviços podem, quando combinados, possuir características diferentes daquelas que apresentam quando utilizados separadamente.
- As características podem ser objetivamente medidas, mas as pessoas podem valorar a mesma característica diferentemente.

A partir dos postulados de Lancaster adaptados, Wright analisou o desempenho qualitativo dos modos de transporte com base num conjunto de características tidas como importantes para a sociedade e características importantes para o indivíduo. As características importantes para a sociedade foram definidas por Wright como sendo aquelas que afetam a sociedade via externalidades, demanda de recursos públicos ou exigência secundária de recursos públicos. Já as características importantes para o indivíduo seriam aquelas não relacionadas às externalidades, efeitos secundários ou gastos públicos (Tabela 2.3).

Atribuindo menções qualitativas aos modos de transporte, o autor avaliou o desempenho de cada um dos modos segundo as características selecionadas. O resultado dessa análise foi apresentado em forma de tabela (Tabela 2.3) de modo a facilitar a comparação do desempenho de cada modalidade. Naturalmente a qualidade dos desempenhos apresentada foi devidamente sustentada por meio de argumentações técnicas de modo a respaldar o método por ele proposto.

Tabela 2.3: Desempenho Qualitativo de Modos de Transporte

Características	Modalidade			
	Caminhada	Ciclismo	Transporte Público	Carro
Características importantes para a sociedade				
Maior capacidade por área	S	S	S	P
Maior eficiência energética	S	S	S	P
Menos poluição do ar	S	S	S - I	P
Menos ruído	S	S	S - P	P
Melhor estética	S	S	S - P	I - P
Menor vulnerabilidade do sistema	S	S	P	P
Maior capacidade de sustentação do sistema	S	S	I	P
Menor despesa pública	S	S	S - P	I - P
Mais saudável	S	S	I - P	P
Menos acidentes sérios	S - P	I - P	S - I	P
Características importantes para o indivíduo				
Menores custos para o usuário	S	S	S - I	P
Melhor microambiente pessoal	S	S	P	S
Maior flexibilidade	S	S	P	S
Maior frequência	S	S	S - P	S
Maior pontualidade	S	S	S - P	S
Maior conforto	S - P	S - P	S - P	S
Melhor orientação	S	S	S - P	S - I
Maior facilidade de carregar pertences	I - P	S - P	S - P	S
Menor tempo total de viagem para distâncias entre: (intervalos aproximados)				
Até 400 metros	S	S	I - P	I
400 – 1.500 metros	I - P	S - I	S - P	S - I
Acima de 1.500 metros	P	S - P	S - I	S

Fonte: Wright (1992)

Notas: 1) S = Satisfatório ou superior; I = Intermediário; P = Péssimo

2) Variações no desempenho que dependem de circunstâncias específicas e altamente variáveis são indicadas por um intervalo, como S - P = desempenho varia de superior a péssimo nesta característica.

3) As notas representam circunstâncias algo favoráveis para modalidades, porém não há nenhuma compensação especial pelas desvantagens que cada modalidade tipicamente enfrenta.

### 2.5.1 Comentários referentes à Tabela 2.3

À luz dos quatro postulados apresentados, percebe-se que os modos de transporte, normalmente tratados com total distinção, quando avaliados por meio de suas características mostram-se muitas vezes semelhantes, confirmando o segundo postulado. Outro aspecto evidenciado é o desempenho satisfatório dos modos caminhada e ciclismo em relação à grande parte das características avaliadas, o que nos faz refletir quanto aos paradigmas que sustentam a alta credibilidade dos modos motorizados normalmente presentes em estudos de transporte. Possivelmente o ciclismo e a caminhada não seriam tão preteridos pelos analistas se avaliações como essas fossem apresentadas aos tomadores de decisão e às demais partes afetadas pelo sistema de transporte.

Considerando especificamente o quarto postulado, ressalta-se que o bom desempenho dos modos ciclismo e caminhada pode ser questionado se determinados usuários do sistema atribuírem desempenhos diferentes daqueles apresentados, imputarem pesos maiores há algumas das características ou até mesmo descartarem algumas delas, conforme suas necessidades e prioridades. Outro ponto a ser ressaltado diz respeito à lista de características descrita, pois entende-se que ela não se esgota no rol apresentado, outras tantas características poderiam ser avaliadas, o que poderia também mudar o panorama da comparação entre os modos motorizados e não motorizados. De qualquer forma, os desempenhos atribuídos à grande parte das características relacionadas apresentam consistência, se considerados os padrões dos modos de transporte atuais.

O terceiro postulado, que admite que uma mesma modalidade possa apresentar características diferentes se combinada com outras modalidades, poderia ser aplicado quando analisada a característica flexibilidade. Sucintamente, essa característica representa o número de rotas possíveis de ser usadas para se deslocar de um ponto a outro ou o número de pares de origem e destino que podem ser alcançados por uma determinada modalidade. Se por exemplo um indivíduo necessita se deslocar de sua casa ao seu trabalho, dependendo da distância e das condições da caminhada entre os dois pontos, é de se supor que ele levará muito tempo

valendo-se apenas do modo caminhada. No entanto, se for possível a combinação de um modo motorizado e a caminhada, a flexibilidade é melhorada e o tempo de viagem encurtado.

## **2.6 - TÓPICOS CONCLUSIVOS SOBRE A ABORDAGEM DE CARACTERÍSTICAS**

Como visto, o método de abordagem de características se mostra inovador no momento em que Lancaster identifica que os consumidores avaliam os bens a partir de suas propriedades intrínsecas (atributos) e não simplesmente como um produto. Segundo Lancaster, o processo de escolha do consumidor é conduzido por essa abordagem, ou seja, intuitivamente o consumidor estará sempre a procura de um conjunto de características e, quando identificadas, ele conclui sua escolha.

A aplicação do método é possível nas mais diversas áreas, com o propósito comum de interpretar as preferências do consumidor de um bem ou serviço. É o que se observou nos casos da indústria automobilística (ÂNGELO & FÁVERO, 2004), empresas de produtos congelados (ÂNGELO & SIQUEIRA, 2002) e nos serviços de transporte (WRIGHT, 1992). Buscando melhor servir aos consumidores ou usuários, os fornecedores têm procurado identificar as necessidades e prioridades de seu público alvo, e a partir daí definir a quais características dar maior prioridade em seu produto.

Na avaliação de projetos, a aplicação da teoria de Lancaster assume importância, principalmente em situações em que aspectos não mensuráveis devem ser considerados ou quando a transparência deve ser garantida ao longo de todo processo de elaboração de um projeto. Os demais métodos de avaliação têm sua importância reconhecida, o método de Lancaster busca identificar e cobrir as limitações de cada um deles.

### **3 – CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS URBANAS E SUAS IMPLICAÇÕES NO TRANSPORTE PÚBLICO**

Ao se pensar num projeto de sistema de transporte público que irá atender uma determinada área urbana, uma pergunta deve anteceder o estudo, qual seja: que tipo de área urbana se tem e que tipo de área urbana se deseja ter? Para se obter a resposta a essa questão é fundamental que sejam devidamente identificadas e avaliadas as características próprias de cada área urbana, para que a partir daí seja possível definir o sistema de transporte que melhor interaja com o ambiente a ser por ele servido.

Pode-se ter como meta uma área voltada ao uso intensivo do automóvel, onde o transporte público e o trânsito de pedestre sejam preteridos, como normalmente ocorre nas cidades norte americanas, ou, por outro lado, pode-se desejar um ambiente que siga o modelo geralmente adotado nas cidades européias, onde o trânsito de pedestres e o transporte público têm seu espaço mais valorizado. Qualquer alternativa que se escolha deverá considerar as relações existentes entre cada uma das características da área urbana com o sistema de transporte que se deseja implantar.

No presente capítulo são apresentadas algumas características de áreas urbanas que interagem de alguma forma com o sistema de transporte. Para cada característica é apresentado seu conceito e sua relação com o transporte.

#### **3.1- TAXA DE CRESCIMENTO**

Taxa de crescimento é um indicador socioeconômico que representa a variação percentual da população de uma área urbana num período de tempo determinado. O uso desse indicador auxilia os técnicos de planejamento, principalmente nas áreas de infra-estrutura e demais projetos sociais, pois a partir dele é possível se fazer avaliações de viabilidade e aplicabilidade de projetos ao longo do tempo.

### 3.1.1- Cenário mundial

No Brasil, as áreas urbanas vêm passando por um processo de redução de taxas de crescimento (Tabela 3.1), estando ainda muito acima daquelas observadas nas cidades de países desenvolvidos. Em nível nacional, há previsões que sinalizam que a população brasileira estará estagnada quando alcançada a taxa de 285 milhões de habitantes (BANCO MUNDIAL, 1994), o que acontecerá por volta do ano de 2040.

Tabela 3.1: População Urbana Residente - Regiões Metropolitanas\* 1970 - 1996

Ano	Municípios Centrais (1)			Municípios Periféricos (2)			Total		
	Nº de habitantes	Part. % no total	Taxa anual de cresc.% (3)	Nº de habitantes	Part. % no total	Taxa anual de cresc.% (3)	Nº de habitantes	Part. % no total	Taxa anual de cresc.% (3)
1970	16.808.973	73,3		6.119.806	26,7		22.928.779	100,0	
1980	23.296.978	68,2	3,31	10.847.281	31,8	5,89	34.144.259	100,0	4,06
1991	26.974.935	58,0	1,34	19.549.028	42,0	5,50	46.523.963	100,0	2,85
1996	27.819.000	55,8	0,62	22.008.448	44,2	2,39	49.827.448	100,0	1,38

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

(\*) S. Paulo, R. de Janeiro. B. Horizonte, Recife, P. Alegre, Salvador. Fortaleza, Belém, Brasília e Curitiba

(1) municípios das capitais

(2) municípios das periferias metropolitanas (não inclui a capital)

(3) taxa geométrica anual de crescimento entre o ano da linha e o ano anterior

Em grande parte dos países desenvolvidos a população vem apresentando taxas discretas de crescimento populacional, que vêm se mantendo praticamente constantes nas últimas três décadas (Tabela 3.2). É possível que avaliações mais recentes possam apresentar um certo desvio desses números para alguns dos países relacionados na Tabela 3.2, como consequência da crescente migração em direção a esses países. Considerando ainda as últimas três décadas, os países em desenvolvimento de um modo geral, têm apresentado uma queda da taxa de

crescimento populacional, sugerindo que possa haver uma relação entre o desenvolvimento e o crescimento populacional (Tabela 3.2).

Tabela 3.2: Taxa de crescimento de países sul-americanos e europeus

País	Taxa média anual (%)			
	1970 – 80 (1)	1980 – 92 (1)	1990 – 2003 (previsão) (1)	1990 – 2003 (2)
Brasil	2,4	2,0	1,4	1,4
Bolívia	2,5	2,5	2,4	2,1
Peru	2,7	2,1	1,8	1,8
Equador	2,9	2,5	2,0	1,8
Venezuela	3,4	2,6	2,2	2,0
Chile	1,6	1,7	1,3	1,4
Itália	0,5	0,2	0,0	0,1
Alemanha	0,1	0,2	0,1	0,3
França	0,6	0,5	0,4	0,4
Espanha	1,0	0,4	0,0	0,4
Finlândia	0,4	0,5	0,3	0,3
Suécia	0,3	0,4	0,4	0,3

Fonte: Banco Mundial, 1994 (1) e Banco Mundial, 2005 (2).

Um outro aspecto importante quanto à taxa de crescimento é identificar como esse crescimento se dá ao longo do espaço urbano. Via de regra, cidades que convivem com taxas crescentes de crescimento populacional, crescem cada vez mais a distâncias maiores do centro. Nessas cidades, é observada ainda a ocorrência da migração de pessoas que inicialmente viviam próximas ao centro para áreas mais distantes, como consequência da necessidade de utilização das áreas centrais para atividades comerciais e de serviços e não mais para fins residenciais. O exemplo de Gothenburg – Inglaterra, representa bem essa tendência, onde se observa que no período entre 1960 e 1983 a população cresceu vertiginosamente nas áreas suburbanas, e decresceu nas áreas centrais e suas proximidades (Figura 3.1).



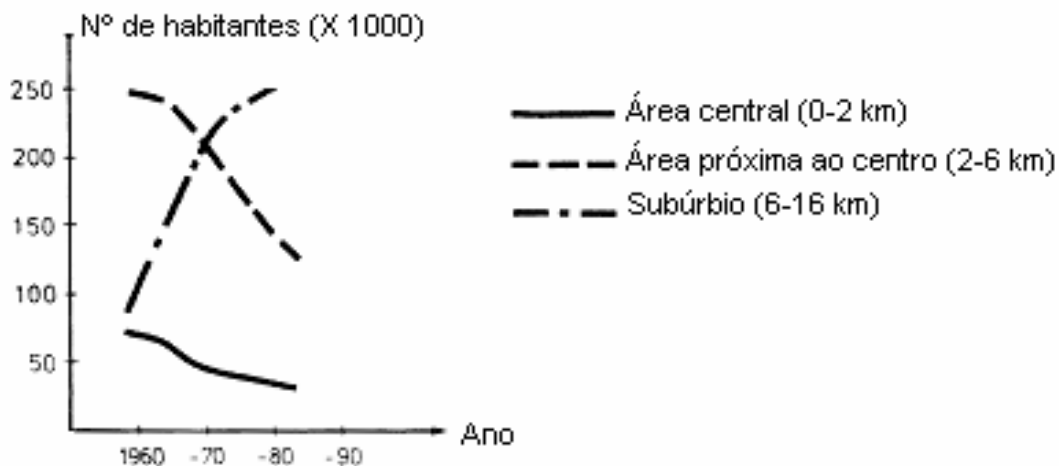


Figura 3.1: Evolução da ocupação populacional de Gothenburg (Inglaterra) para diferentes áreas urbanas entre 1960 e 1983. Fonte: Urban Planning and Public Transport. The Construction Press, 1979

### 3.1.2- Relações com o transporte urbano

De acordo com a Carta de Machu Picchu de dezembro de 1977, as cidades caracterizam-se por serem estruturas em desenvolvimento, cuja forma final não pode ser definida, razão pela qual devem considerar as noções de flexibilidade e expansão urbanas. Nesse sentido o sistema de transporte deve ser projetado de forma que permita experimentar mudanças de extensão e forma, principalmente se tratando de cidades de países em desenvolvimento que convivem com altas taxas de crescimento. De encontro a essa tendência estão as cidades européias, que apresentam modestas taxas de crescimento, em alguns casos até encolhimento. Nesses locais, sistemas pouco flexíveis como sistemas sobre trilhos, têm bom resultado, pois as possibilidades de expansão ou mudança de traçado são improváveis. Da mesma forma se enquadra a opção por corredores de transporte operados em vias exclusivas e fisicamente segregadas. Adaptações em sistemas com essas características são delicadas e onerosas, portanto, suas aplicações devem ser garantidas a longo prazo.

Deve-se considerar que a oferta de transporte deve ser universal e que, portanto, o sistema de transporte deve estar sempre se reformulando de acordo com o crescimento populacional. Considera-se ainda que projetos ligados a transporte normalmente são idealizados para cenários com horizontes superiores a dez anos. Esse aspecto exige que seja considerado o comportamento da taxa de crescimento ao longo do tempo, a fim de identificar a tendência de crescimento, permitindo que sejam feitas previsões futuras com certa segurança. No entanto, mesmo fazendo previsões com base no comportamento da taxa de crescimento populacional, alguns projetos são tomados pela ineficiência a curto prazo. Isso ocorre quando eventos sociais ou econômicos não previsíveis propiciam a migração para uma área urbana ou motivam um aumento abrupto da taxa de natalidade ou diminuição da taxa de mortalidade.

Portanto, estudos concebidos sem que seja considerada a taxa de crescimento, podem resultar em um sistema que se mostre incapaz de atender de forma universal os usuários, abrindo um espaço para introdução de alternativas de transporte sem qualquer planejamento, desestruturando o sistema como um todo.

### **3.2- DESCENTRALIZAÇÃO**

Descentralização consiste em um modelo de estrutura urbana, caracterizado pelo surgimento de várias áreas de concentração de atividades, induzida pela expansão do espaço urbano. As cidades normalmente surgem em torno de uma área central na qual são concentradas as atividades comerciais e demais serviços. A expansão das cidades acontece usualmente de forma radial em torno desse centro. A partir de um determinado momento, em função do tamanho do espaço urbanizado, torna-se inviável a manutenção de um único centro para atender o incremento populacional decorrente do crescimento. Inicia-se então o processo de descentralização, em que são criados outros centros capazes de suprir as necessidades básicas de consumo e serviço da população, inibindo parte dos deslocamentos antes direcionados somente ao centro original. O grau de descentralização (GD) é dado pelo percentual de atividades comerciais e serviços existentes em áreas fora do centro original.

### 3.2.1- Implicações no transporte público

Uma das implicações da descentralização é o impacto na tarifa que esse fator pode provocar. Como observado na Figura 3.2, quanto maior o grau de descentralização maiores são os custos necessários para ofertar o serviço de transporte público coletivo para cidades com população acima de 250 mil habitantes. É explicável, pois não só os custos exigidos para oferta de infraestrutura como a operação de transporte público em áreas com essa característica são altos. Isso decorre principalmente em função das distâncias a serem vencidas e dos baixos desempenhos operacionais das linhas que atenderão a essas áreas.

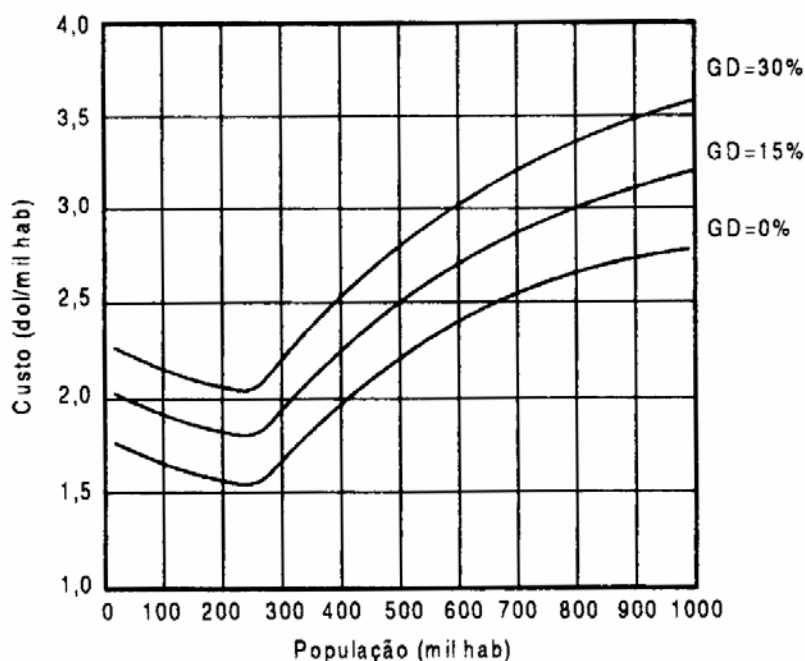


Figura 3.2: Custo do transporte coletivo X População para diferentes graus de descentralização. Fonte: Ferraz, 1998

### 3.3- FORMAS DAS CIDADES

Entende-se por forma das cidades o desenho aproximado da mancha urbana de uma área em associação ao centro ou centro de atividades comerciais e de serviços. Esse desenho é definido de acordo com regras de urbanismo associadas a fatores naturais como altimetria da área em que está implantada, localização relativa a rios e ao litoral, entre outros. As cidades não são,

contudo, estruturas rígidas, principalmente quando ainda encontram-se em franco processo de expansão e crescimento populacional, o que prediz que sua forma pode vir a ser alterada dentro das limitações físicas e naturais.

### **3.3.1- Algumas formas de cidades**

Algumas denominações são comumente empregadas às cidades segundo sua forma, são elas as policêntricas, monocêntricas, lineares e algumas derivações. Algumas dessas formas podem ser observadas na Figura 3.3, onde são ilustrados desenhos das áreas centrais e as vias principais que normalmente atendem a cada uma dessas cidades.

Áreas com forma monocêntrica tendem a apresentar uma ocupação urbana do tipo circular ou semicircular, dependendo das condições físicas presentes. As áreas lineares são caracterizadas por apresentarem setores de concentração de atividades extensos, acompanhando o desenho da ocupação. No caso de áreas lineares costeiras, as maiores densidades de ocupação se mostram ao longo da orla, se dispersando a medida que se adentra ao continente. A descrição das áreas policêntricas foi feita no tópico anterior referente à descentralização.

