

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**POTENCIAL DE MEDIDAS DE GERENCIAMENTO DA DEMANDA NO  
TRANSPORTE PÚBLICO URBANO POR ÔNIBUS**

**Luciana Guadalupe Ferronato**

**Porto Alegre, 2002**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**POTENCIAL DE MEDIDAS DE GERENCIAMENTO DA DEMANDA NO  
TRANSPORTE PÚBLICO URBANO POR ÔNIBUS**

**Luciana Guadalupe Ferronato**

**Orientador: Luis Antonio Lindau, Ph.D**

**Banca Examinadora:**

**Orlando Strambi, Dr.**

**Prof. Universidade de São Paulo**

**Luiz Afonso dos Santos Senna, Ph.D**

**Prof. Universidade Federal do Rio Grande do Sul**

**Helena Beatriz Bettella Cybis, Ph.D**

**Prof.<sup>a</sup>. Universidade Federal do Rio Grande do Sul**

**Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de  
Produção como requisito parcial à obtenção do título de**

**MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Área de concentração: Transportes**

**Porto Alegre, dezembro de 2002**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

---

**Luis Antonio Lindau, Ph.D**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Orientador

---

**Prof. José Luis Duarte Ribeiro, Dr.**

Coordenador PPGEP/UFRGS

**Banca Examinadora:**

**Orlando Strambi, Dr.**

Prof. Universidade de São Paulo

**Luiz Afonso dos Santos Senna, Ph.D**

Prof. Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Helena Beatriz Bettella Cybis, Ph.D**

Prof<sup>ª</sup>. Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, em primeiro lugar, a orientação do prof. Luis Antonio Lindau.

Agradeço, também:

a contribuição do prof. Luiz Afonso dos Santos Senna no planejamento da pesquisa e na análise dos resultados;

a ajuda do prof. Fernando Dutra Michel na estruturação da dissertação;

a orientação da prof<sup>a</sup>. Helena Beatriz Bettella Cybis durante o curso;

a contribuição do prof. Orlando Strambi, membro da banca examinadora;

o auxílio da colega Cristine Tessele Nodari, no esclarecimento de diversas dúvidas;

o apoio prestado por minha família, especialmente por minha mãe, Antonina, por minhas irmãs, Adriana e Suzana e pelo Stefano;

o apoio dos amigos Davi Araújo, Caroline Pecker e Magda Magro, do MAA;

a contribuição do prof. Emílio Merino e dos colegas Fernando Lindner, Lúcia Maciel e Eduardo Baratz, com informações relevantes;

o apoio do consórcio STS, para a realização do levantamento de dados, representado por seu gerente, Antonio Augusto Lovatto;

o apoio financeiro da FEENG e da PROPESQ da UFRGS.

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>III</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>VIII</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>IX</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>X</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVOS .....	2
1.2 METODOLOGIA.....	3
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	3
<b>2 A DEMANDA POR TRANSPORTES.....</b>	<b>5</b>
2.1 INTRODUÇÃO.....	5
2.2 CARACTERÍSTICAS DA DEMANDA POR TRANSPORTES.....	5
<b>2.2.1 Previsão de demanda.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.2 Fatores que influenciam a demanda .....</b>	<b>6</b>
2.2.2.1 Uso do solo .....	6
2.2.2.2 Renda e motorização .....	8
2.2.2.3 Tarifa de transporte coletivo.....	8
2.2.2.4 Custos da oferta de transportes.....	9
2.2.2.5 Qualidade do serviço .....	10
2.2.2.6 Encadeamento de viagens.....	11
2.2.2.7 Políticas públicas .....	12
<b>2.2.3 Elasticidade da demanda por transportes.....</b>	<b>14</b>
2.2.3.1 Conceito de elasticidade da demanda.....	14
2.2.3.2 Elasticidades-preço .....	14
2.2.3.2.1 Elasticidade ponto ou percentual.....	15
2.2.3.2.2 Elasticidade de ponto médio.....	15
2.2.3.2.3 Elasticidade arco.....	15
2.2.3.2.4 Razão de redução.....	16
2.2.3.3 Estudos a respeito de elasticidades.....	16
<b>2.2.4 Técnicas de previsão da demanda.....</b>	<b>18</b>
2.2.4.1 Modelos de previsão de demanda.....	19
2.2.4.1.1 Modelos agregados e desagregados.....	19
2.2.4.2 Preferência Declarada.....	20
2.3 CONCLUSÕES .....	21
<b>3 GERENCIAMENTO DA DEMANDA POR TRANSPORTES .....</b>	<b>22</b>
3.1 INTRODUÇÃO.....	22
3.2 ARRANJOS ALTERNATIVOS DE TRABALHO .....	23
<b>3.2.1 Horário de trabalho escalonado .....</b>	<b>24</b>
3.2.1.1 Efeitos relacionados a transportes .....	24
3.2.1.2 Outros efeitos.....	25
3.2.1.3 Aplicabilidade e exeqüibilidade .....	25
3.2.1.4 Estudos .....	26