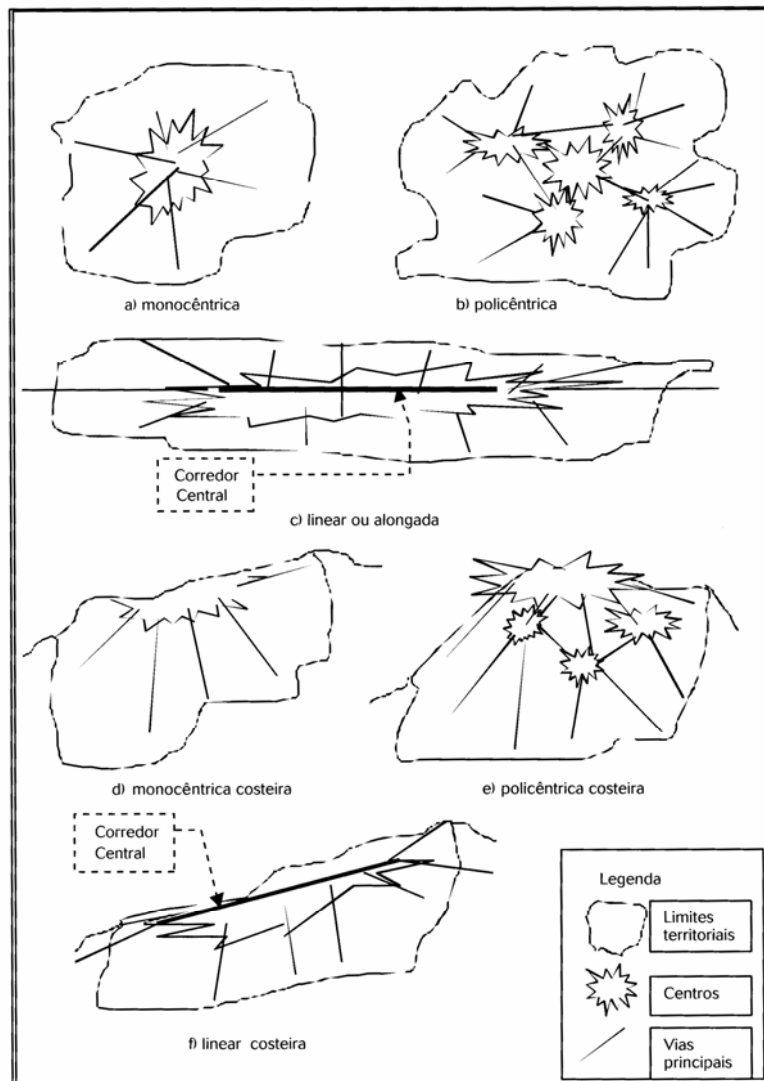


Figura 3.3: Desenho das cidades. Fonte: Sant'Anna, 2001

### 3.3.2- Implicações para o transporte público

São comuns as discussões sobre a correlação entre o desenho viário e a forma das cidades. É difícil afirmar se a cidade induz a estrutura viária a ser implantada ou a implantação da estrutura viária é quem direciona e modela as cidades. Independente da interpretação, o que se observa são quase padrões de casamento entre determinados tipos de cidades e as linhas de transporte que as atende (Figura 3.3). Por exemplo, em cidades monocêntricas predominam as linhas radiais, pois os desejos de deslocamento estão focados na área central, onde estão

presentes as atividades comerciais e de serviços. Já nas cidades lineares ou costeiras, a tendência é que sejam observados corredores centrais ao longo de sua extensão, podendo ser alimentados por linhas alimentadoras. A forma policêntrica está presente principalmente nas grandes cidades que nasceram a partir de uma estrutura monocêntrica, que com a expansão foram surgindo outras áreas de concentração urbana servidas por comércio e serviços. Algumas regiões metropolitanas podem igualmente ser tratadas, a partir de uma visão global, como uma grande área urbana com forma policêntrica. Nesses casos, o centro de cada cidade que compõe a região metropolitana representa um núcleo de atividades. Esse tipo de agrupamento urbano caracteriza algumas cidades como Curitiba e João Pessoa. Para atender a essa forma policêntrica é comum a presença de corredores de ligação entre os diversos centros (SANT'ANNA, 2001).

Com respeito ao aspecto econômico, estudos feitos em cidades com formas e populações diferentes revelaram algumas relações entre custo de transporte e forma de cidades (Figura 3.4). Pode-se observar, com base na Figura 3.4, que para uma mesma população o custo de transporte (dólar/mil habitantes) coletivo pode aumentar por consequência do formato da cidade. Na Figura 3.4 as cidades são todas monocêntricas, diferindo-se apenas quanto ao alongamento da área. Observa-se ainda que esse mesmo custo cresce com o aumento da população. Outro indicador do sistema de transporte que se relaciona ao desenho da cidade é o tempo de viagem do transporte coletivo. Com base na Figura 3.5 verifica-se que algumas formas de cidades, para uma mesma população, impõem maior tempo de viagem por transporte coletivo.

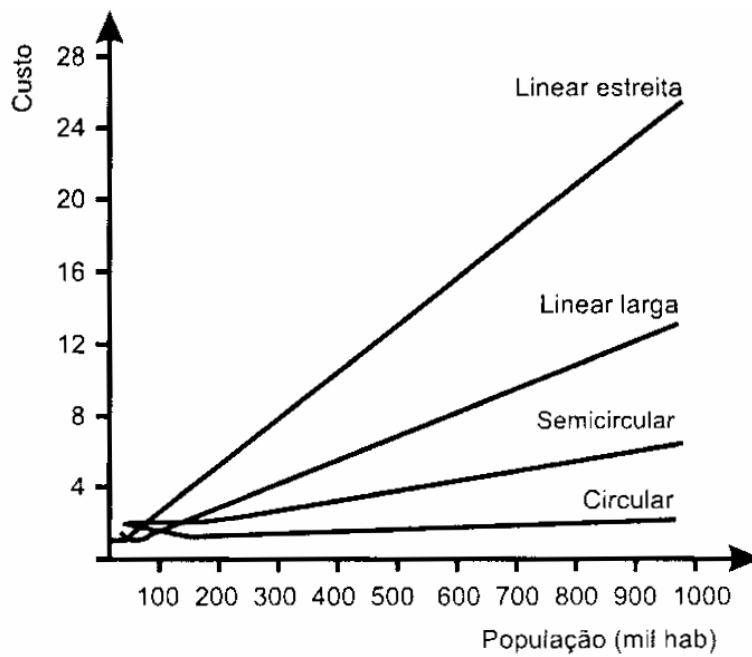


Figura 3.4: Custo de transporte coletivo X população para diferentes formatos de cidades. Fonte: Ferraz, 1998.

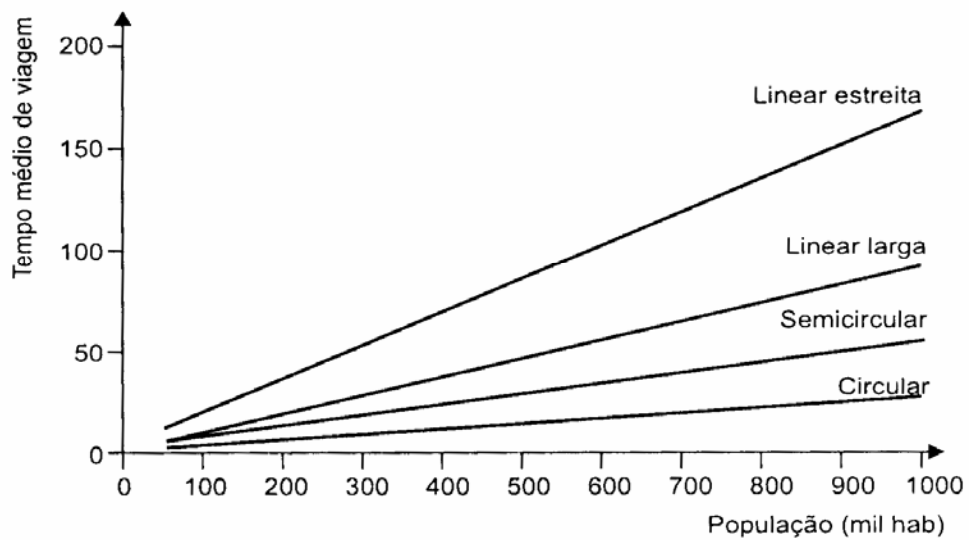


Figura 3.5: Tempo de viagem no transporte coletivo X população para diferentes formatos de cidades. Fonte: Macedo, 1991 apud Ferraz & Torres, 2001.

### **3.4- ALTIMETRIA**

Altimetria de uma área urbana é um parâmetro físico que representa o quão acidentada é essa área e como os acidentes geográficos estão distribuídos ao longo do espaço urbano. Como tratado no item referente à forma das cidades, em alguns casos esse é um dos fatores que contribui para a concepção do desenho urbano e conseqüentemente para a estrutura viária a ser implantada.

#### **3.4.1- Implicações com o transporte**

Dependendo da altimetria de uma área urbana, algumas limitações podem ser impostas ao sistema de transportes. Ao pensarmos na aplicação de sistemas metroferroviários de superfície, por exemplo, dependendo de quão acidentado seja o terreno da área que será servida por esse sistema, o projeto pode ser descartado de imediato, tamanhas dificuldades técnicas (principalmente limitação do material rodante) que se apresentam para vencer os obstáculos físicos normalmente presentes nesses tipos de área. Até mesmo sistemas operados por ônibus podem encontrar alguma dificuldade diante desse aspecto, pois rampas muito acentuadas solicitam sobremaneira o veículo, principalmente no momento da aceleração e da frenagem, que se faz necessário sempre que houver paradas a serem atendidas. Com as dificuldades técnicas e construtivas vêm também os altos custos de operação e manutenção de sistemas empregados em áreas com tais características, pois normalmente os tempos de viagem são maiores e o desgaste dos equipamentos é também acentuado.

Em áreas com características de relevo acidentado algumas penalidades são impostas às modalidades de transporte como a caminhada e o ciclismo, pois a energia a ser aplicada no emprego dessas modalidades cresce conforme a presença de desníveis a serem vencidos. Se a caminhada e o ciclismo exigirem muito dos usuários dessas modalidades, é recomendável que haja uma compensação com implantação de paradas mais próximas, o que provavelmente acarretará em ônus para a operação do sistema.



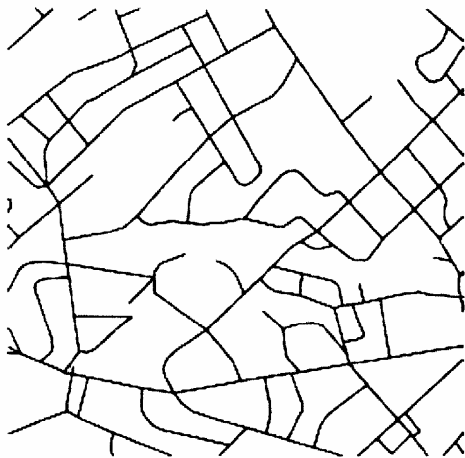
Em áreas com relevo acidentado observa-se um tipo de ocupação pouco concentrado, pois os custos e as dificuldades de construção em áreas como essa são consideráveis. Como a demanda por transporte em uma determinada área está atrelada à concentração da ocupação presente, implica em mais um fator a ser considerado no planejamento das linhas que irão servir esse local. Um caso particular de ocupação em relevo acidentado com grande adensamento são as favelas. Contudo, em tais áreas, a oferta de serviços de transporte público coletivo é quase impraticável em função da indisponibilidade de espaço para implantação de vias, o que impossibilita o tráfego de qualquer tipo de veículo.

### **3.5- CONECTIVIDADE DA REDE VIÁRIA**

A conectividade da rede viária é uma característica de uma área urbana que está relacionada ao desenho de seus quarteirões. Os quarteirões podem ser definidos como áreas de ocupação limitadas por vias, que podem ser acessados por veículos e pedestres (Environmental Protection Agency - EPA, 2004). A conectividade pode ser dimensionada por meio de dois levantamentos: considerando o número de interseções das vias por comprimento, no caso de uma avaliação individual; ou considerando o número de interseções por área, no caso de uma avaliação coletiva. Desse modo, quanto maior o número de interseções por área ou comprimento, maior a conectividade e quanto maior a conectividade, maior o número de alternativas de rota disponibilizada ao usuário para que ele se desloque entre uma origem e um destino desejado.

#### **3.5.1- Exemplos de redes viárias**

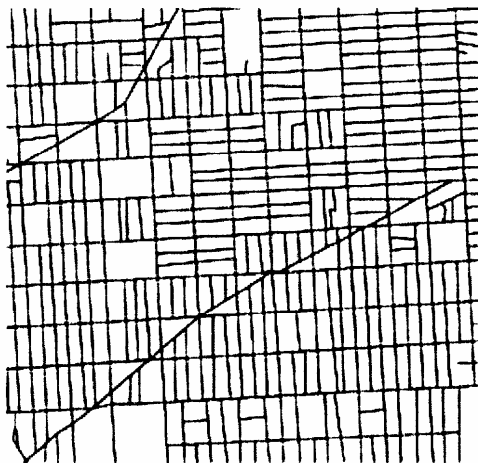
A classificação dos tipos de redes viárias é feita com base no grau de conectividade entre as vias. Na Figura 3.6 são apresentados quatro tipos de redes, cada qual com maior ou menor grau de conectividade. Pode-se observar que quanto maior o número de interseções entre as vias maior é a conectividade da rede.



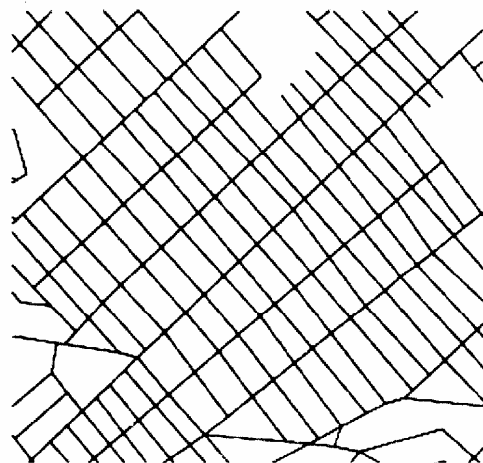
Rede com pouca conectividade



Rede desconectada



Rede densa



Rede pouco densa

Figura 3.6: Tipos de apresentação de redes viárias. Fonte: EPA, 2004

### 3.5.2- Implicações com o transporte

Redes com baixa conectividade são presentes em cidades cujo uso de automóveis é frequente, pois os deslocamentos são normalmente extensos, em função principalmente da setorização das atividades urbanas presente em áreas com tais características viárias. Em cidades norte americanas, em que o uso do automóvel é disseminado, são observados tais tipos de redes, sendo menos comum em cidades europeias. No Brasil, um exemplo característico desse tipo de rede é o Plano Piloto de Brasília (Figura 3.7). Nessa área os deslocamentos por caminhada são dificultados pelas longas distâncias a serem vencidas, o que induz à intensificação do uso

do automóvel, pois a conectividade é baixa e os locais de interesse por viagens são isolados. Na Figura 3.7, pode-se observar por meio de comparação entre três áreas urbanas das cidades de Brasília (Superquadra), Londrina (Área residencial do centro) e Rio de Janeiro (Bairro Ipanema), a diferença da forma da rede viária de Brasília, com característica desconectada, com respeito a outras duas cidades com redes conectadas.

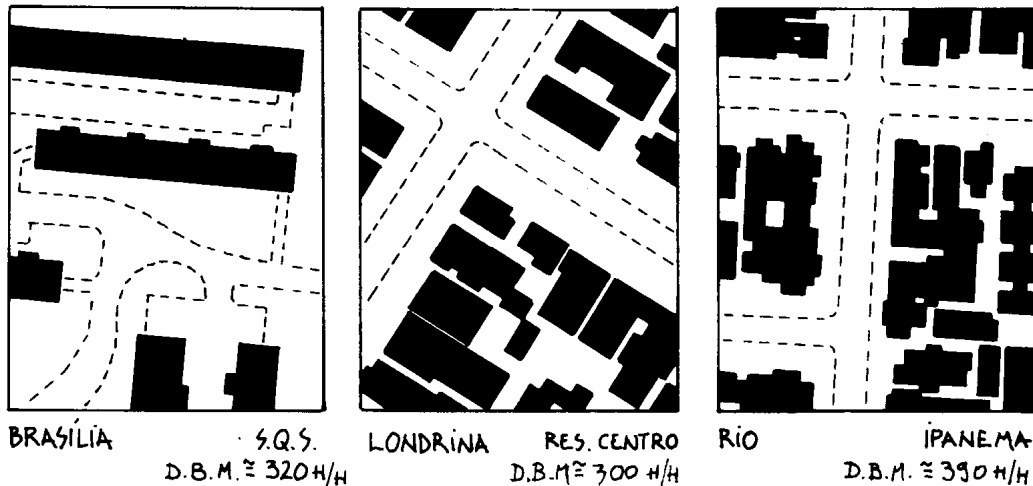


Figura 3.7: Comparação de setores das cidades de Brasília, Londrina (bairro central) e Rio de Janeiro (Ipanema) quanto ao desenho viário e densidade bruta média (D.B.M). Fonte: Del Rio, 1990.

As redes densas e com alta conectividade facilitam o fluxo viário, pelo fato de permitirem mais alternativas de deslocamento entre dois pontos quaisquer do espaço urbano. Redes com alta densidade facilitam ainda a implantação de corredores em vias cuja capacidade atenda a esse fim.

### 3.6- CAMINHABILIDADE

Dependendo do sistema de transporte empregado em uma área urbana o ambiente para o pedestre pode ser favorecido, ou em alguns casos pode vir a ser piorado. A caminhabilidade aqui tratada representa não apenas a existência de barreiras físicas à caminhada, representa ainda as distâncias necessárias para se atingir os pontos de desejo do espaço urbano. Segundo TRB (Transportation Research Board), a avaliação da caminhabilidade de uma dada área pode

ser feita por meio da medição do tempo gasto para um usuário realizar uma determinada viagem a pé.

### 3.6.1- Implicações com o transporte

Dependendo da caminhabilidade de uma área urbana o uso do transporte público pode vir a ser mais ou menos intenso. Ambientes com más condições para caminhada não oferecem motivação aos habitantes para que façam uso do transporte público.

Em cidades dos países em desenvolvimento, observa-se que apesar de não estarem servidas por uma estrutura adequada às caminhadas, esse modo de transporte é muito utilizado por questões econômicas que impossibilitam o uso de modos motorizados. É o que pode ser observado na Tabela 3.3 em que é apresentada a distribuição de viagens urbanas em algumas cidades médias brasileiras.

Tabela 3.3: Distribuição modal do transporte urbano em cidades médias brasileiras

Cidade	Carro	Ônibus	A pé	Táxi	Outros
Campo Grande	20,6	30,8	43,8	2,4	2,4
Caruaru	13,9	9,1	73,9	1,3	1,8
Juíz de Fora	32,0	64,0		2,0	2,0
Ribeirão Preto	27,3	28,0	34,6	0,2	9,8
Campinas	34,7	36,2	26,8	0,7	1,6
Bauru	31,5	22,7	42,6	0,5	2,6
Pelotas	21,2	35,7	33,9	1,2	8,0
Caxias	29,8	26,5	41,6	0,7	1,4
Média	25,6	27,0	42,5	1,0	3,9

Fonte: GEIPOT, 1985 *apud* Vasconcellos, 2000

Dependendo da estrutura de transporte público coletivo empregada, um bom ambiente para pedestre tem papel fundamental ao bom desempenho do sistema. Como exemplo, sistemas estruturados para operarem com transbordos e caminhadas complementares devem ser

aplicados em áreas em que o pedestre possa se deslocar com conforto e segurança. Estando o ambiente apropriado aos pedestres, caminhadas com distâncias maiores são admitidas, permitindo com isso que as paradas de ônibus sejam mais espaçadas, reduzindo o tempo de viagem e o custo operacional do sistema. A figura 3.8 apresenta a relação entre o custo de transporte e população para diferentes distâncias máximas de caminhada. A distância máxima (PM) representa o somatório da distância percorrida entre a origem e o transporte público e a distância percorrida entre o desembarque até o destino.