<b>3.2.2</b>	<b>Horário de trabalho flexível .....</b>	<b>27</b>
3.2.2.1	Efeitos relacionados a transportes .....	27
3.2.2.2	Outros efeitos.....	27
3.2.2.3	Aplicabilidade e exequibilidade .....	28
3.2.2.4	Estudos .....	28
<b>3.2.3</b>	<b>Semana de trabalho comprimida .....</b>	<b>29</b>
3.2.3.1	Efeitos relacionados a transportes .....	29
3.2.3.2	Outros efeitos.....	29
3.2.3.3	Aplicabilidade e exequibilidade .....	30
<b>3.2.4</b>	<b>Teletrabalho .....</b>	<b>30</b>
3.2.4.1	Efeitos relacionados a transportes .....	31
3.2.4.2	Outros efeitos.....	31
3.2.4.3	Aplicabilidade e exequibilidade .....	32
3.2.4.4	Estudos .....	32
3.3	<b>POLÍTICAS TARIFÁRIAS .....</b>	<b>33</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Passes com desconto .....</b>	<b>33</b>
3.3.1.1	Efeitos relacionados a transportes .....	34
3.3.1.2	Outros efeitos.....	35
3.3.1.3	Aplicabilidade e exequibilidade .....	35
3.3.1.4	Estudos .....	36
<b>3.3.2</b>	<b>Tarifa de transporte coletivo diferenciada por hora do dia .....</b>	<b>37</b>
3.4	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>38</b>
<b>4</b>	<b>TARIFA DIFERENCIADA POR HORA DO DIA .....</b>	<b>39</b>
4.1	INTRODUÇÃO.....	39
4.2	TARIFA ÚNICA X TARIFA DIFERENCIADA .....	39
<b>4.2.1</b>	<b>Tarifa única .....</b>	<b>40</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Tarifa diferenciada .....</b>	<b>40</b>
4.2.2.1	Discriminação .....	41
4.3	TARIFA DIFERENCIADA POR HORA DO DIA .....	42
4.4	EFEITOS RELACIONADOS A TRANSPORTES .....	44
4.5	OUTROS EFEITOS .....	44
4.6	APLICABILIDADE E EXEQUIBILIDADE.....	45
4.7	ESTUDOS SOBRE TARIFA DIFERENCIADA .....	46
4.8	CONCLUSÕES.....	47
<b>5</b>	<b>EXPERIMENTO .....</b>	<b>49</b>
5.1	INTRODUÇÃO.....	49
5.2	PLANEJAMENTO.....	50
<b>5.2.1</b>	<b>Definição dos objetivos.....</b>	<b>50</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Definição da abrangência do estudo .....</b>	<b>51</b>
5.2.2.1	O Sistema de Transporte Urbano por Ônibus de Porto Alegre .....	51
5.2.2.2	A Linha .....	52
<b>5.2.3</b>	<b>Determinação das variáveis ou fatores que influenciam as escolhas .....</b>	<b>55</b>
<b>5.2.4</b>	<b>Seleção da técnica de levantamento de dados .....</b>	<b>55</b>
<b>5.2.5</b>	<b>Projeto do experimento .....</b>	<b>56</b>
5.2.5.1	Definição do número de níveis dos atributos e da amplitude de variação .....	56
5.2.5.2	Combinação dos atributos formando alternativas .....	57
5.2.5.2.1	Pagantes.....	57
5.2.5.2.2	Isentos.....	59
<b>5.2.6</b>	<b>Elaboração do instrumento de pesquisa.....</b>	<b>60</b>

5.2.6.1	Questionário .....	60
5.2.6.2	Cartões .....	60
<b>5.2.7</b>	<b>Pesquisa Piloto .....</b>	<b>61</b>
5.2.7.1	Resultados da pesquisa-piloto .....	62
5.2.7.2	Revisão dos questionários .....	62
<b>5.2.8</b>	<b>Determinação do tamanho da amostra.....</b>	<b>63</b>
<b>5.2.9</b>	<b>Cronograma de execução.....</b>	<b>66</b>
5.3	EXECUÇÃO .....	66
5.4	ESTIMAÇÃO DE MODELOS .....	67
<b>5.4.1</b>	<b>O Modelo Logit.....</b>	<b>67</b>
<b>5.4.2</b>	<b>Modelos estimados.....</b>	<b>68</b>
	Postergação Isentos .....	70
5.5	ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	70
<b>5.5.1</b>	<b>Probabilidades de mudança de horário de viagem .....</b>	<b>71</b>
<b>5.5.2</b>	<b>Impacto sobre custos e tarifa.....</b>	<b>80</b>
5.5.2.1	Redistribuição da demanda.....	80
5.5.2.2	Custos e tarifa.....	82
5.6	CONCLUSÕES.....	84
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>85</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>87</b>
	<b>ANEXO 1 - TABELA HORÁRIA LINHA JUCA BATISTA.....</b>	<b>92</b>
	<b>ANEXO 2 - QUESTIONÁRIO PRELIMINAR PESQUISA-PILOTO .....</b>	<b>94</b>
	<b>ANEXO 3 - QUESTIONÁRIO PRELIMINAR PESQUISA PRINCIPAL.....</b>	<b>96</b>
	<b>ANEXO 4 - PLANILHA TARIFÁRIA PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE SECRETARIA MUNICIPAL DE TRANSPORTES .....</b>	<b>98</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Ciclo vicioso do transporte .....	8
Figura 2.2 - Curva de demanda .....	14
Figura 2.3 - Níveis das escolhas individuais .....	19
Figura 5.1 - Fluxograma do experimento .....	50
Figura 5.2 - Itinerário da Linha Juca Batista .....	53
Figura 5.3 - Perfil de Carregamento da Linha Juca Batista.....	53
Figura 5.4 - Fluxo de chegada de passageiros .....	55
Figura 5.5 - Cartão de preferência declarada.....	61
Figura 5.6 - Volume de passageiros .....	62
Figura 5.7 – Convergência das estimativas: antecipação .....	65
Figura 5.8 – Convergência das estimativas: postergação .....	65
Figura 5.9 – Probabilidades de antecipação das viagens em função da tarifa.....	71
Figura 5.10 - Probabilidades de antecipação das viagens em função do diferencial de tempo	72
Figura 5.11 – Antecipação x postergação em função da tarifa.....	73
Figura 5.12 – Antecipação x postergação em função do diferencial de tempo .....	74
Figura 5.13 - Influência do motivo da viagem na escolha de antecipação .....	75
Figura 5.14 - Influência da alternativa de modo sobre a probabilidade de antecipação.....	76
Figura 5.15 - Influência da distância na antecipação.....	77
Figura 5.16 - Influência da idade sobre a decisão de antecipar o horário da viagem.....	78
Figura 5.17 - Antecipação x postergação entre isentos .....	79
Figura 5.18 – Tempo de antecipação e de postergação entre isentos .....	80
Figura 5.19 – Deslocamento do pico (cenário 1) .....	81
Figura 5.20 – Redistribuição em períodos de 45 minutos (cenário 2).....	81
Figura 5.21 – Redistribuição em períodos de uma hora (cenário 3).....	82

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Tipos de diferenciação tarifária .....	41
Tabela 5.1 – Diferenciação tarifária em Porto Alegre .....	52
Tabela 5.2 - Níveis dos Atributos (pagantes) .....	57
Tabela 5.3 - Diferenciais de tempo .....	58
Tabela 5.4 – Alternativas de antecipação para usuários pagantes .....	59
Tabela 5.5 – Alternativas de postergação para usuários pagantes .....	59
Tabela 5.6 - Níveis dos atributos (isentos) .....	59
Tabela 5.7 – Alternativas de antecipação para usuários isentos de pagamento .....	60
Tabela 5.8 – Alternativas de postergação para usuários isentos de pagamento .....	60
Tabela 5.9 - Amostragem .....	64
Tabela 5.10 - Cronograma de execução da pesquisa .....	66
Tabela 5.11 - Resumo dos modelos de usuários pagantes .....	69
Tabela 5.12 - Resumo dos modelos de usuários isentos .....	70
Tabela 5.13 – Cenário de antecipação em função da tarifa .....	71
Tabela 5.14 - Cenário de antecipação em função do diferencial de tempo .....	72
Tabela 5.15 – Cenários de antecipação e postergação com variação da tarifa .....	73
Tabela 5.16 – Cenários de antecipação e postergação com variação do tempo .....	74
Tabela 5.17 – Cenário de antecipação em função do motivo da viagem .....	75
Tabela 5.18 – Cenário de antecipação em função da existência de alternativa .....	76
Tabela 5.19 – Cenário de antecipação em função da distância .....	77
Tabela 5.20 – Cenário de antecipação em função da idade .....	78
Tabela 5.21 – Cenário de antecipação e postergação em função da tarifa (isentos) .....	79
Tabela 5.22 - Cenário de antecipação e postergação em função do diferencial de tempo (isentos) .....	80
Tabela 5.23 – Tarifa calculada .....	83