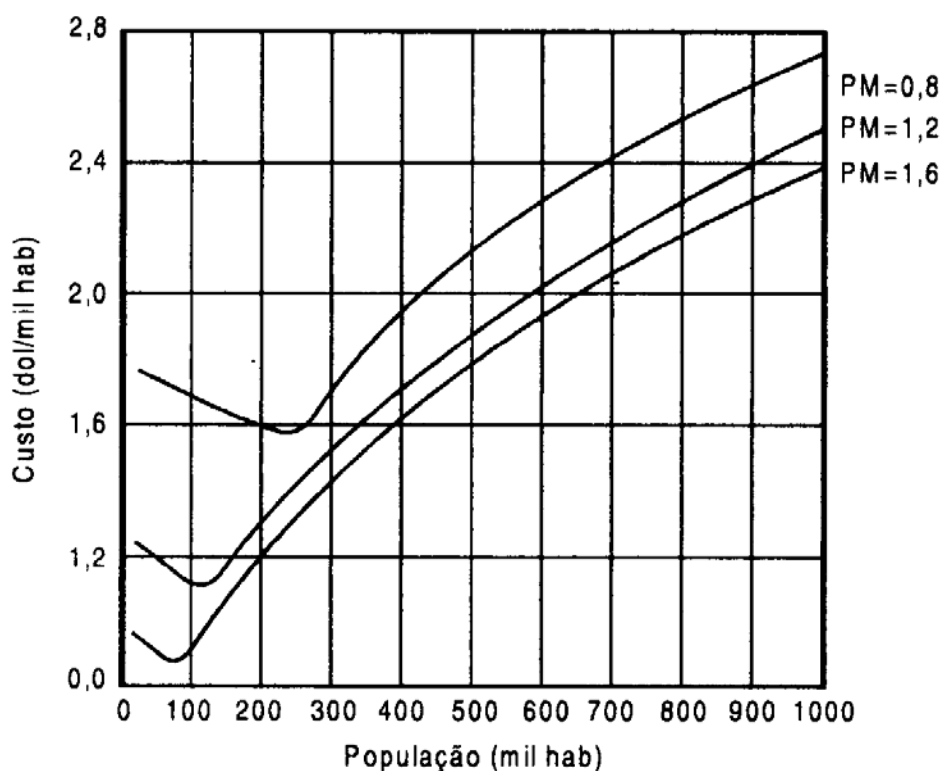


Figura 3.8: Custo de transporte coletivo X população para diferentes distâncias máximas (PM) de caminhada. Fonte: Ferraz, 1998

### 3.7- DENSIDADE POPULACIONAL

A densidade populacional é representada pela relação número de habitantes por quilômetro quadrado ( $n^{\circ}$  habitantes/ $km^2$ ). Essa é uma característica importante a ser considerada em estudos relativos à implantação de infra-estruturas urbanas, pois indica como está distribuída a ocupação ao longo da área urbana.

### 3.7.1- Interações com o ambiente urbano

Os custos das infra-estruturas urbanas relacionam-se com a densidade da área a ser atendida. Como pode ser visto na Figura 3.9, quanto menor a densidade maior o custo da infra-estrutura por habitante, seja em sistemas de pavimentação, esgoto, energia elétrica e de águas pluviais. Em infra-estruturas de transporte a relação com a densidade segue a mesma regra, ou seja, em ocupações isoladas são requeridos maiores investimentos para atender às necessidades dos usuários.

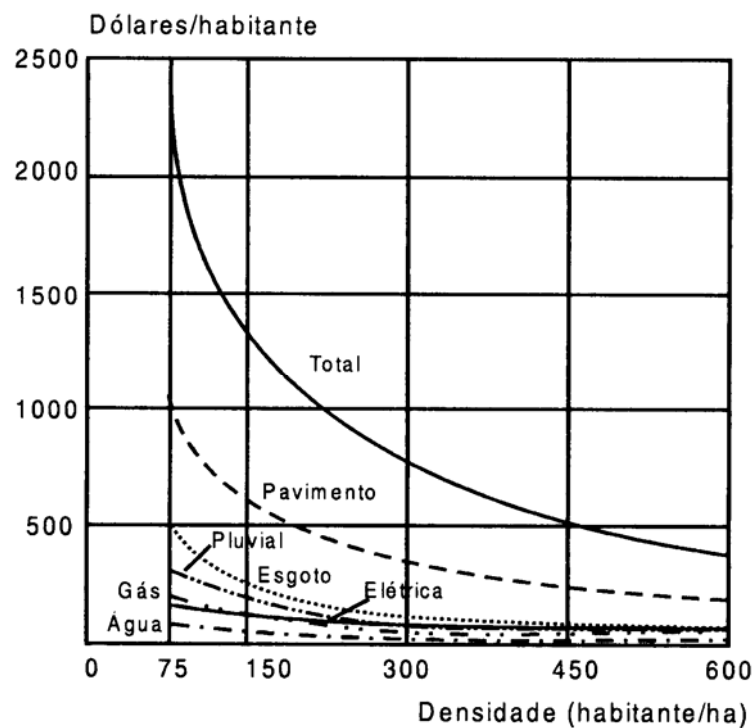


Figura 3.9: Custo de Infra-estrutura X Densidade populacional. Fonte: Ferraz, 1998

Nos casos das regiões metropolitanas, em que várias cidades interagem com uma cidade núcleo principal, são observadas diferenças nos valores de densidade da região como um todo e a densidade da cidade núcleo (Tabela 3.4). Como os habitantes das várias cidades que compõem uma região metropolitana cotidianamente circulam por toda a área, a concepção do sistema de transporte deve ser tal que contemple toda a região, conseqüentemente deverá ser considerada a densidade da região metropolitana.

Tabela 3.4: População, área e densidade populacional das cidades analisadas

Cidade	População (1996)	Área em km <sup>2</sup>	Densidade (hab/km <sup>2</sup> )
São Paulo	9.920.000	1.509	6.574
São Paulo - RM	16.666.696	8.051	2.086
Rio de Janeiro	5.551.538	1.255	4.424
Rio de Janeiro - RM	8.988.917	5.092	1.765
Belo Horizonte	2.091.371	332	6.299
Belo Horizonte - RM	3.778.168	6.109	618
Recife	1.358.000	209	6.496
Recife - RM	3.130.700	2.708	1.156
Salvador	2.211.539	710	3.115
Porto Alegre	1.288.879	503	2.562
Fortaleza	1.965.513	314	6.260
Curitiba	1.476.253	431	3.425
Campinas	908.906	800	1.136
Campina Grande	344.730	1.090	316
Buenos Aires	2.965.403	150*	19.769
Buenos Aires - RM	12.418.154	3.100*	4.100
Assunção	553.997	117	4.735
Assunção - RM	1.457.236	720	2.024
Montevideú	1.312.000	532	2.466
Santiago - RM	4.800.000	530	9.057

Fontes: Brasil, informações do IBGE; Argentina, Indec, 1991; Paraguai, estimativa a partir do censo de 1992;

Uruguai, Ministério de Turismo; Chile, estimativa do Mideplan.

. Estimativa a partir de base cartográfica.

### 3.7.2- Implicações com o transporte

Observa-se normalmente que indicadores como IPK (índice de passageiros por quilômetro) tendem a ser baixos para as linhas que servem áreas menos densas, comprometendo o sistema como um todo. É o que pode ser observado na cidade de São Carlos - SP (Tabelas 3.5 e 3.6). Nesse exemplo observa-se que as áreas mais distantes do centro tendem a ser menos densas, exigindo obviamente viagens mais longas, conseqüentemente com maior custo e menor IPK.

Tabela 3.5: Raio, número de linhas e quilometragem percorrida em função da densidade populacional

Densidade (hab/km <sup>2</sup> )*	Raio (km)	Número de linhas	Quilometragem diária total (km)
4.429 (1)	6,05 (1) (2)	40 (1)	13.500,00 (1)
4.429 (3)	3,26	35	3.879,40
10.080 (4)	2,49	27	2.285,85
20.000 (5)	2,05	22	1.533,40

(1) Dados reais de São Carlos, (2) Extensão média das ligações radiais, (3) Densidade média bruta de São Carlos, (4) Densidade se não houvesse lotes vazios, (5) Densidade mínima de acordo com o autor. Fonte: Silva & Ferraz, 1998. \*A unidade de densidade foi convertida de hab/ha para hab/km<sup>2</sup>.

Tabela 3.6: Tempo máximo de viagem, índice de passageiro por quilômetro e custo em função da densidade

Densidade (hab/km <sup>2</sup> )*	Tempo máximo de viagem (min)	IPK (pass/ km)	Custo (milhões US\$/ano)
4.429 (1)	15,00 (1)	4,44 (1)	4,93 (1)
4.429	8,9	15,47	1,42
10.800	6,8	26,25	0,83
20.000	5,6	39,13	0,56

(1) Dados reais de São Carlos. Fonte: Silva & Ferraz, 1998. \*A unidade de densidade foi convertida de hab/ha para hab/km<sup>2</sup>.

Observa-se ainda que cidades com baixas densidades normalmente impõem a seus habitantes necessidades freqüentes por viagens motorizadas, pois as distâncias a serem percorridas para atender seus desejos de deslocamentos são dificilmente vencidas por modalidades não motorizadas como a caminhada e o ciclismo. É o que se observa em cidades norte-americanas, cujas densidades são baixas comparadas às cidades médias brasileiras (Tabela 3.7 e Figura 3.10), e as viagens motorizadas representam um grande percentual do total de viagens urbanas. Na mesma Tabela 3.7, observa-se o apontamento de uma cidade européia, situada em um país desenvolvido, porém com alta densidade populacional. Assim como observado na cidade de Eindhoven (Tabela 3.7), grande parte das cidades européias têm também alta densidade e, somado a esse fato, essas cidades oferecem ainda um bom ambiente para o pedestre.



Tabela 3.7: Densidade de algumas cidades no Brasil, Estados Unidos e Europa

Cidade	Estado ou país	População urbana (1996)	Área urbana (ha)	Densidade (hab/ha)
Araraquara	SP	158.389	7.754	20,4
Presidente	SP	162.339	7.188	22,6
São Carlos	SP	164.103	5.205	31,5
Marília	SP	170.746	7.020	24,3
Columbus (GA)	EUA	178.701	28.972	6,2
Madison (WI)	EUA	191.262	24.684	7,7
Eindhoven	HOL	195.171	6.480	30,1
Limeira	SP	196.577	5.858	33,6
Maringá	PR	260.955	12.826	20,3
Bauru	SP	287.530	13.613	21,1
Piracicaba	SP	290.935	9.830	29,6

Fonte: Lima, R. S, Silva, A. N. R. e Waerden, P. - *Espalhamento urbano: mito ou realidade no Brasil? O caso das cidades médias.*- ANTP, Revista dos Transportes Públicos n° 98.

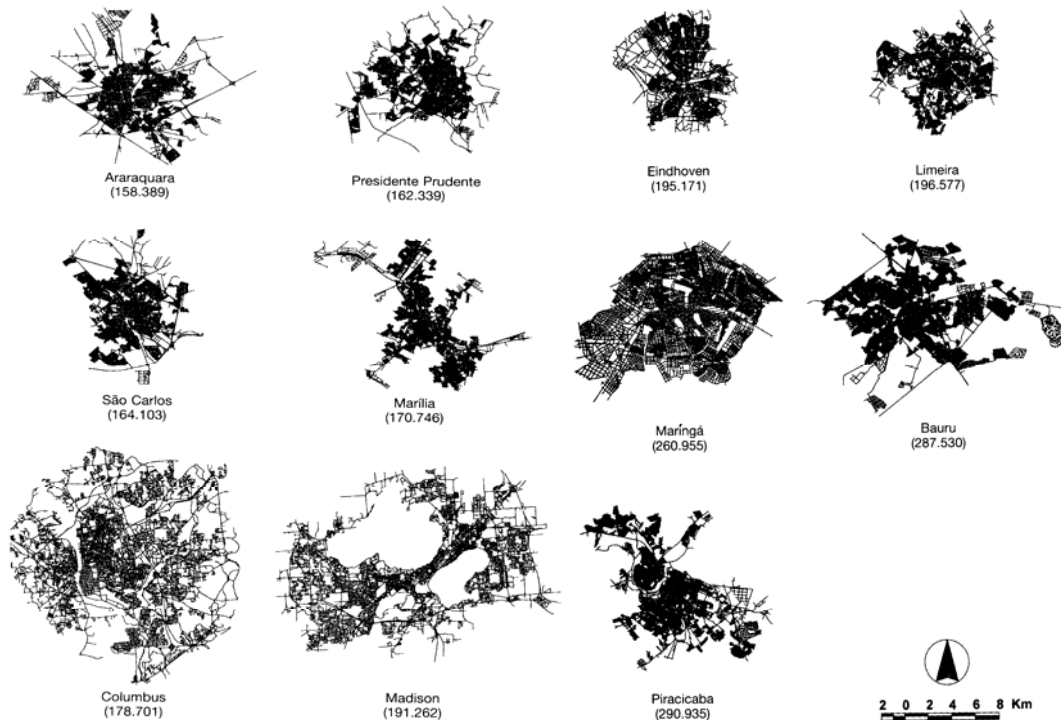


Figura 3.10: Distribuição urbana em mesma escala para algumas cidades brasileiras, americanas e européias. Fonte: Lima, R. S, Silva, A. N. R. e Waerden, P. - *Espalhamento urbano: mito ou realidade no Brasil? O caso das cidades médias.*- ANTP, Revista dos Transportes Públicos n° 98.

Da mesma forma que áreas urbanas com alta densidade propiciam a realização de viagens a pé e de bicicleta, o transporte coletivo também encontra uma condição adequada para operar, pois seu desempenho é favorecido pelas altas taxas de renovação de passageiros comuns em áreas adensadas.

### **3.8- SETORIZAÇÃO**

Assim como no caso da descentralização, em áreas setorizadas não há concentração de todas as atividades comerciais e de serviços num único centro. No entanto, ocorre um ordenamento da dispersão urbana de acordo com o tipo de atividade ou serviço.

#### **3.8.1- Implicações com o transporte**

Cidades que convivem com uma estrutura de ocupação setorizada impõem normalmente que seus habitantes realizem um número elevado de viagens quando comparadas às cidades cujas estruturas de ocupação são mistas e, sendo essas cidades de médio e grande porte, as viagens motorizadas são predominantes às não motorizadas. Um exemplo representativo é o Plano Piloto, em Brasília, onde as funções e atividades são compartimentadas, de acordo com o ideal do urbanista Lúcio Costa. Nessa área urbana, não existe a possibilidade para ambientes urbanos semelhantes ao que a população espera de vantajoso em uma cidade normal, ou seja: variedade, flexibilidade, oportunidades múltiplas, distâncias fáceis para pedestres, tipologias arquitetônicas variadas e elementos sócio-culturalmente atrativos, como esquinas, botequins, praças e ruas com usos mistos e bastante animação urbana (HOLLANDA, 1975, *apud* DEL RIO, 1990). A própria nomenclatura utilizada para identificar as áreas da capital da república inicia-se normalmente com a sigla S que representa setor. Alguns exemplos são o Setor de Autarquias Sul (SAS), Setor Hospitalar Sul (SHS), Setor de Diversões Sul (SDS), Setor Bancário Sul (SBS), entre outros.

Segundo Martins (1991), a setorização do espaço urbano (produzida pelas diferenças de uso do solo) gera repercussões em termos de tráfego de veículos. Quanto mais especializado e concentrado for o espaço, maior é o tráfego gerado e, com isso, maiores os impactos e custos

ambientais. Frisa ainda que transporte e uso do solo são dois entes que interagem para o aparecimento da sobrecarga ambiental e dos custos de imobilização, contudo são tratados como fenômenos estanques, tanto para o controle da qualidade do meio urbano, quanto na manutenção da mobilidade.

### **3.9- ATIVIDADE ECONÔMICA**

Áreas urbanas onde há predominância de atividades econômicas que operam em regime de turno de trabalho durante 24 horas/dia, apresentam comportamento de deslocamento diário com demandas mais ou menos uniforme ao longo de todo o dia, não sendo observados os tão comuns e acentuados picos da manhã e da tarde, pois verifica-se uma diluição dos deslocamentos ao longo do dia. Dessa forma, para essas áreas, veículos de grande capacidade não são bem vistos pois a demanda não os justifica.

### **3.10- RENDA**

Observa-se uma relação inversa entre renda e uso de meios públicos de transporte (Tabela 3.8). Ampliando essa relação para o ambiente urbano, infere-se que áreas urbanas ocupadas por uma população de alta renda tendem a ser pouco servidas por sistemas públicos de transporte, pois a opção pelo carro particular normalmente prevalece. Nesses tipos de áreas o sistema viário é prioridade, os calçadões e ciclovias, quando existentes, são bem discretos e servem normalmente ao lazer e não como opção de viagem ou complemento dessa. Supõe-se que se fosse ofertado um sistema de transporte público de qualidade a essas áreas, e um adequado ambiente para pedestre, o comportamento dos habitantes quanto a seus deslocamentos poderia ser alterado, de forma que usuários de carros particulares migrariam para o transporte público associado às caminhadas. É o que se observa nas cidades européias, em que são observadas populações com bom poder aquisitivo e mesmo assim o uso dos meios públicos de transporte é bem mais acentuado que nas cidades norte-americanas.

Tabela 3.8: Divisão modal e renda em São Paulo, 1987

Renda familiar mensal (R\$)	População (%)	Divisão modal (%)		
		Público	Privado	A pé
> 240	20,8	37,3	8,8	53,9
240 – 480	28,1	40,1	13,3	46,6
480 – 900	26,0	39,6	24,6	35,8
900 – 1800	17,2	33,3	41,4	25,3
> 1800	7,9	19,6	66,0	14,4

(1) Dólares norte-americanos; estimado considerando que um salário mínimo = US\$ 60  
 Fonte: CMSP, 1987 *apud* Vasconcellos, 2001

Quanto ao emprego de outros modos de transporte como caminhada e ciclismo, observa-se que são bem aceitos tanto em cidades com baixo ou alto padrão econômico, porém por razões distintas. No caso das cidades cuja população é de baixa renda, esses modos de transporte são muito utilizados pelo fato de serem pouco dispendiosos. Por outro lado, em cidades com população de alta renda, esses modos são utilizados por questões culturais, ambientais e climáticas, observado normalmente em cidades de países europeus.

### **3.11- TÓPICOS CONCLUSIVOS SOBRE AS CARACTERÍSTICAS URBANAS E AS IMPLICAÇÕES NO TRANSPORTE**

O presente capítulo não apresenta a totalidade das características das áreas urbanas que se relacionam com o transporte. Outras tantas relacionadas, por exemplo, a ambientes históricos, recreativos e estéticos que devem ser preservados, situação financeira dos governos, fatores climáticos, de alguma forma interagem também com a estrutura de transporte de uma cidade.

Os tópicos apresentados confirmam a forte interação do transporte com toda a estrutura física e social do ambiente urbano. Características como densidade, descentralização e setorização interagem, em alguns aspectos, de modo semelhante com o transporte. No entanto, se faz necessário a análise em separado, pois trata-se de características distintas, muitas vezes presentes isoladamente em cada tipo de área analisada. Por outro lado, é bastante provável que

uma mesma área urbana contenha várias das características apresentadas, o que sugere uma avaliação ponderada no sentido de mensurar o peso de cada característica quanto à influência no transporte.

Característica como a forma da área urbana tem relação quase que intuitiva com o sistema de transporte, pois o próprio desenho urbano contribui para a escolha do melhor tipo de linha a ser empregado.

Observa-se que direta ou indiretamente, cada uma das características analisadas se relacionam de alguma forma com a questão do custo operacional do sistema. Desse modo, é interessante que esse tipo de análise seja empregado pelos setores responsáveis por estudos de custos tarifários, no sentido de avaliar qual a participação de cada uma dessas características no valor final da tarifa.

## 4 – OS TIPOS DE LINHAS DE TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO

As linhas de transporte público coletivo podem ser entendidas como um conjunto de características físicas e operacionais aliadas a uma determinada modalidade, operacionalizadas segundo regras próprias, através de itinerários e terminais previamente estabelecidos, tendo como objetivo organizar a demanda de transporte em atendimento aos desejos de viagens das pessoas, observando as referências quanto à cobertura espacial, nível de serviço, frequência, pontualidade, segurança, entre outros.

### 3.1 CLASSIFICAÇÕES DAS LINHAS

As linhas são normalmente classificadas de acordo com sua forma ou sua funcionalidade. A nomenclatura a ser empregada para cada tipo de linha pode apresentar algumas diferenças dependendo do autor. Algumas classificações são abaixo descritas.

De acordo com o Segundo Manual de Operação de Transportes Públicos de Passageiros por Ônibus da Região Metropolitana do Recife (EMTU, 1991), a classificação segue a estrutura abaixo:

- a) Quanto à funcionalidade:
  - *Linhas Troncais*: Têm como função concentrar grandes demandas de viagens para depois diluí-las ao longo do espaço urbano (Figura 4.1). São normalmente implantadas em corredores de transporte e operadas com veículos de alta capacidade ofertados em pequenos intervalos. São usualmente integradas às linhas denominadas alimentadoras através de terminais. Podem ser Expressas, quando não houver pontos de paradas no itinerário ou nos corredores, ou Paradoras, quando admitem paradas ao longo do percurso.
  - *Linhas Alimentadoras*: Têm como função a canalização da demanda às linhas tronco, cumprindo normalmente itinerários que ligam os bairros aos terminais de integração. São normalmente operadas por ônibus padron, microônibus ou até mesmo veículos de menor capacidade, dependendo da demanda de viagens do bairro atendido (Figura 4.1).