## RESUMO

Essa dissertação analisa o potencial de medidas de gerenciamento da demanda no transporte coletivo por ônibus urbano, com foco na tarifa diferenciada por hora do dia. A simultaneidade temporal e espacial das atividades determina picos de demanda por transportes em certos horários do dia, causando congestionamento nas vias e sobrecarga nos transportes coletivos. Neste contexto, o transporte coletivo desempenha importante papel, uma vez que se constitui como único meio de transporte para grande parte da população, além de ser a alternativa mais sustentável para as viagens motorizadas. A conveniência de uma distribuição mais uniforme da demanda por viagens decorre das perdas provocadas pelo congestionamento e do desperdício de recursos que representa a capacidade ociosa do transporte coletivo e do sistema viário urbano nos horários de baixa demanda. Políticas de gerenciamento da demanda por transportes visando diluir os picos são aplicadas com frequência em grandes centros urbanos e, entre as medidas que atuam diretamente sobre a demanda por transporte coletivo, destacam-se as políticas tarifárias, programas de horário de trabalho flexível, escalonado, com semana comprimida ou teletrabalho, e, também, melhorias dos níveis de serviço. Tarifa diferenciada por hora do dia no transporte público é prática corrente em diversos países. Com o objetivo de influenciar o usuário quanto à escolha do horário de viagem, adotam-se valores tarifários mais altos para as viagens realizadas nos períodos de pico e mais baixos fora do pico. Essa estratégia busca atrair a demanda mais elástica para os horários em que o sistema é menos solicitado. A justificativa para a discriminação apóia-se no fato de que a excessiva concentração de usuários em poucas horas do dia é um dos fatores responsáveis pela elevação dos custos totais do sistema. O estudo de caso permitiu analisar, através de modelagem comportamental, a resposta da demanda do período de pico a políticas de diferenciação tarifária por hora do dia. A metodologia empregada mostrou-se adequada e os resultados encontrados permitem concluir que políticas que contemplem variações tarifárias em troca de alterações nos horários de início da viagem podem ser empregadas no contexto analisado. Ainda, verificou-se que os entrevistados aos quais é proposta a antecipação do horário de viagem são mais elásticos do que aqueles aos quais é proposta a postergação do horário de viagem.

## ABSTRACT

This dissertation analyses the potential of demand management measures for the urban bus transit, focusing differential fare by time of day. Time and spatial simultaneous occurrence of activities determines peaks in the demand for transportation under certain periods of the day, causing road congestion and overload in transit systems. Within this context, transit has a fundamental role as it constitutes the only transportation mode available for a significant part of the population, apart from being the most sustainable alternative for motorized trips. The convenience of a more uniform distribution of the demand for trips derives from the losses due to congestion and the waste of resources represented by the non-used capacity of transit and urban roads during periods of low demand. Transportation demand management policies aiming at the alleviation of peak are frequently applied within the context of large urban centers. Amongst these policies are the ones related to fares, flexible and staggered working hours, telework, compressed working weeks, and improving the level of service of transportation supply. Differential fare by time of day, for the transit system, is a current practice in several countries. Higher fares for trips undertaken during the peak periods aim at influencing the user with regard to the selection of the trip period. This strategy aims at attracting the elastic demand for the periods where the system is less used. The justification for the discrimination is based on the fact that the excessive concentration of users during a few hours of the day is responsible for increasing the overall costs of the transportation system. The case study enabled the analysis, throughout behavioral modeling, of the response of the peak period demand to differential fares by time of day. The applied methodology was considered adequate. The results demonstrate that policies derived from the application of differential fares by time of day can be successful, especially for the case when the anticipation of trips is proposed for the users.

## 1 INTRODUÇÃO

A demanda por viagens é derivada das atividades das pessoas: atividades de produção e de consumo de bens. Quanto maior o desenvolvimento da sociedade, maior a atividade econômica e, por consequência, a necessidade de deslocamentos. O padrão atual de uso do solo urbano em grandes cidades, onde se verifica um crescimento horizontal desordenado e uma especialização das diferentes zonas em residenciais, comerciais e industriais, leva à necessidade de transporte motorizado para cobrir as grandes distâncias que separam as pessoas da maioria dos seus destinos.

A simultaneidade temporal e espacial das atividades (principalmente de trabalho e estudo, que, somadas, respondem por 70% dos deslocamentos urbanos no Brasil, conforme CNT, 1992) determina picos de demanda por transportes em certos horários do dia, causando congestionamento nas vias e sobrecarga nos transportes coletivos. Neste contexto, o transporte coletivo desempenha importante papel, uma vez que se constitui como único meio de transporte para grande parte da população (no Brasil, a maior parte: em torno de 68% das viagens motorizadas nas regiões metropolitanas, conforme CNT, 1992). Apesar da atual tendência de queda na demanda em países desenvolvidos e em desenvolvimento, o aumento da participação do transporte coletivo é um objetivo do planejamento de transportes em todos os países do planeta. Os ganhos energéticos e ambientais derivados do transporte coletivo tornam a alternativa mais sustentável para as viagens motorizadas. Note-se que a mobilidade necessária ao desempenho das funções urbanas é restrita não somente pela capacidade viária, mas também pela capacidade ambiental<sup>1</sup>.

Nos transportes públicos, assim como no tráfego em geral, ocorrem diariamente dois picos de demanda: um, pela manhã, gerado principalmente pelas viagens casa-trabalho; outro, no final da tarde, com as viagens trabalho-casa. A conveniência de uma distribuição mais uniforme da demanda por viagens decorre das perdas provocadas pelo congestionamento (em consumo de energia, tempo gasto em transporte e qualidade ambiental) e do desperdício de recursos que representa a capacidade ociosa do transporte coletivo (em termos de equipamentos e trabalho) e do sistema viário urbano nos horários de baixa demanda.

---

<sup>1</sup> Capacidade de uma via ou área para acomodar veículos em relação a um padrão mínimo de qualidade ambiental (Martins, 1998).

Adicionalmente, uma melhor adequação entre oferta e demanda proporcionaria ganhos de qualidade do serviço no que se refere a atributos como tempo de viagem e regularidade.

Políticas de gerenciamento da demanda por transportes visam diluir o pico. São aplicadas com frequência em grandes centros urbanos, e envolvem medidas de gerenciamento de tráfego, como restrições ao acesso de automóveis a determinadas áreas e cobrança de taxas pelo uso das vias, em alguns casos, diferenciadas por hora do dia. Estas medidas objetivam, além da redistribuição temporal e espacial do tráfego, a transferência de parte da demanda para o transporte coletivo, o que requer, por outro lado, a provisão de capacidade adicional. Assim, medidas de atração do usuário de automóvel para o transporte coletivo (como redução de tarifas, melhoria do nível de serviço do transporte coletivo e informação ao usuário) são entendidas como complementares às medidas de dissuasão (como restrições ao estacionamento, moderação de tráfego, pedágio urbano e taxaço dos combustíveis) (Lindau e Kuhn, 1999).

Entre as medidas que atuam diretamente sobre a demanda por transporte coletivo destacam-se as políticas tarifárias, programas de horário de trabalho flexível, escalonado, com semana comprimida ou teletrabalho, e, também, melhorias dos níveis de serviço. Tarifas diferenciadas por hora do dia têm o potencial de atrair as viagens realizadas no horário de pico e que poderiam ocorrer em outros horários, ou seja, as viagens cujo propósito não seja trabalho ou estudo. Se a concentração da demanda no tempo determina um custo mais alto do transporte, justifica-se cobrar mais daqueles que viajam nos horários de pico e cobrar menos daqueles cujo transporte tem custo mais baixo. Cabe, ainda, uma reavaliação da concessão de gratuidades, as quais elevam o custo do transporte justamente para a população cativa do transporte coletivo, constituída principalmente de trabalhadores de baixa renda, e que são concedidas sem distinção de horário no Brasil.