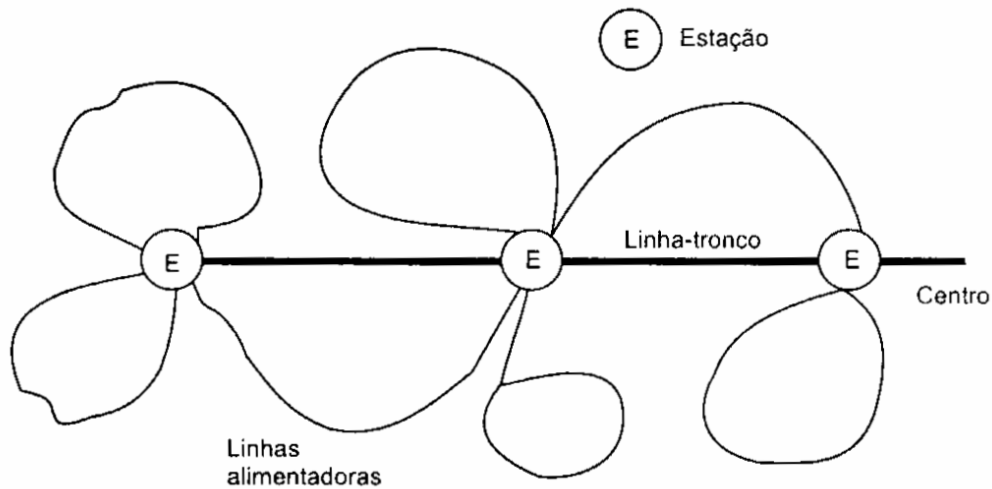


Figura 4.1: Linhas tronco e linhas alimentadoras. Fonte: Ferraz & Torres, 2001

b) Quanto à forma (Figura 4.2):

- *Linhas Radiais*: realizam a ligação de um bairro, subúrbio ou periferia com o centro da cidade, sendo indicadas para atender grandes fluxos de passageiros com destino final no centro da cidade. Percorrem em ambos os sentidos basicamente o mesmo itinerário.
- *Linhas Intersetoriais*: Realizam a ligação entre dois bairros ou setores da cidade, percorrendo basicamente o mesmo itinerário em ambos os sentidos. Quando passam pelo centro da cidade são denominadas diametrais e quando a ligação é realizada sem passar pelo centro são denominadas perimetrais. São muito indicadas para cidades de pequeno e médio porte por evitarem transferências e o pagamento de duas ou mais passagens.
- *Linhas Circulares*: Realizam a ligação entre dois ou mais bairros e setores da cidade, operando usualmente na forma de duas linhas que se complementam: uma percorrendo o itinerário no sentido horário e outra percorrendo o itinerário no sentido anti-horário.

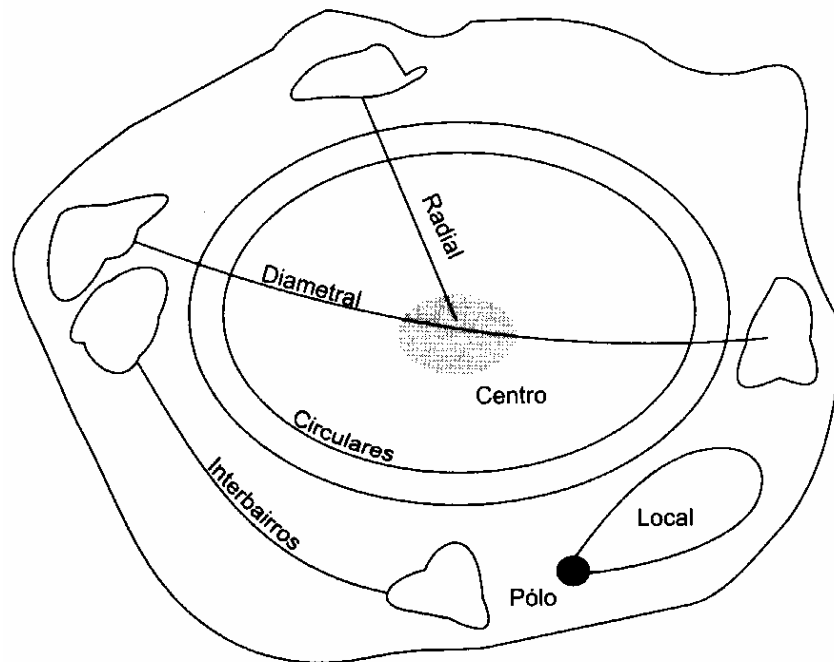


Figura 4.2: Tipos de linhas quanto à forma. Fonte: Ferraz & Torres, 2001

Saraiva (1979) adota uma classificação semelhante à apresentada pela EMTU Recife (1991) quanto à forma das linhas, ou seja, diametrais, circulares e radiais. As linhas perimetrais recebem o tratamento de linhas interbairros. Saraiva acrescenta um tipo de linha denominada linha em folha. Essa linha tem como base o centro da cidade, segue em direção ao subúrbio por uma radial, atravessa uma área externa por uma circular e retorna ao centro por outra radial (Figura 4.3). São orientadas para captar o tráfego das radiais, permitindo ligação interbairros. São indicadas para cidades de pequeno e médio porte.



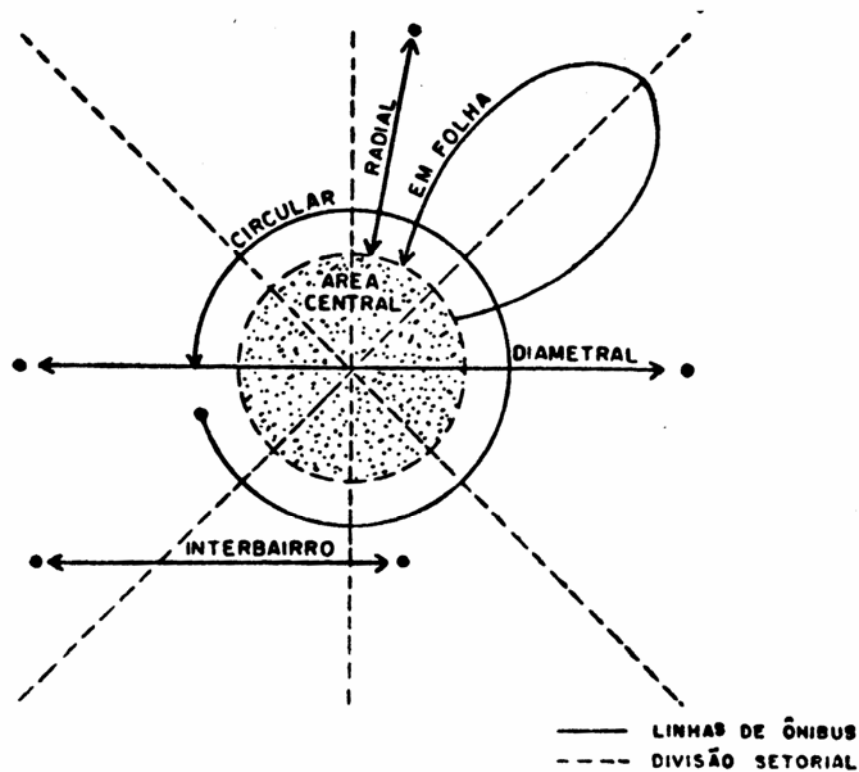


Figura 4.3: Linhas convencionais. Fonte: Saraiva, 1979

Segundo Ferraz & Torres (2001), as linhas identificadas de acordo com o traçado ou forma são classificadas de modo similar à EBTU acrescida das linhas tipo local (Figura 4.2), conceituadas como sendo aquelas cujo percurso se encontra dentro de uma região da cidade, com o propósito de atender um ou mais pólos de atração importantes.

Quanto à funcionalidade, Ferraz & Torres (2001) consideram, além das linhas alimentadoras e troncais, outros dois grupos denominados de linhas convencionais: sendo aquelas que executam simultaneamente as funções de captação de usuários na região de origem, transporte da origem até o destino e distribuição na região de destino; seletivas: são linhas que realizam um serviço complementar ao transporte coletivo convencional, com tarifa maior e maior qualidade visando atrair os usuários de automóvel, como por exemplo os ônibus ou microônibus denominados executivos, que só transportam pessoas sentadas, ligando uma região da cidade à zona central, à estação de metrô ou trem suburbano, a um aeroporto etc.

Outras classificações são também comuns como linhas que prestam um atendimento diferenciado quanto ao padrão e à tarifa, linhas que funcionam em determinados horários ou dias específicos, linhas que operam em áreas rurais, além de outras derivações adotadas segundo critérios e especificidades locais.

#### **4.2- CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES PARA CONCEPÇÃO DE LINHAS**

Saraiva (1979), considerando a prática de alguns operadores e as técnicas de engenharia de transportes, estabelece algumas considerações que devem anteceder a concepção das linhas de transporte público. São elas:

- as áreas congestionadas devem ser evitadas sempre que possível, a fim de permitir a manutenção do headway especificado;
- nas imediações da área central da cidade as rotas devem utilizar tantas rotas diferentes quanto possível, ao invés de se concentrarem apenas em algumas vias;
- as rotas devem ser cobertas no mais curto período de tempo possível respeitada a segurança;
- as rotas devem aproximar-se, o mais possível, das linhas de desejo da máxima demanda;
- as rotas devem, de preferência, ser alocadas com base no fluxo diário (existe a tendência, em alguns países, de se basearem as rotas na situação existente na hora de pico);
- as rotas devem ser dotadas de pontos de paradas e terminais com facilidades apropriadas (por exemplo, no que se refere ao passageiro: abrigos; no que se refere ao veículo: baias de parada, facilidade para retorno dos veículos nos terminais, etc.).

Quando, por imposição da forma de ocupação e uso do solo, ocorrerem superposições de linhas de transporte independentes em trechos com vias com grande capacidade de fluxo, é comum identificar essas áreas como sendo um corredor de transporte público. Dependendo do volume de veículos que trafega nesse trecho é recomendada a implantação de corredores exclusivos a fim de organizar o tráfego local e oferecer uma melhor condição operacional ao

transporte público, pois a convivência entre automóveis e os ônibus trás prejuízo à operação do sistema.

A definição de quais vias serão transformadas em corredores muitas vezes se dá pela aplicação de uma tendência chamada Caminho Natural, que vem a ser entendido como uma via ou conjunto de vias que o uso consagrou como o mais adequado para realizar a ligação entre dois pontos de uma área urbana. Normalmente constituem-se de um conjunto de vias com um grau razoável de continuidade física e as melhores condições geométricas (rampas, raios de curvatura e largura), dentre as alternativas possíveis, que dispensem os veículos de maiores e mais difíceis manobras. É comum ainda que o Poder Público contribua para sua fixação providenciando-lhe o melhor tipo de pavimentação em relação às demais vias da área. Um outro ponto que induz aos Caminhos Naturais são os pontos atrativos de viagens que possibilitam a concentração de demanda por transporte público na área marginal à via escolhida (EBTU, 1984).

#### **4.3- CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS**

Reportando-nos à Teoria de Lancaster, e interpretando as linhas como um produto ou serviço a ser consumido pelos usuários do sistema, podemos identificar os atributos ou características próprios a cada uma delas. Algumas das características, por serem intrínsecas à forma e funcionalidade das linhas, foram mencionadas quando da apresentação de suas classificações. Serão apresentadas outras características relacionadas a custos operacionais, ao tipo de atendimento ao usuário e a interdependência entre linhas.

##### **4.3.1- Dependência de outras linhas**

Em função dos tipos de áreas atendidas e de como é feita a ligação entre essas áreas, as linhas têm maior ou menor dependência umas das outras. A condição de dependência deve ser tratada como uma característica negativa da linha, pois esta condição induz à realização de transbordos, o que normalmente desagrada os usuários.

As linhas radiais por muitas vezes são utilizadas como etapa de uma viagem entre bairros diametralmente opostos ao centro. Havendo essa necessidade de viagem, os usuários dessas linhas deverão ter a sua disposição outras linhas para complementar suas viagens. Portanto, tais tipos de linhas dependem de outras para satisfazer às necessidades dos usuários.

As linhas diametrais e circulares são utilizadas em viagens diretas, passando pelo centro ou fazendo ligação entre bairros respectivamente. São, portanto, linhas que dificilmente operam na condição de dependência de outras linhas.

As linhas tronco, dependendo da área em que são implantadas, operam com maior ou menor grau de dependência de outras linhas. Por exemplo, linhas tronco implantadas em áreas com característica comercial e de serviço tendem a depender de linhas do tipo alimentadoras. Essas linhas são necessárias ao sistema porque canalizam os usuários que partem de sua área residencial e têm como destino final a área servida pela linha tronco. Por outro lado, linhas tronco implantadas em áreas densas e de ocupação residencial e comercial dependem menos de outras linhas, pois a demanda lindeira é capaz de proporcionar a eficácia operacional à linha.

#### **4.3.2- Renovação**

Renovação é uma característica que representa o fluxo de passageiros entre os pontos inicial e final de uma determinada linha, ou o sobe-desce ao longo do percurso da linha.

Nas linhas circulares, pelo fato de servirem diversas regiões de uma área urbana, ao longo de seu percurso ocorre um fluxo contínuo de passageiros tanto adentrando como saindo dos veículos, caracterizando uma alta rotatividade, ou renovação de passageiros. Ao contrário, linhas radiais que ligam uma dada região à zona central, têm como característica a baixa renovação, ou seja, há fluxo de passageiros apenas nos pontos terminais da linha, locais em que se observa a renovação. Muitas vezes, nas condições em que os deslocamentos são pendulares, ou seja, acontecem de forma unidirecional em determinados horários, nos pontos terminais das linhas observa-se ou a operação de embarque ou de desembarque; não ocorre,

portanto, renovação. O mesmo comportamento é observado no caso das linhas alimentadoras e das linhas perimetrais. De modo geral, linhas que operam com a finalidade de realizar a ligação entre duas regiões, são normalmente linhas com baixa renovação.

As linhas tronco, pelo fato de operarem como espinha dorsal de um sistema, recebem e transmitem a demanda com muita frequência, caracterizando-as como uma linha de alta renovação. As linhas diametrais, pelo fato de passarem pelo centro no percurso de ligação entre duas regiões, têm uma boa renovação, pois atendem às necessidades de usuários que desejam realizar deslocamentos nos sentidos bairro-centro, centro-bairro e bairro-bairro. Portanto, a renovação será tanto maior quanto maior for a densidade da área servida e quanto maior for o número de áreas atendidas pela linha.

#### **4.3.3- Traçado da linha**

Cada tipo de linha tem um traçado característico definido pelo itinerário a ser por ela seguido. Linhas radiais, pelo fato de seguirem basicamente o mesmo itinerário em ambos os sentidos são linhas fechadas considerando o trajeto de ida e volta. São aqui denominadas linhas fechadas aquelas que passam pelos mesmos pontos nos dois sentidos de seu itinerário ou, que admitam alguma diferença entre os traçados dos dois sentidos sem, contudo, caracterizar distintas áreas de cobertura para cada um dos sentidos. O mesmo tipo de traçado é observado nas linhas tronco e linhas interbairros. Já as linhas em folha e circulares têm um traçado aberto, pois ao longo de todo o percurso são atendidos pontos distintos do espaço urbano. Portanto, a cobertura espacial das linhas circulares e em folha comparadas às demais linhas tendem a ser maior considerando extensões equivalentes.

#### **4.3.4- Atratividade**

A atratividade pode ser compreendida como sendo a possibilidade que uma linha tem de ser escolhida por um usuário, mesmo quando é dado a ele a possibilidade de uma outra linha que possa ser mais facilmente acessada. São observadas situações em que alguns usuários inseridos na área de cobertura prevista para uma determinada linha, optam por uma outra linha

apesar de terem que caminhar mais. Esse comportamento do usuário é motivado pela atratividade que a linha escolhida tem, ou seja, existem atributos da linha que se sobrepõem à distância de caminhada, tornando-a atrativa.

As linhas radiais, por exemplo, tendem a ser pouco atrativas à parte dos usuários dos bairros por ela servidos. Isto ocorre porque essas linhas normalmente circulam por todo o bairro antes de seguirem para o centro, o que incrementa o tempo total de viagem. Essa parte de usuários, quando tem a opção de uma linha direta a partir de um terminal, descarta a linha radial mesmo tendo que se sujeitar a caminhadas mais extensas. As linhas radiais são classificadas, portanto, como linhas pouco atrativas.

#### **4.4- TÓPICOS CONCLUSIVOS SOBRE LINHAS DE TRANSPORTE COLETIVO**

A classificação das linhas segundo os autores pesquisados, segue quase um padrão com pequenas variações quanto à terminologia. Em princípio, alguns tipos de linhas, em função de sua forma são recomendadas para cidades com determinada tipologia. Contudo, deve-se ter cautela em se considerar tão somente a forma da linha no processo de escolha. A que se fazer uma avaliação mais ampla e específica para cada área de estudo, considerando alguns aspectos como, atratividade, dependência entre linhas, tipo de renovação e traçado da linha.

Algumas particularidades das linhas são observadas de forma direta, como por exemplo a diferença de traçado e os objetivos a que servem. No entanto, diferenças entre atratividade, renovação e dependência de outras linhas podem ser mais ou menos evidenciadas, de acordo com a estrutura urbana em que estão implantadas. Ou seja, um tipo de linha que via de regra tem como característica a alta renovação, quando implantada em área de pouca densidade pode vir a apresentar baixo desempenho quanto a essa característica.

## **5 – CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS AO DESEMPENHO DO SISTEMA DE TRANSPORTE**

Alguns indicadores podem auxiliar na avaliação de qual tipo de linha melhor atenderá uma determinada área urbana. No caso de sistemas já implantados a aplicação de alguns desses indicadores pode servir para avaliar a qualidade da operação. Na fase de avaliação de projeto os indicadores podem auxiliar na previsão do desempenho de cada uma das alternativas levantadas. São apresentados abaixo alguns indicadores que auxiliam na avaliação de desempenho do sistema de transporte.

- Legibilidade das linhas
- Tempo de viagem
- Frequência de atendimento
- Confiabilidade
- Disponibilidade ou cobertura do serviço de transporte público coletivo
- Renovação
- Custo operacional
- Uso do espaço urbano.
- Diferença entre o tempo de viagem gasto no transporte coletivo e no automóvel.
- Acessibilidade ao sistema.

### **5.1- LEGIBILIDADE DAS LINHAS OU ORIENTAÇÃO**

Legibilidade relacionada ao espaço urbano pode ser entendida como um parâmetro capaz de refletir o grau em que as pessoas recebem orientação ou são desorientadas pelo padrão das ruas ou pontos de referências das áreas urbanas. Associando esse conceito às linhas de transporte, podemos definir legibilidade das linhas como sendo o grau de orientação dos usuários de uma linha quanto a seu traçado. A baixa legibilidade de algumas linhas pode ser compensada por um eficiente sistema de informação empregado no sistema de transporte. No entanto, há que se observar os custos de implantação e manutenção de sistemas de informação bem como a garantia da abrangência de seu alcance.

Wright (1992) define orientação como sendo a consciência sensória de uma pessoa quanto à sua localização em relação aos arredores. O componente visual predomina, embora a consciência de tempo e outras impressões sensoriais tais como som e cheiro, possam também contribuir para o sentimento de estar perdido ou em situação familiar e confortável. Esse autor observa ainda que usuários mais antigos desenvolvem uma melhor compreensão das rotas e opções que satisfazem suas necessidades costumeiras, mas podem confundir-se ao irem para uma área ou uma rua estranha.

Sendo assim, sistemas em que os usuários são naturalmente orientados e são capazes de circular sem a necessidade de tomar informações freqüentemente para alcançar seu destino, podem ser caracterizados como sistemas legíveis. Portanto, quando da definição das linhas, uma análise conjugada da rota a ser seguida, o ambiente servido, as cores adotadas para os veículos de cada linha, a nomenclatura da linha, trazem facilidade à circulação do usuário ao longo do sistema.

## **5.2- TEMPO GASTO PELOS USUÁRIOS**

Uma das parcelas do tempo gasto pelo usuário que faz uso do sistema público de transporte é o tempo no interior do veículo. Essa parcela pode ser mensurada com base nas velocidades operacionais médias praticadas pelos veículos que operam as linhas. Naturalmente, essa parcela de tempo depende do traçado das linhas, pois rotas muito abertas nas pontas, sinuosas e tortuosas, aumentam o tempo de viagem como decorrência das maiores distâncias percorridas e da redução de velocidade nas conversões.

Outras parcelas a serem consideradas no cômputo total do tempo gasto pelo usuário referem-se ao tempo de espera no terminal de embarque e ao tempo de seu deslocamento da origem e do destino aos pontos de acesso ao transporte público. Essas parcelas de tempo dependem da freqüência de oferta do serviço de transporte público, da área de cobertura do serviço, do ambiente apropriado aos deslocamentos a pé e da confiabilidade do sistema. Sendo o sistema confiável, o tempo máximo de espera no terminal é igual a freqüência de atendimento e o mínimo é igual a zero, condição em que o usuário chega à parada no momento em que passa o veículo desejado.