## 1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral desse trabalho é avaliar o potencial da diferenciação tarifária por hora do dia como medida de gerenciamento da demanda no transporte coletivo. De maneira mais específica, pretende-se:

- i. estimar a sensibilidade da demanda por transporte coletivo por ônibus em horários de pico a uma política de diferenciação tarifária por hora do dia;

- ii. avaliar o impacto da política de diferenciação tarifária sobre os custos de produção do serviço;
- iii. obter as elasticidades-preço e elasticidades-tempo da demanda

## 1.2 METODOLOGIA

O trabalho iniciou com uma revisão bibliográfica sobre medidas de gerenciamento de demanda. Em continuidade, desenvolveu-se um levantamento com usuários do transporte coletivo da cidade de Porto Alegre. Os dados coletados em campo foram utilizados para a calibração de modelos de previsão do comportamento da demanda quando sujeita a uma política de diferenciação tarifária em função da hora do dia.

A coleta dos dados foi feita através da técnica de preferência declarada, que é particularmente adequada para avaliar cenários hipotéticos, como é o caso da tarifa diferenciada por hora do dia que nunca foi empregada no município de Porto Alegre. As entrevistas foram aplicadas a usuários de uma mesma linha de transporte urbano por ônibus e os dados obtidos a partir delas formaram a base para a estimação de modelos comportamentais.

Os resultados obtidos são úteis ao planejamento de transportes urbanos, na medida em que permitem prever tendências de comportamento da demanda submetida a diferentes cenários de políticas tarifárias. Empresas operadoras de transportes coletivos também podem se beneficiar desses resultados pois, por exemplo, as elasticidades estimadas possibilitam a previsão de receitas decorrentes da alteração dos níveis tarifários.

## 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação está dividida em seis capítulos, incluindo introdução e conclusões. No capítulo 2, trata-se da demanda por serviços de transportes, caracterizando-a e enfatizando aquilo que a diferencia da demanda por bens e serviços em geral. São abordadas as finalidades da previsão de demanda e os fatores que a influenciam. Após a revisão de conceitos e de estudos de elasticidade da demanda na área de transporte coletivo, são apresentadas as técnicas de modelagem e previsão.

No capítulo 3 são discutidas as medidas de gerenciamento da demanda por transportes com potencial para influenciar o comportamento dos usuários de transporte coletivo: arranjos

alternativos de horários de trabalho e políticas tarifárias. Descrevem-se as medidas, seus efeitos, aplicabilidade e estudos sobre o tema.

O capítulo 4 inicia pela contraposição das políticas de tarifa única e tarifa diferenciada. Segue-se uma descrição da estratégia de diferenciação tarifária como medida de gerenciamento da demanda e seus efeitos. O capítulo finaliza com uma revisão de estudos relacionados com o tema.

O capítulo 5 relata o estudo de caso, começando pela descrição do contexto em que a pesquisa foi realizada, a cidade de Porto Alegre, seu sistema de transporte urbano por ônibus e a linha amostrada. Segue-se o resumo da metodologia empregada para levantamento e análise de dados. Também é feita uma descrição detalhada da pesquisa de campo, do planejamento à execução. Por fim, são apresentados os modelos estimados e uma simulação dos resultados que podem ser obtidos em diferentes cenários de diferenciação tarifária.

As conclusões que o estudo permitiu, além de sugestões para trabalhos futuros, encontram-se no capítulo 6.

## 2 A DEMANDA POR TRANSPORTES

### 2.1 INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades e de sua atividade econômica traz consigo o aumento das necessidades de deslocamento de pessoas e de cargas. De maneira geral, em uma economia de mercado, a demanda por serviços de transportes obedece às leis que são válidas para qualquer bem ou serviço.

Este capítulo inicia pela caracterização da demanda por serviços de transportes, enfatizando aquilo que a diferencia da demanda por bens e serviços em geral. Em seguida, trata-se da necessidade de prever a demanda futura e dos fatores que podem influenciá-la. Desenvolve-se uma revisão de conceitos e de estudos de elasticidade da demanda na área de transporte coletivo. O capítulo finaliza apresentando as técnicas de modelagem e previsão.