### 5.3- FREQUÊNCIA DE ATENDIMENTO

Esse parâmetro representa o intervalo de tempo que o veículo de transporte público passa num determinado local de parada. A frequência é definida em função da demanda e da qualidade do serviço que se pretende ofertar. Uma frequência aquém da demanda compromete a qualidade do serviço, pois a taxa de ocupação do veículo tende a ser alta. Já a oferta de um serviço de alta frequência para atender pequenas demandas tende a elevar o custo operacional do sistema. Como pode ser observado na Figura 5.1, o custo operacional do sistema tem relação direta com a frequência do serviço, para populações acima de 100 mil habitantes. Em algumas situações, dependendo de como a demanda é distribuída ao longo do dia, é usual que a frequência acompanhe os picos de demanda buscando equilibrar os custos do sistema, admitindo que o usuário nos horários fora de pico sejam penalizados com menor oferta dos serviços e em alguns casos baixa qualidade.

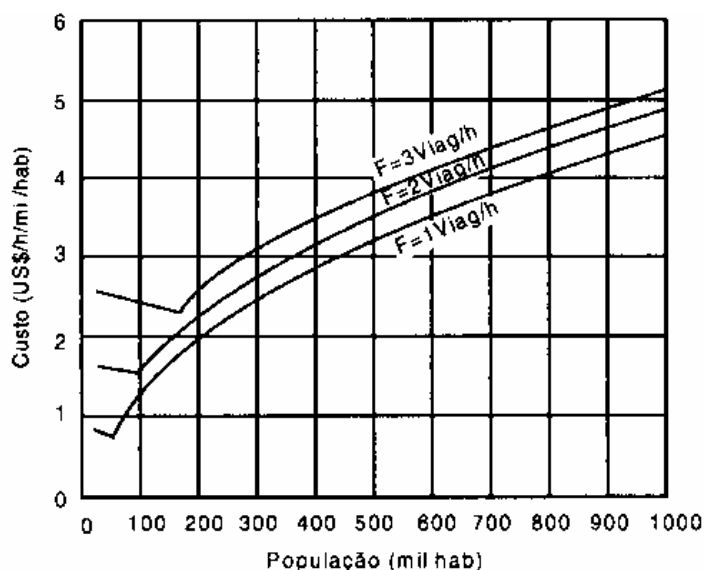


Figura 5.1: Relação do custo operacional com a frequência do sistema. Fonte: Ferraz, 1998

### 5.4- CONFIABILIDADE

A confiabilidade representa o cumprimento dos horários das linhas com base na programação operacional definida pelo operador. A confiabilidade pode ser medida considerando o percentual de viagens com atraso ou adiantamento do horário. Como consequência das

interfaces inevitáveis do sistema de transporte com a estrutura urbana e os imprevistos de ordem técnica dos veículos, é admissível um tempo máximo tanto para adiantamento como para atraso, sem que haja penalidade quanto à confiabilidade.

Esse parâmetro interage com uma série de fatores como qualidade do trânsito, qualidade das vias de circulação, qualidade dos veículos, habilidade dos condutores dos veículos, qualidade dos pontos de embarque e desembarque, entre outros. Sistemas automatizados que operam em vias segregadas tendem a índices de confiabilidade mais favoráveis. Um dos benefícios atribuídos aos usuários em sistemas de alta confiabilidade é a redução do tempo de viagem em seus deslocamentos. Em horários e locais de baixa demanda, onde a frequência tende a ser baixa, a confiabilidade pode minimizar o tempo total de viagem do usuário. Sendo o horário de atendimento devidamente cumprido, a espera nos terminais será pequena, pois as pessoas deslocam-se até as paradas apenas em horários próximos aos definidos pelo operador para a linha desejada.

## **5.5 - COBERTURA DOS SERVIÇOS E NECESSIDADE DE CAMINHADA**

A cobertura dos serviços de transporte público deve ser a mais ampla possível de modo que os usuários não necessitem realizar caminhadas com percurso acima dos definidos como aceitáveis ou que tenham que se valer de meios informais de transporte como, lotações, veículo de tração animal entre outros. A cobertura dos serviços pode ser medida por meio da razão entre a extensão de linhas de transporte público por uma determinada área urbana.

Contudo, um sistema capaz de cobrir todo o espaço urbano sem que as pessoas tenham que se valer de qualquer outro modo de transporte certamente será inviável economicamente. Além disso, o espaço urbano a ser destinado para esse fim será tamanho que dificilmente uma área urbana será capaz de acomodar um sistema como esse. Desse modo, os sistemas devem ser concebidos partindo da premissa que condições mínimas de caminhabilidade serão oferecidas de modo a permitir aos usuários complementarem suas viagens. Naturalmente distâncias a serem consideradas como aceitáveis serão tais que não penalizem os usuários do sistema. É com base nessas distâncias que será definida a cobertura do sistema.

## **5.6- RENOVAÇÃO**

Ao longo das linhas ocorrem embarques e desembarques de usuários. Algumas linhas, em função das características das áreas por elas atendidas recebem usuários ao longo de sua extensão, e realizam o desembarque de todos esses usuários no seu ponto terminal. Linhas como essas são identificadas como linhas de baixa renovação, pois não há troca de usuários e sim incremento dos mesmos por todo o percurso. Por outro lado, linhas em que entre suas extremidades ocorram vários embarques e desembarques são consideradas linhas com alta renovação. Essa condição é observada em linhas cujo trajeto cobre vários centros de atividades em que haja interesse de viagens entre esses centros. Linhas que operam com alta renovação têm melhores resultados quanto à receita, pois o fluxo de arrecadação tarifária acompanha diretamente a renovação. Ao contrário, quando a renovação é baixa as linhas tendem à operação deficitária.

A intensidade da renovação pode ser avaliada da seguinte forma:

$n \times (n - 1)/2$ , onde:

n= número de centros de atividades ou de áreas geradoras de viagens servidos pela linha.

## **5.7- CUSTO OPERACIONAL**

O custo operacional pode ser avaliado considerando-se principalmente dois indicadores, a quilometragem percorrida e o número de passageiros transportados. O aumento da quilometragem percorrida implica em aumento de gastos com manutenção e combustível, somado à aceleração da depreciação do equipamento. Na mesma tendência, quanto maior o número de passageiros a serem transportados, maior deve ser a oferta de veículos, o que implica em maior custo operacional.

Um dos indicadores que permite avaliar a relação “passageiros transportados” e “quilometragem percorrida” é o IPK (Índice de Passageiros por Quilômetro), que é calculado dividindo-se a extensão da linha vezes o número de viagens pelo número total de passageiros embarcados. Quanto maior a relação melhor o resultado operacional da linha.

Esse é um dos tantos índices que nos permite avaliar o desempenho operacional de uma determinada linha focando o aspecto custo operacional. No Brasil, linhas operando com

valores de IPK abaixo de 2,5 (dois e meio) muito provavelmente são linhas deficitárias. É natural que essa avaliação deve ser feita observando outros aspectos, como por exemplo, o valor da tarifa que vem sendo praticada e a qualidade do serviço ofertado. Podem ocorrer situações em que o IPK observado esteja abaixo de 2 (dois) mas mesmo assim a linha seja superavitária, pois o preço da tarifa está acima de um valor médio praticado. Ou em outros casos o IPK apresenta valores acima dos 3 (três) pontos em linhas superavitárias que operam com tarifas baixas, no entanto, quesitos de qualidade de serviço, como por exemplo taxa de ocupação e frequência deixam muito a desejar.

#### **5.8- USO DO ESPAÇO URBANO**

Dependendo da organização do sistema que se deseja implantar e dos tipos de linhas escolhidas para atender a esse sistema, pode haver uma maior ou menor utilização do espaço urbano. Essa avaliação naturalmente deve ser feita considerando o número de usuários transportado por área urbana utilizada. Dessa forma estará sendo avaliada a eficiência do aproveitamento do espaço pelo transporte público. Em vias exclusivas, por exemplo, pode ser realizado um elevado número de viagens, no entanto, em alguns casos, o espaço disponibilizado para esse modelo é tão grande que não justifica sua implantação. Dependendo das condições de trânsito e da qualidade do sistema viário pode ser mais interessante a operação compartilhada com as demais modalidades.

#### **5.9- DIFERENÇA ENTRE O TEMPO DE VIAGEM GASTO NO TRANSPORTE PÚBLICO E NO AUTOMÓVEL**

Esse parâmetro pode ser avaliado comparando os tempos médios de viagem gastos (ou velocidades médias) por transporte público e individual entre pares de origem e destino. Um planejamento adequado do sistema de transporte público pode trazer resultados surpreendentes quanto aos tempos de deslocamento. Em alguns casos a velocidade operacional do sistema público supera com folga a velocidade do veículo particular, tornado o modo público atraente. Esse resultado pode ser obtido por meio da priorização do transporte público com implantação, por exemplo, de vias exclusivas, sistemas metroviários, rede de linhas bem definidas, entre outros. Em alguns extremos, modalidades como caminhada e ciclismo chegam também a superar os automóveis particulares em velocidade média de deslocamento,

dependendo de quão congestionado é o trânsito na área urbana considerada e de quanto a área urbana está adaptada ao pedestre e ao ciclismo.

Considerando a Figura 5.2 é possível identificar quais fatores contribuem no cômputo do tempo total de viagem por ônibus num ambiente urbano. São importantes duas observações. A primeira está relacionada à diferença de tempo gasto nas áreas centrais e as áreas de subúrbio. Como era previsto o tempo é maior nas áreas centrais. Outro aspecto é a expressiva contribuição do número de paradas de passageiros. Esse componente de tempo pode ser reduzido com introdução de novas tecnologias de veículos (piso baixo, por exemplo), trânsito (prioridade semafórica) e coleta de passagem (bilhetagem eletrônica fora do veículo). Uma medida mitigadora seria a redução do número de paradas, naturalmente acompanhada de algumas mudanças no sistema de transporte de modo a não penalizar o usuário com caminhadas mais extensas.

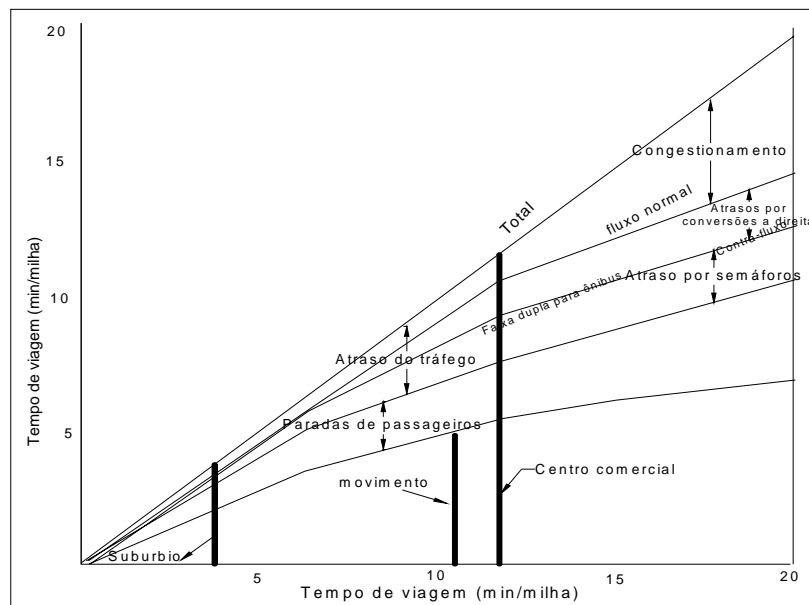


Figura 5.2: Contribuição de cada componente no tempo total de viagem urbana por ônibus.  
 Fonte: Transportation Research Board – TRB, 2003

## 5.10- ACESSIBILIDADE AO SISTEMA

A acessibilidade traduz a diversidade dos destinos possíveis de serem alcançados bem como a abrangência de usuários com possibilidade de atingir tais destinos. A acessibilidade ao sistema

deve ser a mais universal possível de modo a garantir a equidade de consumo do espaço urbano. Alguns dos indicadores aqui apresentados e algumas características das áreas urbanas podem contribuir de forma favorável à acessibilidade do sistema. É o que acontece, por exemplo, quando o indicador de cobertura dos serviços é devidamente atendido ou quando as áreas urbanas têm características como alta conectividade e boa caminhabilidade.

#### **5.11- TÓPICOS CONCLUSIVOS SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE TRANSPORTE E SEU DESEMPENHO**

Pode-se observar que as características relacionadas ao transporte descritas neste capítulo têm seu desempenho associado a determinadas características das áreas urbanas. Parâmetros como tempo de viagem, renovação e custo operacional, por exemplo, estão diretamente atrelados a características como densidade, desenho da malha viária, desenho das cidades entre outras.

Estando o desempenho do sistema de transporte atrelado às características das áreas urbanas e sendo as linhas de transporte um importante componente do sistema, observa-se uma ligação, e porque não dizer, uma interdependência entre os assuntos abordados nos capítulos 3, 4 e 5, respectivamente, características das áreas urbanas, linhas de transporte e desempenho do sistema.

## **6 – CORRELAÇÕES ENTRE AS LINHAS DE TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO E AS CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS URBANAS**

Este capítulo identifica as correlações entre as linhas de transporte e as características das áreas urbanas apresentadas ao longo deste estudo, considerando para tanto algumas características importantes para o sistema. As correlações identificadas confirmam a principal hipótese deste trabalho, ou seja, reforçar a importância do amplo conhecimento das características das áreas urbanas no processo de escolha de linhas de transporte público, de modo a alcançar um bom desempenho do sistema. A teoria de Lancaster está intrínseca à análise, pois as associações estarão focadas nas características do sistema.

O intuito da busca por essas correlações é somar aos processos tradicionais de escolha atributos que normalmente não aparecem em estudos baseados em modelos genéricos, talvez pelo aspecto subjetivo de alguns desses atributos. A maneira que foi possível estabelecer se as correlações são favoráveis ou não ao sistema foi através de alocação em tabelas em que o atendimento às características do sistema foi avaliado qualitativamente.

### **6.1- APLICAÇÃO DA TEORIA DE LANCASTER**

A aplicação da abordagem de características no estudo aqui proposto se dá na avaliação dos tipos de linhas de transporte público a serem aplicados a cada tipo de área urbana. Do mesmo modo que características das modalidades de transporte foram selecionadas no trabalho de Charles Wright (1992) e avaliadas quanto ao atendimento de alguns indicadores de desempenho, estão aqui relacionadas as características das áreas urbanas e as linhas de transporte público coletivo, ou seja, utilizou-se da mesma técnica de identificação e apresentação dos resultados daquele trabalho. Foram selecionadas algumas características importantes ao sistema de modo a servirem de parâmetro de avaliação das correlações observadas.

No caso específico da proposta deste trabalho a viabilidade da aplicação do método de abordagem de característica é compreendida se for analisado o sistema de transporte, ou uma

parte dele (as linhas de transporte), como um bem que será consumido pelos usuários desse sistema, que na condição de consumidores, estabelecem as características prioritárias que o sistema deve lhes oferecer.

Aplicando-se a teoria de Lancaster com o foco nas correlações entre linhas e características das áreas urbanas, são aqui apresentados alguns postulados (Tabela 6.1) que foram considerados no processo de identificação das correlações.

Tabela 6.1: Postulados que orientam a identificação das correlações

- O atendimento às características importantes ao sistema beneficia os usuários de transporte público coletivo e os operadores.
- Se a correlação se apresentar positiva as características importantes ao sistema serão beneficiadas.
- O atendimento a mais de uma correlação pode traduzir em um melhor resultado para o sistema que uma correlação isoladamente.
- O resultado das correlações é mensurável, mas os usuários e operadores do sistema podem valorá-lo de modo diferente, devendo ser posto à disposição desses o conjunto de correlações para que eles decidam como aplicá-las.
- Nem todas características das linhas apresentam correlação com todas as características das áreas urbanas.

## 6.2- CONSTRUÇÃO DAS TABELAS

Para apontamento das correlações entre as características das áreas urbanas e os tipos de linhas de transporte público é aqui apresentado um conjunto de tabelas construídas segundo a seguinte orientação:

**Linha superior:** local em que são apresentadas as características das áreas urbanas conforme descrição no capítulo 3.

**Segunda linha:** são relacionados os tipos de linhas de transporte público conforme descrição no capítulo 4.



**Coluna à esquerda:** relação de algumas características do sistema de transporte público que indicam a qualidade do serviço prestado. As características relacionadas são aquelas estudadas no capítulo 5.

A qualificação do desempenho de um par “característica da área urbana” X “linha de transporte” é feita mediante aplicação de um conceito +1, -1, # ou campo em branco (Tabela 6.2). Esses conceitos representam a seguinte avaliação:

Tabela 6.2: Descrição dos conceitos atribuídos aos cruzamentos

+1	O cruzamento “tipo de linha de transporte” X “característica da área urbana” atende satisfatoriamente a uma característica do sistema de transporte e pode ser considerado um atributo positivo para o desempenho do sistema.
-1	O cruzamento “tipo de linha de transporte” X “característica da área urbana” prejudica o desempenho das características do sistema de transporte e pode ser considerado um atributo negativo para o desempenho do sistema.
#	A característica da área urbana ou o tipo de linha interfere no desempenho da característica do sistema de transporte, mas a interferência pode ter distintas percepções para o desempenho do sistema.
	Campos não assinalados indicam que o cruzamento é descabido ou não foi possível identificar relação avaliável entre o tipo de linha de transporte e a característica da área urbana, não sendo considerado para análise do serviço.

Foram elaboradas oito tabelas correspondentes às características das áreas urbanas relacionadas no capítulo 3. A “característica forma da área urbana” foi desmembrada em três, pois cidades com diferentes formas interagem distintamente com alguns tipos de linhas. As características “descentralização” e “forma policêntrica” representam o mesmo tipo de configuração urbana. As interações dessas duas características com os tipos de linha são similares às observadas na análise da “setorização”. A fim de evitar duplicidades optou-se por considerar somente a “setorização” como elemento de análise.

A avaliação global de cada cruzamento é feita com base na incidência de cada um dos conceitos (+1, -1, # e branco) apontados na coluna. Por exemplo, quanto maior o número de

apontamentos positivos (+1) maior a aderência entre a característica da área urbana e o tipo de linha considerado.

Na seqüência das tabelas são apresentadas as considerações que justificam os apontamentos feitos para cada par de cruzamento.

### 6.3- CORRELAÇÕES OBSERVADAS

São aqui apresentadas as análises que levaram aos apontamentos feitos nas tabelas de cruzamento. Em várias situações foram identificadas linhas de transporte público compatíveis com as características das cidades. Esses casos são apontados juntamente com as observações das correlações.

#### 6.3.1- Área urbana com forma monocêntrica

A característica “área com forma monocêntrica”, como visto no capítulo 3, relaciona-se à distribuição da ocupação do solo, tendo como fator marcante a concentração das atividades em um único centro (Tabela 6.3).

Tabela 6.3: Relações com a forma da área urbana monocêntrica

	CARACTERÍSTICA DA ÁREA URBANA	FORMA DA ÁREA URBANA MONOCÊNTRICA					
	TIPOS DE LINHA	Radial	Diametral	Circular	Folha	Tronco	Intersetorial
CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA	Legibilidade ou orientação						
	Cobertura do serviço / facilidade de caminhadas	+1	+1		+1	-1	
	Tempo de viagem do usuário	+1	+1	+1	+1	+1	+1
	Diferença entre o tempo de viagem gasto no transporte coletivo e no automóvel	-1	-1		-1		
	Renovação	#	-1	#	-1	-1	#
	Acessibilidade ao sistema	+1	+1		+1	-1	
	Frequência de atendimento						
	Confiabilidade	-1	-1		-1		
	Custo operacional	+1	+1	+1	+1	+1	+1

- *Legibilidade ou orientação*: Não foi observada implicação com a legibilidade qualquer que seja o tipo de linha considerado.
- *Cobertura do serviço/facilidade de caminhadas*: Um conjunto, por exemplo, de linhas radiais ou diametrais é capaz de atender praticamente todos os desejos de viagens da população sem que sejam necessários deslocamentos a pé. Uma linha tronco apresentará uma cobertura limitada, pois atenderá um único eixo diametral, ficando as demais áreas sem atendimento. A linha tronco pode vir a ser viável quando alimentada por linhas circulares, que receberiam demanda e abasteceriam as linhas tronco quando houvesse o cruzamento entre elas. Um conjunto de linhas em folha apresenta também uma alternativa adequada, propiciando uma boa cobertura espacial. As linhas intersetoriais ou interbairros têm uma boa cobertura na função a que se propõem, ligar dois setores ou bairros, mas não representa uma vantagem decorrente da característica da área urbana. Curitiba representa um exemplo típico, onde nos anos 80 apresentava uma estrutura monocêntrica servida por linhas radiais. Hoje caracteriza-se por ser uma cidade policêntrica com linha tronco (ver site [www.curitiba.pr.gov.br](http://www.curitiba.pr.gov.br)).
- *Tempo de viagem do usuário*: Como apresentado na Figura 3.5, as áreas circulares (ocupações monocêntricas) permitem que as pessoas realizem suas viagens em transporte público coletivo de forma mais rápida quando comparado às áreas com diferentes formas. Isso se explica porque, da forma como a ocupação é distribuída nessas áreas, as pessoas realizam viagens mais curtas e diretamente a um único centro. As viagens em linhas diametrais podem apresentar tempos maiores pelo fato de cortarem os centros, sofrendo alguma retenção quanto ao tráfego, mas não está relacionado à área urbana e sim à característica da linha. Como pode ser observado em Torres, 2003, Campina Grande – PB representa bem a situação apresentada, por se tratar de uma cidade monocêntrica com convergência das linhas para o único centro.
- *Diferença entre o tempo de viagem gasto no transporte coletivo e no automóvel*: As linhas diametrais, radiais ou em folha, pelo fato de cortarem o centro antes de atenderem um outro bairro, operam em grande desvantagem de tempo quando

comparado aos automóveis, pois esses podem optar por rotas que evitem o centro normalmente congestionado. Essa situação advém da característica da linha e não do tipo de área urbana. Quanto às demais linhas não são observadas correlações que possam comprometer a diferença de tempo entre os modos transporte público e automóvel.

- *Renovação*: Como visto no item 5.6, o fator de renovação em áreas monocêntricas seria  $n=1$  para linhas radiais e no máximo  $n=3$  para linhas que cortam o único centro de atividades. Para as demais linhas a renovação também será baixa, pois os desejos de viagem entre bairros são normalmente reduzidos. A cidade de Anápolis – GO, convive com evidentes problemas quanto à baixa renovação. Em geral as cidades médias monocêntricas, mesmo apresentando custos operacionais mais baixos têm tarifas mais altas justamente por motivos relacionados à baixa renovação.
- *Acessibilidade ao sistema*: A linha tronco não oferecerá acessibilidade adequada em função da reduzida cobertura por ela oferecida. Um conjunto de linhas radiais, em folha ou diametrais oferece boa cobertura como já comentado e, portanto, uma acessibilidade adequada. Um conjunto de linhas circulares também permite boa acessibilidade. É o que pode ser observado nos trabalhos de Torres (2003) e Sampaio (2004) em que as rotas definidas como ótimas para a cidade de Campina Grande – PB, considerando diferentes distâncias máximas e demandas mínimas, apresentaram forma circular passando pelo centro. Não foi observada relação quanto às linhas intersetoriais.
- *Frequência de atendimento*: Não foi observada implicação na frequência quando da aplicação de qualquer tipo de linha em áreas monocêntricas.
- *Confiabilidade*: Nos centros das áreas monocêntricas, pelo fato de haver convergência de viagens para esse setor, as linhas que por ali passam são penalizadas com as frequentes retenções de tráfego, principalmente as linhas diametrais, folha e radiais. As demais linhas não são afetadas.

- *Custo operacional*: Na Figura 3.4, a forma circular corresponde a áreas monocêntricas, ou seja, áreas caracterizadas por um tipo de ocupação no sentido radial em torno de um núcleo de atividades. Pode-se observar nessa mesma figura, que esse tipo de área contribui para um menor custo operacional. Essa relação pode ser verificada a partir do entendimento que áreas monocêntricas têm como destino preferencial de viagem um único ponto (o centro) e que a ocupação radial em torno desse centro corresponde à menor distância de deslocamento, implicando em menor custo operacional.

### 6.3.2- Área urbana com forma linear

Essa característica relaciona-se ao tipo de ocupação do solo assim como às imposições de ordem natural como tipo de relevo e proximidade de rios e litoral (Tabela 6.4).

Tabela 6.4: Relações com a forma da área urbana linear

	CARACTERÍSTICA DA ÁREA URBANA	FORMA DA ÁREA URBANA LINEAR					
	TIPOS DE LINHA	Radial	Diametral	Circular	Folha	Tronco	Intersetorial
CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA	Legibilidade ou orientação		+1		+1	+1	
	Cobertura do serviço / facilidade de caminhadas		+1	+1	+1	+1	
	Tempo de viagem do usuário	-1	-1	-1	-1	#	
	Diferença entre o tempo de viagem gasto no transporte coletivo e no automóvel	-1	-1		-1	#	
	Renovação		+1			+1	
	Acessibilidade ao sistema		+1		+1	+1	
	Frequência de atendimento						
	Confiabilidade	-1	-1		-1	#	
	Custo operacional	-1	-1	-1	-1	#	

- *Legibilidade ou orientação*: Em cidades lineares as linhas normalmente são pouco sinuosas, pois seguem a linearidade do desenho urbano. Essa condição favorece a legibilidade para as linhas diametrais, em tronco e folha.

- *Cobertura do serviço/facilidade de caminhadas:* Como a distribuição da ocupação é linear, linhas tronco e diametral proporcionam uma adequada cobertura do serviço de transporte público. Se a área linear for larga em sua direção transversal, linhas circulares ou em folha podem proporcionar uma boa cobertura dos serviços. As demais linhas não apresentaram relação.
- *Tempo de viagem do usuário:* Conforme apresentado na Figura 3.5, o tempo de viagem em áreas com forma linear é maior que nos demais tipos de área. O tempo aumenta a medida que a população cresce e a forma da área se apresenta mais estreita. Isso se explica pelo fato de que em áreas lineares as linhas via de regra passam pelo centro, sendo esse centro estendido, as interferências com o ambiente acontecem em maiores distâncias.
- *Diferença entre o tempo de viagem gasto no transporte coletivo e no automóvel:* Em relação às linhas que passam pelo centro a diferença entre o tempo de viagem é acentuada, excetuando-se as linhas tronco. Quanto às demais linhas não foi observado qualquer comprometimento.
- *Renovação:* A característica de linearidade induz à distribuição das atividades ao longo de um eixo. Linhas do tipo tronco e diametral implantadas nesse eixo têm bons resultados quanto à renovação. As demais linhas não apresentam relação.
- *Acessibilidade ao sistema:* Em se tratando de linhas implantadas na direção longitudinal à área linear a acessibilidade ao sistema é facilitada. Portanto, linhas tronco, diametral e em folha proporcionam uma boa acessibilidade ao sistema.
- *Frequência de atendimento:* Não foi observada relação entre os tipos de linhas e a linearidade da forma urbana que repercutisse na frequência de atendimento.

- *Confiabilidade*: Considerando que as linhas diametrais, em folha e radiais passam pelo centro e que o centro é estendido, infere-se que haverá maiores possibilidades de atrasos, o que compromete a confiabilidade.
- *Custo operacional*: Como observado na Figura 3.4, áreas com forma linear comprometem o custo operacional das linhas de transporte público pois, em média, as distância a serem percorridas para realização das viagens são maiores que em cidade monocêntricas, por exemplo. Independe do tipo de linha.

### 6.3.3- Ocupação setorizada

O tipo de área com ocupação setorizada tem como principal característica a desconcentração das atividades urbanas, estando cada tipo de atividade concentrada em um setor urbano. As relações entre uma área urbana setorizada e os sistemas de transportes são anotadas na Tabela 6.5.

Tabela 6.5: Relações com a ocupação setorizada

	CARACTERÍSTICA DA ÁREA URBANA	OCUPAÇÃO SETORIZADA					
	TIPOS DE LINHA	Radial	Diametral	Circular	Folha	Tronco	Intersetorial
CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA	Legibilidade ou orientação	+1	+1	+1	+1	+1	+1
	Cobertura do serviço / facilidade de caminhadas			+1		+1	
	Tempo de viagem do usuário	+1	+1	+1	+1	+1	+1
	Diferença entre o tempo de viagem gasto no transporte coletivo e no automóvel			-1		#	
	Renovação	#	#	+1	#	+1	
	Acessibilidade ao sistema	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	Frequência de atendimento	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	Confiabilidade			-1		#	
	Custo operacional	-1	-1	-1	-1	-1	-1

- *Legibilidade ou orientação*: O tipo de ocupação setorizada de uma área urbana, independente do tipo de linha, favorece a legibilidade, pois cada tipo de atividade é

concentrada em uma determinada área. Não havendo ocupações mistas o usuário do sistema se orienta com mais facilidade.

- *Cobertura do serviço/facilidade de caminhadas:* As linhas circulares e as linhas tronco, em áreas setorizadas podem se apresentar como uma alternativa interessante se os traçados previrem o atendimento dos diversos setores urbanos. Quanto às demais linhas não foram identificadas relações com a cobertura.
- *Tempo de viagem do usuário:* Áreas como essas apresentam grande dispersão na ocupação do espaço urbano, traduzindo-se em baixa densidade e grandes distâncias percorridas. Mesmo sendo grandes as distâncias percorridas o ganho em velocidade operacional favorece o tempo de viagem relativo.
- *Diferença entre o tempo de viagem gasto no transporte coletivo e no automóvel:* A diferença de tempo entre esses dois modos de transporte não é tão prejudicada mesmo para linhas que servem os centros, pois não há concentração de todas as atividades nesses locais, o que faz com que o tráfego seja diluído em vários pontos da área urbana. Exceção se faz às linhas circulares que passam pelos diversos setores, compartilhando o espaço viário com os demais veículos.
- *Renovação:* Linhas do tipo circular e tronco tendem a operar com alta renovação, pois normalmente existe demanda por viagens entre os vários setores urbanos. As demais linhas, responsáveis por direcionar a demanda no sentido bairro-centro (setores) e vice-versa, operam com baixa renovação. Valendo-se ainda do exemplo de Brasília, a linha circular denominada Grande Circular, que atende setores como Hospitalar Norte e Sul, Comercial, Hoteleiro e áreas destinadas a escolas operam com renovação acima das demais linhas presentes no sistema.
- *Acessibilidade ao sistema:* Como visto no item 3.8.1, essas áreas normalmente não são adequadas às caminhadas por consequência da dispersão da ocupação. Diante dessas



condições, a acessibilidade ao sistema é prejudicada independente do tipo de linha considerado.

- *Frequência de atendimento*: Sendo essas ocupações normalmente dispersas e com baixa densidade não há de se esperar que a frequência dos serviços seja alta, pois o custo operacional seria elevado para garantir um serviço de alta frequência nessas condições.
- *Confiabilidade*: As linhas tronco não são afetadas. As linhas circulares, pelo fato de atenderem diversos setores e conseqüentemente passarem por diversos sub-centros, são mais vulneráveis a atrasos, sujeitas, portanto, à baixa confiabilidade.
- *Custo operacional*: Conforme visto na Figura 3.2, o custo operacional cresce com a descentralização para áreas com população acima de 250 mil habitantes. Assim como em áreas descentralizadas as áreas setorizadas caracterizam-se por não haver concentração das atividades urbanas em um único setor. Desse modo, é possível assumir que os custos operacionais do transporte público sejam igualmente elevados em áreas setorizadas. Isso se dá principalmente por conta da maior extensão das linhas em áreas como essas, independente do tipo de linha empregado.

#### **6.3.4- Caminhabilidade**

A caminhabilidade é uma característica da área urbana relacionada principalmente às condições do ambiente urbano favoráveis ao pedestre. Quanto melhor a caminhabilidade de uma área urbana, maior será a área de influência das linhas de transporte público, o que altera favoravelmente as demais condições operacionais. Assim, as características das linhas serão grandemente favorecidas pela condição do ambiente urbano.

Tabela 6.6: Relações com a caminhabilidade

	CARACTERÍSTICA DA ÁREA URBANA	CAMINHABILIDADE					
	TIPOS DE LINHA	Radial	Diametral	Circular	Folha	Tronco	Intersetorial
CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA	Legibilidade ou orientação						
	Cobertura do serviço / facilidade de caminhadas	+1	+1	+1	+1	+1	+1
	Tempo de viagem do usuário	+1	+1	+1	+1	+1	+1
	Diferença entre o tempo de viagem gasto no transporte coletivo e no automóvel	+1	+1	+1	+1	#	+1
	Renovação	+1	+1	+1	+1	+1	+1
	Acessibilidade ao sistema	+1	+1	+1	+1	+1	+1
	Freqüência de atendimento	+1	+1	+1	#	#	
	Confiabilidade	+1	+1	+1	+1	+1	+1
	Custo operacional	+1	+1	+1	+1	+1	+1

- *Legibilidade ou orientação*: Não foi observada relação entre qualquer tipo de linha com a caminhabilidade que interagisse com a legibilidade do sistema.
- *Cobertura do serviço/facilidade de caminhadas*: A cobertura do serviço de transporte público será maior para cada uma das linhas, pois no planejamento do sistema será considerada a possibilidade de maiores deslocamentos a pé, aumentando o afastamento entre os corredores de transporte público.
- *Tempo de viagem do usuário*: Conforme visto no item 3.6.1, em ambientes com adequada caminhabilidade, os usuários do sistema se dispõem a realizar caminhadas mais extensas, o que permite que seja reduzido o número de paradas, reduzindo assim o tempo no transporte público coletivo. Sendo facilitado ao usuário do sistema o acesso por caminhada a um maior número de pontos do espaço urbano, as linhas podem atender apenas os eixos principais sem a necessidade de cumprirem traçados longos e sinuosos, o que contribui para redução do tempo de viagem. Independe do tipo de linha considerado.

- *Diferença entre o tempo de viagem gasto no transporte coletivo e no automóvel:* Em áreas com boa caminhabilidade os deslocamentos a pé passam a ser uma opção de viagem para os usuários de automóvel. Com isso as vias tendem a ficar desimpedidas permitindo que o transporte público opere sem grandes interferências do tráfego em geral. Independente do tipo de linha, contudo, as linhas tronco não são afetadas pelo fato de terem preferência ou exclusividade no tráfego.
- *Renovação:* Se as pessoas têm mais facilidade em acessar o sistema, a demanda aumenta ao longo do sistema e com isso a renovação é beneficiada. Independente do tipo de linha.
- *Acessibilidade ao sistema:* Áreas com adequada caminhabilidade facilitam a acessibilidade ao sistema sem que haja necessidade de grandes adensamentos de linhas para que sejam atendidas as diversas necessidades de viagens. Independente do tipo de linha considerado.
- *Frequência de atendimento:* Não foi observada relação entre caminhabilidade e os tipos de linha que tivesse interferência com a frequência dos serviços, porém, uma vez que as pessoas estejam dispostas e aptas a caminhar, um menor número de linhas com maior demanda estimulará o aumento da frequência em todos os tipos de linhas, principalmente as mais rápidas.
- *Confiabilidade:* Como comentado na análise do tempo de viagem, o número de paradas será menor e as linhas tendem a traçados mais diretos, o que permitirá uma maior confiabilidade ao sistema, independente do tipo de linha considerado.
- *Custo operacional:* Com base na Figura 3.8, pode-se notar que o custo do transporte público coletivo diminui na medida em que são admitidas caminhadas mais extensas. Como abordado nas análises de acessibilidade e tempo de viagem, na condição em que são admitidas viagens mais distantes por caminhadas, o número de linhas e de paradas

a ser disponibilizado pode se reduzir, reduzindo com isso o custo operacional do sistema. Independe do tipo de linha considerado.

### 6.3.5- Relevo acidentado

Essa é uma característica exclusivamente de ordem natural que tem implicação com o transporte, pois a presença dessa característica na cidade impõe algumas restrições operacionais ao sistema.

Ao contrário da caminhabilidade o relevo acidentado impõe dificuldades ao usuário. A Tabela 6.7 sintetiza as observações feitas sobre as relações entre as características dos sistemas de transportes públicos e as áreas com relevo acidentado.

Uma das implicações do relevo acidentado é piorar a conectividade da malha viária, com todas as conseqüências dessa condição.

Tabela 6.7: Relações com o relevo acidentado

	CARACTERÍSTICA DA ÁREA URBANA	RELEVO ACIDENTADO					
	TIPOS DE LINHA	Radial	Diametral	Circular	Folha	Tronco	Intersetorial
CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA	Legibilidade ou orientação	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	Cobertura do serviço / facilidade de caminhadas	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	Tempo de viagem do usuário	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	Diferença entre o tempo de viagem gasto no transporte coletivo e no automóvel	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	Renovação	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	Acessibilidade ao sistema	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	Freqüência de atendimento	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	Confiabilidade	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	Custo operacional	-1	-1	-1	-1	-1	-1

- *Legibilidade ou orientação*: A disposição das linhas na área urbana depende do espaço disponível para sua implantação. Dependendo de como são distribuídos os acidentes

geográficos em uma determinada área urbana, os traçados das linhas são sinuosos comprometendo a legibilidade, independente do tipo de linha considerado. Na cidade do Rio de Janeiro, as linhas que ligam os bairros Copacabana e Barra da Tijuca representam bem o problema de desorientação. Essas linhas são bastante sinuosas em consequência do traçado do litoral carioca agravado pela presença de morros como o que está implantada a favela da Rocinha.

- *Cobertura do serviço/facilidade de caminhadas:* Em áreas acidentadas as limitações quanto ao traçado das linhas dificultam a cobertura adequada do serviço de transporte público, independente do tipo de linha considerado.
- *Tempo de viagem do usuário:* O tempo de viagem no transporte coletivo é prejudicado, pois normalmente os percursos são sinuosos e irregulares. Além disso, pode haver dificuldades na realização das caminhadas complementares.
- *Diferença entre o tempo de viagem gasto no transporte coletivo e no automóvel:* Essa diferença tende a ser grande, pois veículos maiores têm maior dificuldade em vencer os aclives e as sinuosidades presentes nesses tipos de áreas. As dificuldades impostas às caminhadas complementares agravam ainda mais a questão da diferença de tempo de viagem.
- *Renovação:* Em áreas acidentadas observa-se a dispersão da ocupação decorrente dos altos custos de construção quando comparados às construções em áreas planas. Havendo dispersão da ocupação, a renovação das linhas que servem essas áreas tende a ser baixa, devido à baixa densidade populacional.
- *Acessibilidade ao sistema:* Pelas restrições físicas presentes em áreas acidentadas, a acessibilidade é prejudicada independente do tipo de linha considerado.

- *Frequência de atendimento*: Considerando que não há concentração de ocupação, não havendo, portanto, concentração de demanda, a frequência de atendimento será baixa de um modo geral.
- *Confiabilidade*: Essa característica é também prejudicada, pois o cumprimento dos horários torna-se difícil em função das adversidades operacionais apresentadas somadas à maior possibilidade de falha dos veículos que circulam sob tais condições.
- *Custo operacional*: Será alto para todas as linhas não tanto pelas distâncias percorridas, mas sim pelas condições operacionais adversas.

### 6.3.6- Baixa densidade populacional

A baixa densidade populacional traduz um tipo de ocupação dispersa, o que repercute no sistema de transporte quando abordados aspectos como número e distâncias de viagens. As relações da baixa densidade populacional com as linhas de transporte público (Tabela 6.8) são, em geral negativas. Um sistema de transporte em cidades de pouca densidade deve considerar as condições adversas para as linhas e tentar otimizar as poucas características positivas.

Tabela 6.8: Relações com a baixa densidade populacional

	CARACTERÍSTICA DA ÁREA URBANA	BAIXA DENSIDADE POPULACIONAL					
	TIPOS DE LINHA	Radial	Diametral	Circular	Folha	Tronco	Intersetorial
CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA	Legibilidade ou orientação						
	Cobertura do serviço / facilidade de caminhadas	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	Tempo de viagem do usuário	+1	+1	+1	+1	+1	+1
	Diferença entre o tempo de viagem gasto no transporte coletivo e no automóvel	#	#	+1	#	#	+1
	Renovação	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	Acessibilidade ao sistema	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	Frequência de atendimento	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	Confiabilidade	+1	+1	+1	+1	#	+1
	Custo operacional	-1	-1	-1	-1	-1	-1

- *Legibilidade ou orientação*: Não se observa relação entre a baixa densidade e a legibilidade, independente do tipo de linha considerado.
- *Cobertura do serviço/facilidade de caminhada*: Independente do tipo de linha, a garantia de uma ampla cobertura do serviço só será possível às custas de um elevado custo operacional, pois o espalhamento urbano requer viagens longas sem concentração de demanda ao longo de toda a linha. Diante dessa dificuldade a cobertura é prejudicada.
- *Tempo de viagem do usuário*: O tempo de viagem não é tão afetado pela convivência com o tráfego em geral. Mesmo que a característica “baixa densidade” induza à implantação de linhas extensas, o tempo de viagem relativo tende a ser baixo, pois a velocidade operacional será alta. Independe do tipo de linha.
- *Diferença entre o tempo de viagem gasto no transporte coletivo e no automóvel*: A diferença entre os tempos de viagem é pouco comprometida no caso das linhas tronco, pois sua operação acontece normalmente em vias preferenciais ou exclusivas, não caracterizando uma relação com o ambiente mas sim uma característica própria da linha. Quanto às demais linhas, mesmo operando em conjunto com o tráfego de automóveis, observa-se que o tempo de viagem no transporte público é pouco afetado quando as áreas são menos densas. Particularmente com relação às áreas monocêntricas, as linhas radial, diametral e em folha, por terem como característica intrínseca a função de operarem nas áreas centrais, são penalizadas quanto ao tempo de viagem.
- *Renovação*: Valendo-se do exemplo da cidade de São Carlos, observa-se que as menores densidades são verificadas em bairros cada vez mais distantes do centro, o que indica que linhas como as intersetoriais, circulares, radiais e diametraes, pelo fato de atenderem os bairros tendem a operar com baixa renovação. As linhas tronco são também afetadas mas com menor intensidade.