### 2.2 CARACTERÍSTICAS DA DEMANDA POR TRANSPORTES

De acordo com Manheim (1979), a demanda básica que motiva as decisões de um indivíduo (ou domicílio) é o desejo de ter um certo padrão de atividades, que pode ser definido pelas escolhas que ele faz quanto a emprego, residência, padrões de consumo e atividades sociais. O estilo de vida desejado determina o padrão de atividades adotado, que origina as escolhas de localização, as quais, por sua vez, levam às decisões de viagens. Para adotar um determinado padrão de atividades, o indivíduo necessita estar em determinados lugares em determinados momentos, o que leva às escolhas do padrão de viagens.

A demanda por serviços de transportes distingue-se por algumas características específicas, segundo Ortúzar e Willumsen (1994):

- a) derivada – o transporte, em si, não satisfaz qualquer necessidade, é demandado como meio para alcançar a satisfação de necessidades de consumo e produção de outros bens ou serviços;
- b) tem lugar no espaço – a distribuição das atividades no espaço determina a demanda por transporte;

- c) diferenciada – por hora do dia, dia da semana, motivo da viagem, tipo de carga, importância da velocidade e frequência, etc. A oferta de um serviço de transporte sem os atributos necessários para atender essa demanda diferenciada pode se tornar inútil;
- d) variação temporal – a demanda tende a estar concentrada em períodos de pico, principalmente em áreas urbanas.

Essas características tornam mais complexas a análise e a previsão de demanda, que são elementos cruciais na maior parte dos estudos de planejamento de transportes. Da maneira mais simples possível, pode-se dizer que o objetivo da previsão de demanda é a adequação da oferta. O planejamento da oferta depende da análise de demanda, especialmente no que se refere à infra-estrutura de sistemas de transportes, que pode requerer anos para ser implantada.

### **2.2.1 Previsão de demanda**

Prever o uso de uma nova facilidade de transporte a ser implantada é o primeiro passo para uma decisão racional quanto à conveniência do investimento. Além disso, tanto para o poder público, em nível estratégico do planejamento, como para empresas operadoras, ter uma estimativa da sensibilidade da demanda a quaisquer mudanças propostas dá maior segurança aos que precisam tomar as decisões e previne a possibilidade de trabalhar contra os próprios objetivos. Uma redução de preços implementada com o objetivo de incentivar mais viagens e, assim, aumentar a receita, pode resultar em diminuição da receita quando não se tem idéia de quantas viagens extra serão feitas a um diferente nível de tarifa.

Assim como a demanda por quaisquer bens ou serviços, a demanda por transportes não é determinada apenas pelo preço. As características do serviço, e as de modos concorrentes (automóvel, trem, etc.), além de outros fatores, também afetam a quantidade demandada.

### **2.2.2 Fatores que influenciam a demanda**

#### **2.2.2.1 Uso do solo**

O padrão de uso do solo incentivado ou tolerado nas últimas décadas, em que as zonas residenciais das grandes cidades localizam-se cada vez mais distantes das áreas comerciais e industriais, determina uma demanda por viagens motorizadas. Essa demanda vem se tornando

insustentável devido a externalidades negativas geradas, tais como congestionamento e poluição.

O uso do solo não somente tem um impacto direto sobre a demanda, ele próprio é afetado por mudanças na oferta. A influência do uso do solo sobre a demanda é mais fácil de estudar do que o efeito reverso, da oferta de transportes sobre o uso do solo, principalmente devido à escala de tempo (Small, 1992). Além disso, tomando como exemplo a cidade de Porto Alegre, a ocupação de novas áreas tende a iniciar-se por uma ocupação rarefeita, seguida de reivindicação junto à administração municipal de infraestrutura e serviços públicos, não somente de transporte. Com o atendimento dessas reivindicações inicia o processo de adensamento e, com o conseqüente aumento da demanda, a qualidade dos serviços de transporte tende a melhorar, principalmente no que se refere à frequência, tornando-se mais um fator de atratividade para a localização de residências.

A oferta de transporte com elevado nível de serviço pode contribuir para a dispersão urbana. Entretanto, a concentração da população e da atividade econômica em corredores bem definidos pode justificar economicamente um sistema de transporte de massa de alta qualidade que não seria viável em uma área esparsamente ocupada (Ortúzar e Willumsen, 1994).