- *Acessibilidade ao sistema:* Em função da dispersão das ocupações urbanas, o acesso ao sistema é comprometido independente do tipo de linha considerado. Como normalmente as áreas periféricas são menos adensadas, a acessibilidade nesses locais é ainda mais prejudicada.
- *Frequência de atendimento:* Estando a demanda pouco concentrada e sendo longas as distâncias a serem percorridas pelas linhas, os usuários são muitas vezes penalizados pela baixa frequência, pois os operadores trabalham com um equilíbrio entre o número de usuários e a quilometragem percorrida, de modo a cobrir os custos de sua operação. No atendimento a áreas de baixa ocupação o ponto de equilíbrio estará situado na condição de baixa frequência independente do tipo de linha, agravando-se mais em áreas periféricas.
- *Confiabilidade:* Linhas que não operam no centro e, portanto, convivem menos com os automóveis não são penalizadas quanto à confiabilidade. Comparadas com as áreas mais densas, mesmo as linhas que circulam pelo centro são pouco prejudicadas quanto a atrasos. Representa um aspecto positivo para todas as linhas, cada qual com intensidade distinta.
- *Custo operacional:* Independente do tipo de linha o custo operacional é prejudicado pela baixa densidade operacional. Como pode ser observado no exemplo da cidade de São Carlos abordado no capítulo 3, em áreas menos densas as distâncias a serem percorridas pelas linhas tendem a ser grandes e a renovação pequena, o que compromete o custo operacional do sistema. Quanto maior a distância do centro maiores serão os prejuízos quanto ao custo operacional.

### **6.3.7- Alta conectividade**

Trata-se de uma característica relacionada principalmente ao desenho dos quarteirões, que por sua vez induz a um determinado tipo de malha viária coberta por um grande número de interseções (Figura 3.6).



Tabela 6.9: Relações com a alta conectividade

	CARACTERÍSTICA DA ÁREA URBANA	ALTA CONECTIVIDADE					
	TIPOS DE LINHA	Radial	Diametral	Circular	Folha	Tronco	Intersectorial
CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA	Legibilidade ou orientação	+1	+1	+1	+1	+1	+1
	Cobertura do serviço / facilidade de caminhadas	+1	+1	+1	+1	+1	+1
	Tempo de viagem do usuário	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	Diferença entre o tempo de viagem gasto no transporte coletivo e no automóvel						
	Renovação	+1	+1	+1	+1	+1	+1
	Acessibilidade ao sistema	+1	+1	+1	+1	+1	+1
	Frequência de atendimento						
	Confiabilidade	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	Custo operacional	+1	+1	+1	+1	+1	+1

- *Legibilidade ou orientação*: Como visto no capítulo 6, Figura 3.6, áreas com alta conectividade têm usualmente a rede viária em forma de malha, ou seja, as vias são dispostas em dois eixos ortogonais entre si. Esse tipo de traçado contribui para uma boa orientação. Sendo o traçado da linha similar ao desenho da rede, a legibilidade das linhas implantadas em áreas com redes com alta conectividade é favorecida.
- *Cobertura dos serviços/facilidade de caminhadas*: A conectividade da rede é tanto maior quanto menores forem os quarteirões. Portanto, em redes altamente conectadas, a cobertura das linhas será maior, independente do tipo de linha considerado.
- *Tempo de viagem do usuário*: Essas características do sistema de transporte, como consequência das várias alternativas de rotas, recebem algum benefício quando consideradas áreas com alta conectividade. Em contra-partida há um prejuízo pelo fato de haver maiores interferências com o sistema viário por conta das frequentes interseções presentes em redes muito conectadas. Independente da opção de rota, o tráfego será sempre prejudicado pelas interseções viárias. Portanto, mesmo com a compensação das várias alternativas de rotas, essa característica é prejudicada pela alta

conectividade. A análise cabe para qualquer tipo de linha, com exceção das linhas tronco que operam em vias preferenciais ou exclusivas.

- *Diferença entre o tempo de viagem gasto no transporte coletivo e no automóvel:* As interferências viárias decorrentes da alta conectividade comprometem o transporte público e o automóvel indistintamente, o que não altera a relação entre eles quanto ao tempo de viagem.
- *Renovação:* Havendo facilidades e alternativas de deslocamento no espaço urbano, o acesso ao sistema é facilitado e conseqüentemente a renovação é favorecida para qualquer linha considerada.
- *Acessibilidade ao sistema:* Como conseqüência da configuração dos quarteirões, áreas com alta conectividade favorecem a acessibilidade ao sistema independente do tipo de linha considerado.
- *Frequência de atendimento:* Não foi identificada implicação na frequência com aplicação de qualquer tipo de linha em área conectada.
- *Confiabilidade:* É prejudicada, independente do tipo de linha, em função das freqüentes interferências com o sistema viário.
- *Custo operacional:* Como abordado anteriormente, áreas com baixa conectividade implicam em viagens mais longas. Ao contrário, áreas conectadas, pelo fato de oferecerem mais alternativas de rotas, permitem viagens mais curtas. Como o custo operacional está relacionado à quilometragem percorrida, em áreas densamente conectadas, independente de qual seja a linha, serão favorecidas quanto ao aspecto custo.

### 6.3.8- Alta taxa de crescimento

A taxa de crescimento é uma característica da área urbana que não está associada a aspectos físicos ou naturais como as demais características apresentadas. Trata-se de uma característica de natureza socioeconômica, que interfere distintamente nos diversos tipos de linhas de transporte público como pode ser observado na Tabela 6.10.

Tabela 6.10: Relações com a alta taxa de crescimento

	CARACTERÍSTICA DA ÁREA URBANA	ALTA TAXA DE CRESCIMENTO					
	TIPOS DE LINHA	Radial	Diametral	Circular	Folha	Tronco	Intersetorial
CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA	Legibilidade ou orientação						
	Cobertura do serviço / facilidade de caminhadas	-1	-1	-1	-1	#	-1
	Tempo de viagem do usuário	-1	-1	-1	-1	#	-1
	Diferença entre o tempo de viagem gasto no transporte coletivo e no automóvel	-1	-1		-1	#	
	Renovação		+1	+1	+1	+1	
	Acessibilidade ao sistema	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	Frequência de atendimento	-1	-1	-1	-1	+1	-1
	Confiabilidade	-1	-1		-1	#	
	Custo operacional	-1	-1	-1	-1	-1	-1

- *Legibilidade ou orientação*: Independente do tipo de linha não foi observada relação quanto à legibilidade.
- *Cobertura dos serviços/facilidade de caminhadas*: A implantação de infra-estruturas não acontece concomitante ao crescimento do espaço e da população urbana. Observa-se muitas vezes uma inércia na provisão de sistemas de serviços públicos como o transporte, por exemplo. Como o crescimento acontece com maior intensidade em áreas cada vez mais distantes do centro, linhas como as radiais, diametrais e em folha, responsáveis pelos deslocamentos entre bairro e centro, não conseguem no primeiro momento atender de forma ampla os novos usuários do sistema. Essa condição faz com que a cobertura dos serviços esteja sempre comprometida na condição de permanência de altas taxas de crescimento.

As linhas circulares e intersetoriais, por terem também a característica de atender bairros (ver item 4.1), requererem adequações quanto à infra-estrutura e sofrem com o mesmo problema de inércia na provisão do serviço de transporte em áreas sujeitas à alta taxa de crescimento.

As linhas tronco que normalmente atendem às áreas centrais não são comprometidas quanto à cobertura dos serviços.

- *Tempo de viagem do usuário:* Para acompanhar o crescimento urbano, as linhas que atendem os bairros tendem a se estender cada vez mais e admitirem um maior número de paradas. Com isso o tempo de viagem é aumentado. As linhas tronco não são afetadas quanto ao tempo de viagem.
- *Diferença entre o tempo de viagem gasto no transporte coletivo e no automóvel:* A diferença do tempo de viagem cresce principalmente para as linhas que atendem o centro, pois com o crescimento o tráfego nessas áreas é cada vez mais comprometido em função do aumento de viagens destinadas a esse setor. As linhas tronco não são afetadas. Quanto às demais linhas, não foi observada relação.
- *Renovação:* As linhas radiais recebem uma maior demanda com o crescimento mas não necessariamente maior renovação, pois os deslocamentos continuarão a acontecer no sentido bairro-centro. Já as linhas diametrais são favorecidas em renovação, pois passam pelo centro antes de alcançarem o bairro de destino. Esse favorecimento se dá pelo fato de que nas regiões centrais ocorrem embarques e desembarques simultâneos. O mesmo se dá com as linhas tronco. Quanto às linhas circular e em folha, pelo fato de atenderem várias áreas, terão a renovação aumentada como consequência do acréscimo de demanda. As linhas intersetoriais que fazem ligação entre dois bairros ou setores, têm a demanda aumentada mas não a renovação.
- *Acessibilidade ao sistema:* Cabem as mesmas análises feitas quanto à cobertura dos serviços.

- *Frequência de atendimento*: Tende a diminuir para linhas que atendem os bairros, pois estarão sempre se estendendo para acompanhar o crescimento. A oferta do número de veículos para adequar a frequência não é feita no mesmo ritmo que a expansão urbana. No caso das linhas tronco, com aumento da demanda haverá aumento de oferta de veículos sem aumento da extensão da linha, com isso a frequência dos serviços aumentará.
- *Confiabilidade*: As linhas que requerem expansões para acompanhar o crescimento são penalizadas quanto à confiabilidade, pois as distâncias percorridas e a possibilidade de atrasos aumentam. Nas linhas tronco não há reflexo quanto à confiabilidade.
- *Custo operacional*: Como é relacionado diretamente à quilometragem e à demanda o custo operacional tende a aumentar com o crescimento. Considerando ainda que as novas áreas ocupadas são servidas por vias muitas vezes não pavimentadas, o custo associado à manutenção dos veículos é elevado.

#### **6.4- EXEMPLO DE APLICAÇÃO**

Como forma de reforçar a proposta do trabalho tomou-se como exemplo as áreas do Distrito Federal e Brasília isoladamente. Para as duas áreas foram selecionadas algumas linhas atualmente em operação e avaliado o desempenho dessas linhas quanto à velocidade operacional e ao IPK. A avaliação ficou restrita a esses dois parâmetros por terem sido os únicos disponibilizados pelo órgão regulador de transporte público do Distrito Federal, DFTRANS.

Foi admitido que a velocidade operacional e o IPK se relacionam diretamente com o tempo de viagem e a renovação respectivamente.

As características das duas áreas são apresentadas na Tabela 6.11.

Tabela 6.11: Características gerais das regiões de Brasília e Distrito Federal

CARACTERÍSTICAS	BRASÍLIA	DISTRITO FEDERAL
ÁREA (km <sup>2</sup> )*	472,12	5.789,16
POPULAÇÃO*	198.422	2.051.146
DENSIDADE (hab/km <sup>2</sup> )*	420	354,3
CRESCIMENTO	-----	2,82
DEMOGRÁFICO (%)*		
TIPO DE OCUPAÇÃO	SETORIZADA	POLICÊNTRICA
REDE VIÁRIA	DESCONECTADA	-----
ALTIMETRIA	REGULAR	REGULAR

Fonte: \*CODEPLAN, 2000

Observa-se na Tabela 6.11 que a caracterização da área de Brasília se distingue do Distrito Federal, especialmente quanto à forma de ocupação urbana, sendo Brasília setorizada e o Distrito Federal policêntrico, onde os centros são representados pelas Cidades Satélites ou Regiões Administrativas.

Quanto à densidade populacional, nota-se que as duas áreas apresentam valores baixos quando comparadas a outras cidades brasileiras (Tabela 6.12).

Tabela 6.12: Velocidade média de autos e ônibus, pico da tarde, várias cidades brasileiras / densidade populacional

Cidade	Ônibus	Autos	Densidade*(habitantes/km <sup>2</sup> )
Belo Horizonte	16	23	6746,79
Brasília	27	44	352,16
Campinas	17	23	1216,77
Curitiba	19	22	3690,23
João Pessoa	18	27	2836,14
Juiz de Fora	22	31	317,5
Porto Alegre	20	28	2744,58
Recife	14	24	6529,43
Rio de Janeiro	18	26	4640,37
São Paulo	12	17	6823,68

Fonte: IPEA/ANTP (1998)/IBGE (2000)\*

As linhas selecionadas e suas características estão representadas na Tabela 6.13 e o traçado de cada uma delas é apresentado nas Figuras 6.1 à 6.5.

Tabela 6.13: Linhas selecionadas e suas características

Linhas selecionadas	0.107	105.4	0.300	501.3	0.808
Tipo de linha	Circular	Diametral	Radial	Radial	Interbairro/Diametral
Data de coleta dos dados	09/3/2004 (terça-feira típica)				
Período	Horários de pico e entre-pico				

Fonte: DFTRANS, 2004

Houve o cuidado na escolha quanto ao período de operação das linhas selecionadas, pois algumas linhas existentes nas duas áreas operam apenas nos horários do pico da manhã e da tarde. Linhas com essas características não foram selecionadas de modo a não mascarar os valores de IPK. Portanto, as linhas estudadas operam ao longo de todo o dia. O dia escolhido para a coleta de dados foi o mesmo para todas as linhas. A linha 0.808 é uma linha interbairro, podendo ser confundida com uma linha diametral, pois no percurso entre as duas cidades, Recanto das Emas e Ceilândia, ela atende um grande centro de atividades que é a cidade satélite de Taguatinga. A linha 105.4, apesar de ser denominada circular, corresponde a um conjunto de duas diametraís, pois ela opera entre os terminais sul e norte passando pelo centro da capital.

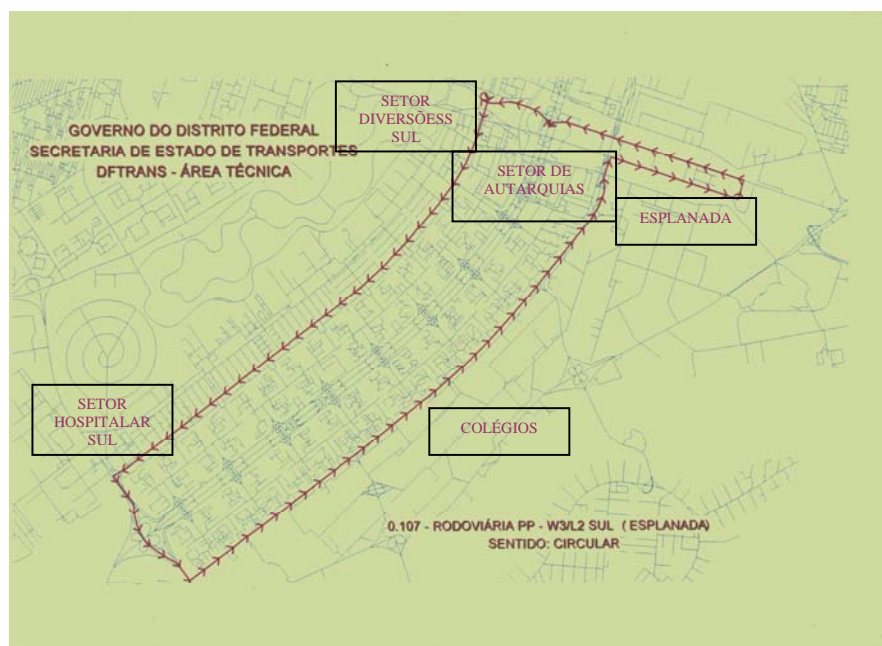


Figura 6.1: Linha 0.107 - Circular . Fonte: DFTRANS, 2004

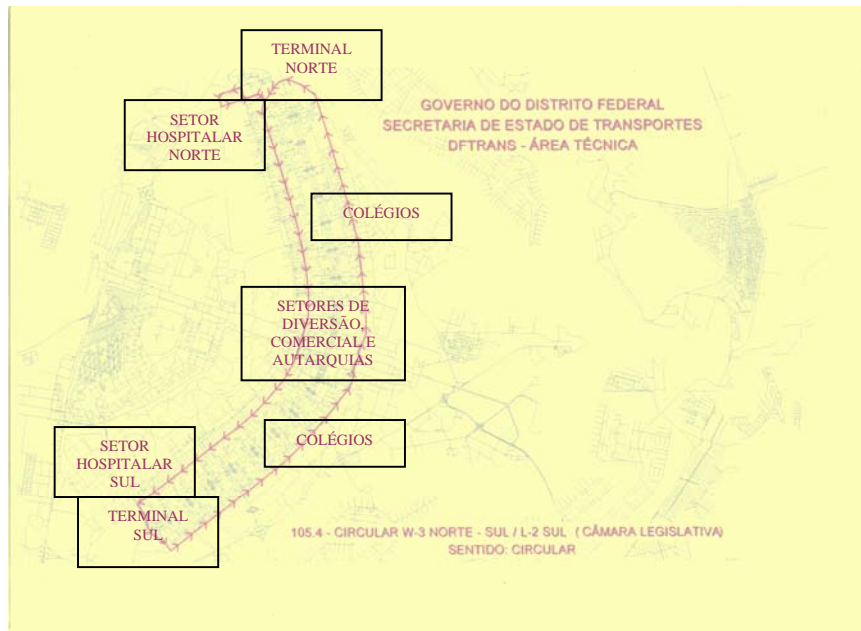


Figura 6.2: Linha 105.4 - dupla Diametral . Fonte: DFTRANS, 2004

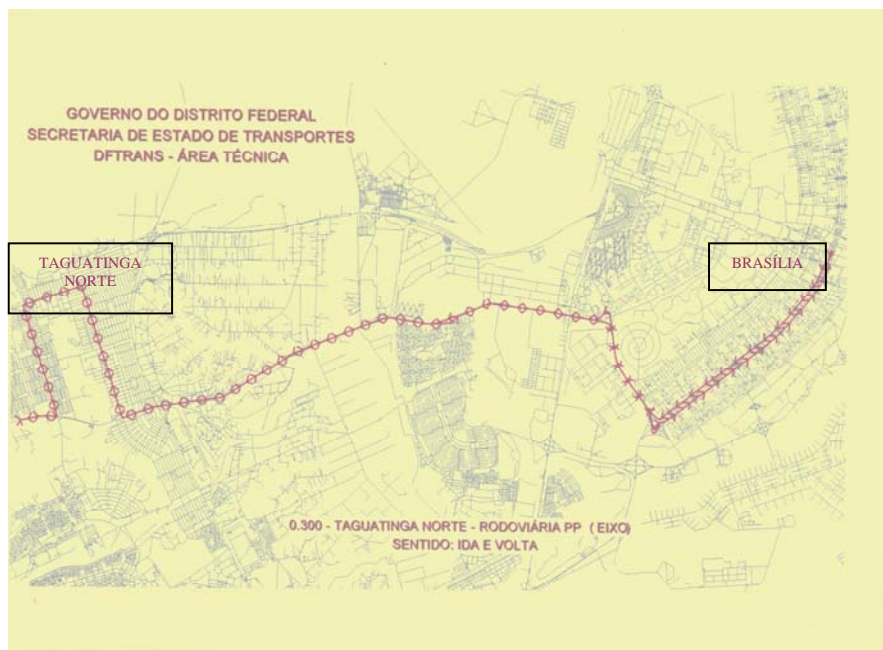


Figura 6.3: Linha 0.300 - Radial . Fonte: DFTRANS, 2004



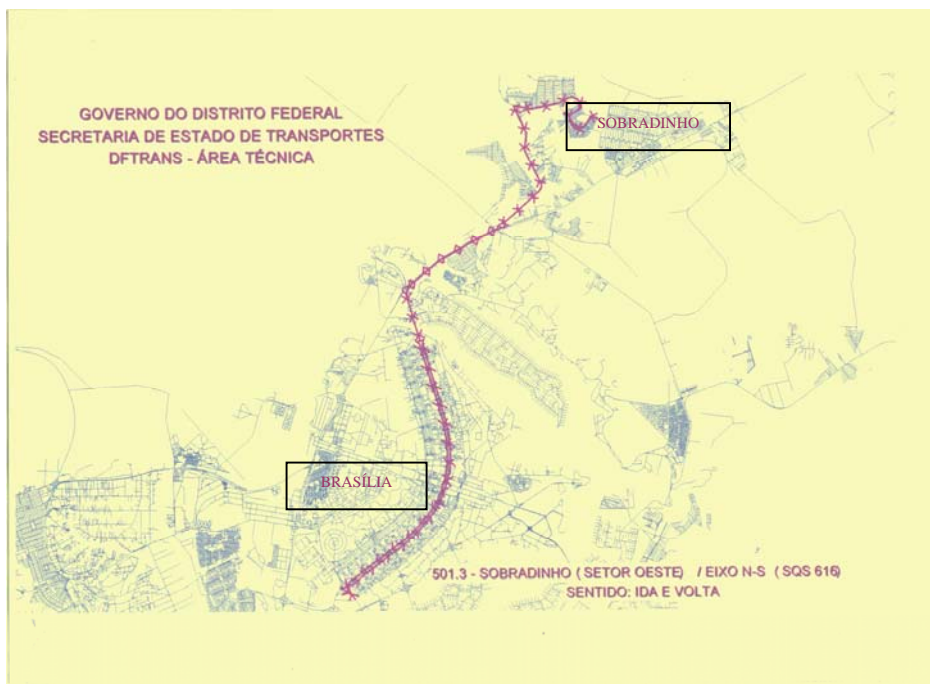


Figura 6.4: Linha 501.3 - Radial . Fonte: DFTRANS, 2004

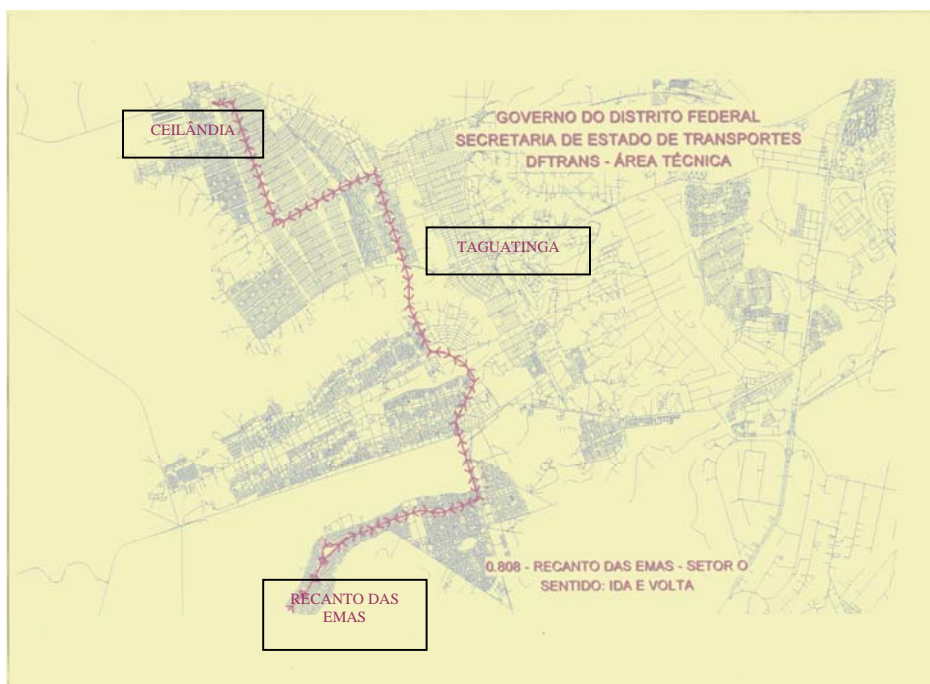


Figura 6.5: Linha 0.808 – Interbairro. Fonte: DFTRANS, 2004

As características operacionais das linhas selecionadas quanto aos valores de IPK e velocidade operacional são descritas na Tabela 6.14.

Tabela 6.14: Características operacionais das linhas

Linhas	0.107	105.4	0.300	501.3	0.808
IPK	2,32	1,8	0,785	0,845	1,24
Velocidade operacional média (km/h)	25,51	30,73	33,03	34,19	27,49

Fonte: DFTRANS, 2004

Considerando as características gerais e operacionais das linhas, as características das duas áreas e analisando as linhas 0.107 e 105.4 na área restrita à Brasília e as demais linhas no âmbito de todo o Distrito Federal, pode-se estabelecer as seguintes correlações (Tabela 6.15).

Tabela 6.15: Cruzamento entre as características das áreas e os tipos de linhas que as atendem

ÁREA		BRASÍLIA		DISTRITO FEDERAL		
CARACTERÍSTICA DA ÁREA URBANA		SETORIZADA BAIXA DENSIDADE		POLICÊNTRICA BAIXA DENSIDADE		
TIPOS DE LINHA		CIRCULAR 0.107	DIAMETRAL 105.4	RADIAL 0.300	RADIAL 0.503	INTERBAIRRO 0.808
CARACTERÍSTICA DO SISTEMA	Tempo de viagem do usuário	+1	+1	+1	+1	+1
	Renovação	+1	+1	-1	-1	-1

As áreas urbanas, como visto na aplicação, apresentam concomitantemente mais uma característica, ao contrário das análises anteriores em que as características das áreas urbanas foram consideradas isoladamente. Independe desse aspecto, percebe-se que as avaliações dos desempenhos para as correlações estudadas estão de acordo com as análises anteriores, conforme análise:

- as linhas radiais e interbairros interagiram negativamente com as características de área policêntrica e de baixa densidade quanto à renovação.

- as linhas radial e interbairro interagiram positivamente com as características de área policêntrica e baixa densidade quanto ao tempo de viagem.
- na área setorizada e de baixa densidade, as linhas circular e diametral, pelo fato de atenderem mais de um setor, interagiram positivamente quanto à renovação, tendo sido mais favorável à linha circular.
- quanto ao tempo de viagem na área setorizada e de baixa densidade vale a mesma análise feita para a área policêntrica do Distrito Federal, pois ambas apresentam baixa densidade.

#### **6.5- TÓPICOS CONCLUSIVOS SOBRE AS RELAÇÕES ENTRE LINHAS E CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS URBANAS**

Observou-se que algumas características de áreas urbanas, independente do tipo de linha a ser empregada, prejudicam o desempenho do sistema de transporte público. Como alterar a característica da cidade é um processo difícil diante de tantas interfaces com sistemas urbanos e os próprios hábitos da população. Em casos como esses, deve-se buscar alternativas que minimizem os prejuízos causados ao sistema.

Como exemplo toma-se o caso da característica “relevo acidentado”, onde não foi observado qualquer atributo favorável independente do tipo de linha considerado. Como eliminar esse aspecto físico negativo é algo impraticável, em casos como esses, a análise deve ser redirecionada a questões que podem estar, até mesmo, fora do âmbito do transporte.

Assim como no caso da característica relevo acidentado, a alta taxa de crescimento atua igualmente de forma negativa para qualquer tipo de linha selecionado, portanto, representa sempre um aspecto negativo ao transporte. As medidas para minimizar os problemas decorrentes da alta taxa de crescimento devem ir além de intervenções no sistema de transporte, voltando-se muito mais a ações que venham controlar, ou pelo menos orientar o crescimento populacional, pois se trata de uma variável externa ao sistema.

Algumas características das linhas orientaram com maior frequência as análises dos cruzamentos. Um exemplo foi a área de atendimento própria de cada linha, ou seja, aspectos

como linhas que ligam setores ou bairros e linhas que passam pelo centro ditaram grande parte das análises.

As linhas tronco, que têm um tipo de operação diferenciada quanto à preferência ou exclusividade no espaço viário, apresentaram indiferença em diversos cruzamentos, principalmente quando analisados aspectos como tempo de viagem e diferença de tempo entre o transporte público coletivo e o automóvel.

Da mesma forma que algumas características de áreas urbanas não apresentam qualquer contribuição positiva ao sistema de transporte, outras, como caminhabilidade contribuem de forma positiva para o sistema independente do tipo de linha considerado.

De um modo geral, as linhas circulares apresentaram desempenho positivo para grande parte das características do sistema e poucos apontamentos negativos. Nas situações que esse tipo de linha apresentou desempenho negativo as demais linhas também o fizeram. Em outras situações, algumas linhas apresentaram desempenho negativo e a linha circular esteve indiferente. Exceção se faz às linhas tronco, que por operarem em condição diferenciada, apresentaram vantagens quanto a tempo de viagem do usuário, diferença de tempo de viagem, confiabilidade e frequência para boa parte dos cruzamentos. Diante desses resultados, pode-se admitir que uma linha circular operando em condição preferencial ou exclusiva, como uma linha tronco, poderia proporcionar desempenho positivo para grande parte das características do sistema.

Confirmou-se ainda, que o conhecimento do ambiente de estudo é facilitado quando seus atributos são tratados distintamente, assim como preconiza a teoria de Lancaster. Da mesma forma, a avaliação do resultado da aplicação de cada tipo de linha nos diferentes tipos de área, foi feita considerando não a linha em si, mas os atributos que distinguem cada uma delas, atribuindo clareza na análise dos resultados.

Portanto, os objetivos do trabalho que eram identificar os atributos das áreas urbanas que se relacionam com o sistema de transporte e reforçar a importância em se considerá-los no processo de escolha do tipo de linha foi alcançado.

## **7 – CONCLUSÕES E PROPOSIÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

A aplicação do método de abordagem de características é possível nas mais diversas áreas, com o propósito comum de interpretar as preferências do consumidor de um bem ou serviço. No caso específico do serviço de transporte, além da aplicação apresentada por Wright (1992), verificou-se neste estudo a possibilidade de sua aplicação na escolha do tipo adequado de linha para cada tipo particular de cidade.

Apesar de não terem sido abordadas todas as características das áreas urbanas, os tópicos apresentados confirmam a forte interação do transporte com toda a estrutura física e demográfica do ambiente urbano. Considerando os parâmetros de desempenho do sistema, algumas características mostraram uma interação mais evidente com as linhas. Se outros parâmetros fossem considerados, as demais características poderiam igualmente apresentar interações mais evidentes.

No capítulo 4, observou-se que a identificação das linhas vai além de sua forma e funcionalidade. Alguns atributos, como atratividade, renovação e dependência de outras linhas, devem ser considerados quando da avaliação do tipo de linha a ser escolhida para atender uma determinada área urbana. Os atributos relacionados à forma da cidade, por exemplo, são facilmente identificados, mas não devem ser os únicos a orientarem a escolha da linha.

Quanto aos parâmetros de desempenho do sistema, observou-se que alguns têm relação mais evidente com as características das áreas urbanas. Parâmetros como tempo de viagem, renovação e custo operacional, por exemplo, estão diretamente atrelados a características como densidade, forma da malha viária, forma das cidades entre outras.

Sendo as linhas de transporte público um importante componente do sistema de transporte e, evidenciada a relação entre as características das áreas urbanas e os parâmetros de desempenho do sistema, infere-se que uma adequada associação dos tipos de linhas e as

características das áreas urbanas, confere bons resultados ao sistema, o que vem ao encontro da hipótese do trabalho.

Nas análises apresentadas no capítulo 6, observou-se que as características das áreas urbanas contribuem para o desempenho do sistema de transporte assim como as características das linhas o fazem. Nota-se, no entanto, que a contribuição se dá independente da associação entre tais características para muitos dos casos analisados. Vários cruzamentos apresentaram situações em que uma determinada característica da área urbana contribuiu positivamente com o desempenho do sistema de transporte independente do tipo de linha. Ou, por outro lado, um determinado tipo de linha, por suas características, contribuiu positivamente para o sistema independente do tipo de área urbana considerada.

Pode-se estabelecer critérios para escolha de tipos de linhas mais adequados a uma área urbana considerando o total de pontos positivos de cada tipo de linha ou o balanço dos pontos positivos e negativos apontados para cada característica do sistema. Considerando, por exemplo, uma área setorizada, pode-se observar por meio da tabela 6.5 que a linha circular apresentou um maior número de apontamentos positivos, no entanto, num balanço entre os apontamentos positivos e negativos, a linha tronco apresenta melhor resultado. Em situações como essa, talvez fosse interessante atribuir pesos a cada uma das características do sistema a partir da identificação de quais características são mais importantes para a área a ser estudada. Esse mesmo critério poderia ser aplicado nos casos em que o desempenho global de duas ou mais linhas tenha sido igual para um determinado tipo de área.

Esperava-se que as relações entre as características das áreas urbanas com as linhas fossem determinantes para o sistema em todos os cruzamentos apresentados. Alguns cruzamentos revelaram de fato que uma determinada característica da área urbana proporciona resultado positivo para alguma característica do sistema dependendo do tipo de linha considerado. É o caso, por exemplo, do aspecto renovação em áreas setorizadas, onde pode-se observar que as linhas circulares têm melhores resultados que as demais linhas, não pelas características isoladas das linhas, mas sim pela associação entre elas e o tipo de área. Outro exemplo é a diferença de tempo entre o transporte público e o automóvel para linhas diametrais em áreas

com alta taxa de crescimento. Observa-se nesses casos que o resultado de um indicador do sistema depende do cruzamento entre as características e não de cada característica isoladamente. Esse comportamento era o esperado para todas análises realizadas.

Conclui-se que o objetivo do trabalho foi alcançado, considerando que as análises mostraram que as características das áreas urbanas exploradas na revisão bibliográfica interagem com o sistema de transporte, cada qual sob um aspecto do sistema.

A abordagem do tema segundo a análise de características permitiu identificar que as interações entre as características das áreas urbanas e as características das linhas de transporte repercutem no sistema de transporte de forma menos evidente que cada uma dessas características individualmente.

Sugere-se como proposição para trabalhos futuros, nessa mesma linha de pesquisa, os seguintes estudos:

- Diante da importância demonstrada das características das áreas urbanas para o sistema de transporte, sugere-se que seja desenvolvido um método que permita considerar tais características em projetos de sistemas de transporte público, valendo-se do método de abordagem de características como complemento aos métodos baseados em modelos matemáticos.
- Desenvolver um estudo que correlacione as características das áreas urbanas com os tipos de linhas de transporte público, assim como feito neste trabalho, ponderando os benefícios que o emprego de cada tipo de linha pode oferecer ao sistema.
- Aplicar as análises aqui apresentadas em estudos de casos, estabelecendo comparações do desempenho entre as áreas analisadas.



- Desenvolver estudos que avaliem os resultados para o sistema de transporte que considerem a aplicação conjunta de vários tipos de linhas em vários tipos de áreas urbanas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÂNGELO, C. F. e FÁVERO, L. P. L. (2003). *Modelo de Preços Hedônicos para Avaliação de Veículos Novos* – Universidade de São Paulo - VI Seme AD.
- ÂNGELO, C. F. e SIQUEIRA, J. P. L.(2002). *Aspectos determinantes da demanda de pratos congelados* – Working paper 02/011- Universidade de São Paulo - FEA
- ARRIAGA, R. M. (1994). *Análise de Características na Avaliação de Projetos de Transporte Urbano: Uma avaliação da cidade de Tegucigalpa*. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília – DF.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE URBANOS – NTU, site - [www.ntu.org.br](http://www.ntu.org.br) – acessado em 16/10/2003
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS – ANTP. *Avaliação dos Serviços de Transporte Público: o conceito de nível de serviço*. São Paulo, 1993.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS – ANTP. *Transporte Humano – cidades com qualidade de vida*. São Paulo, 1997.
- BANCO MUNDIAL (1994) – *Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial 1994: Infra-estrutura para o desenvolvimento*. Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro – Brasil.
- BANCO MUNDIAL, site [www.obancomundial.org](http://www.obancomundial.org) – acessado em 23/05/2005.
- COMPANHIA DO DESENVOLVIMENTO DO PLANALTO CENTRAL – CODEPLAN, site [www.codeplan.df.gov.br](http://www.codeplan.df.gov.br) - acessado em 01/08/2005.
- CRESSWELL, R. (1979) – *Urban Planning and Public Transport*. The Construction Press – London – UK
- DAVIS, K. at all (1977). *Cidades: a urbanização da humanidade*. Zahar Editores, 3ª Edição. Rio de Janeiro.
- DEL RIO, V. (1990). *Introdução ao desenho urbano no processo de planejamento*. São Paulo. Pini.
- EMPRESA BRASILEIRA DOS TRANSPORTES URBANOS – EBTU (1984) – *Avaliação do Desempenho de Transporte Coletivo por Ônibus*. Série Teses, Vol. 6. Brasília – DF.

- EMPRESA BRASILEIRA DOS TRANSPORTES URBANOS – EBTU (1984) – *Determinação de Itinerários de um Sistema de Transporte Coletivo através de Ônibus*. Série Teses, Vol. 7. Brasília – DF.
- EMPRESA BRASILEIRA DOS TRANSPORTES URBANOS – EBTU (1988) – *Gerência do Sistema de Transporte Público de Passageiros: planejamento da operação*. TCC – Trânsito, Transporte Coletivo e Comunicação. Brasília – DF.
- EMPRESA DE TRANSPORTES E TRÂNSITO DE BELO HORIZONTE – BHTRANS, site - [www.bhtrans.pbh.gov.br](http://www.bhtrans.pbh.gov.br) – acessado em 16/10/2003.
- EMPRESA METROPOLITANA DE TRANSPORTES URBANOS – EMTU/RECIFE. *Segundo Manual de Operação de Transportes Públicos de Passageiros por Ônibus da Região Metropolitana do Recife* – MOTPP/RMR. Recife – PE, 1991.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA (2004) - *Characteristics and Performance of Regional Transportation Systems*. United States
- FERRAZ, A. C. P. e TORRES, I. G. E. (2001). *Transporte Público Urbano*. Rima, São Carlos – SP.
- FERRAZ, A. C. P (1998). *Escritos sobre Transporte, Trânsito e Urbanismo*. USP – São Carlos – Projeto Reenge – São Carlos – SP
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, site [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), acessado em 05/8/2005.
- INSTITUTO DE PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL, *Carta de Machu Picchu de dezembro 1977*. site [www.iphan.gov.br](http://www.iphan.gov.br) – acessado em 05/03/2005.
- INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS E APLICADAS – IPEA (1993). *Gestão da Qualidade e da Produtividade em Transporte Público Urbano no Brasil*. Revista Indicadores da Qualidade e Produtividade, nº 2, Brasília.
- INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS E APLICADAS – IPEA (1990). *Propriedades e Perspectivas de Políticas Públicas para a Década de 90*. População, Emprego, Desenvolvimento Urbano e Regional, V3. Brasília.
- LANCASTER, K. J. (1966) *A New Approach to Consumer Theory*. The journal of Political Economy. N°. 74: 132-157.
- LANCASTER, K. J. (1971) *Consumer demand*, Columbia University Press, Library of Congress Catalog Card Number: Printed in the United States of America

- LE CORBUSIER, Planejamento Urbano (1975). Coleção Debates. Editora Perspectiva – São Paulo - SP
- 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.
- LIMA, R. S. (1998). *Expansão Urbana e Acessibilidade – O caso das Cidades Médias Brasileiras*. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo – Departamento de Transportes, São Carlos – SP.
- LIMA, R. S, SILVA, A. N. R. e WAERDEN, P. - *Espalhamento urbano: mito ou realidade no Brasil? O caso das cidades médias*. ANTP - Revista dos Transportes Públicos, nº 98 – São Paulo, 2003.
- MARTINS, J. A. *O papel oculto do transporte no espaço subdesenvolvido*. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: PET/COPPE/UFRJ, 1991. 124p.
- PREFEITURA DE CURITIBA, site – [www.curitiba.pr.gov.br](http://www.curitiba.pr.gov.br) - acessado em 18/07/2005.
- SAMPAIO, C. C. D. (2004). *Determinação de uma Rede Ótima de Transporte Utilizando Algoritmo Genético*. Dissertação de Mestrado. Brasília: ENC/FT/UNB.
- SANT'ANNA, J. A. (2001). *Sistemas Modernos e Tradicionais de Ônibus no Mercosul Ampliado*. Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID, Washington, D.C. – EUA.
- SARAIVA, M. J. V. (1979) – *Sistema de Ônibus nas Áreas Urbanas*. Editora Universitária – Universidade Federal de Pernambuco – Recife.
- SENADO FEDERAL – BRASIL, site - [www.senado.gov.br](http://www.senado.gov.br) – acessado em 20/10/2003.
- SILVA, G. A. (2005). *Considerações sobre as Características de Vias Exclusivas para Ônibus Urbano: uma contribuição para estudos de implantação*. Dissertação de Mestrado. Brasília: ENC/FT/UNB.
- TORRES, A. C. S. (2003). *Determinação de Rotas Ótimas de Ônibus Urbano Utilizando Algoritmo Genético*. Dissertação de Mestrado. Brasília: ENC/FT/UNB.
- TRANSPORTATION RESEARCH BOARD – TRB (2003). *Bus Rapid Transit*. Volume 2: Implementation Guidelines. Washington, D.C.
- TRANSPORTE URBANO DO DISTRITO FEDERAL – DFTRANS. Banco de dados acessado em 03/08/2005.

- TYLER, N. (2002). *Accessibility and the Bus System: from concepts to practice*. Thomas Telford, 1ª edição, Reino Unido.
- VASCONCELLOS, E. A (2001). *Transporte urbano espaço e equidade: análise das políticas públicas*. 2ª Edição. Annablume, São Paulo.
- VASCONCELLOS, E. A. (2000). *Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas*. 3ª Edição. Annablume, São Paulo.
- WRIGHT, C. L. (1992) *Fast Wheels, slow traffic: Urban Transport Choices*. Temple University Choices, Filadelfia, Pensilvânia.