Segundo Morlok (1978), qualquer redução nos custos ou outros melhoramentos no sistema de transportes irá influenciar o padrão de localização da produção e dos fornecedores dos centros de consumo. Como a produção necessita de trabalhadores, mudanças na localização da produção serão acompanhadas por mudanças na localização das residências, o que, por sua vez, afeta a demanda e pode levar a um posterior deslocamento da produção. A idéia de que um uso misto do solo poderia reduzir a dependência do automóvel, disponibilizando serviços e empregos a uma distância de caminhada das residências, é atualmente bem aceita de maneira geral por planejadores (Ploeger e Baanders, 1995).

Ao estudar os efeitos do uso misto do solo sobre o sistema de transportes, Rutherford *et al* (1997) realizaram um levantamento com diários de viagem em três grandes áreas de Seattle. Foram analisados separadamente dados de viagens referentes a dias de semana e finais de semana. Corroborando a noção de que o uso misto reduz a necessidade de viagens motorizadas, o estudo encontrou uma redução de 27 a 119% na distância viajada pelos residentes em subúrbios de uso misto, em relação a outros subúrbios. Quanto às viagens de

fim de semana, o estudo evidencia um efeito equivalente ao ocorrido nos dias de semana, no que se refere a distâncias de viagem.

### 2.2.2.2 Renda e motorização

O aumento da renda tem um efeito direto sobre a demanda por viagens em geral, decorrente do aumento no consumo. Acompanhando o crescimento da renda, aumenta a motorização da população, à qual é atribuída parte da queda de demanda por transporte coletivo ao longo das últimas décadas (NTU, 1998).

A demanda por transportes oriunda do aumento da renda se distribui entre os diferentes modos disponíveis, inclusive o automóvel. De acordo com estudos reportados pelo TRRL (1980), descontando o efeito da motorização, permanece um efeito positivo da renda sobre a demanda por transporte coletivo, devido aos deslocamentos das pessoas que não têm um carro disponível, mesmo fazendo parte de um domicílio que o tem. O primeiro carro de um domicílio retira do transporte coletivo um número bem mais considerável de viagens do que o segundo carro.

### 2.2.2.3 Tarifa de transporte coletivo

A influência da tarifa sobre a demanda se faz sentir nos dois sentidos: assim como o aumento da tarifa reduz a demanda, a redução da demanda provoca aumento dos custos que se refletem na tarifa, formando um ciclo vicioso (Figura 2.1) ilustrado por Ortúzar e Willumsen (1994). Esse círculo, segundo os autores, pode ser quebrado através de subsídios e prioridades para ônibus e de restrições ao uso do automóvel particular, medidas complementares que visam manter estáveis os níveis de demanda.

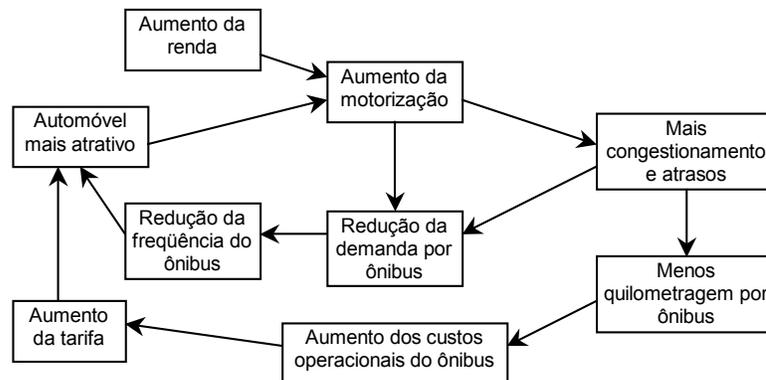


Figura 2.1 - Ciclo vicioso do transporte

Entretanto, uma tarifa reduzida a zero não significa aumentos significativos na demanda. Studenmund e Connor (1982), avaliando resultados de experimentos que consistiram na eliminação das tarifas de ônibus nos períodos fora do pico, em três cidades dos EUA, encontraram um aumento líquido de 15% na demanda total e de 45% fora do pico. Muito poucas dessas viagens foram geradas pela gratuidade, sendo a maior parte pré-existente, atraída de outros modos, inclusive caminhada. Os resultados indicam que as metas propostas não foram significativamente atingidas: o total de viagens por automóvel não foi sensivelmente afetado; a mobilidade das pessoas em desvantagem social aumentou ligeiramente em decorrência do aumento das viagens realizadas por jovens; o programa não teve efeitos notáveis sobre a área comercial, sobre empregos, etc. mas gerou, por outro lado, um imediato aumento de demanda, sendo que grande parte se manteve após a volta da cobrança de tarifas.

O custo total (ou generalizado) do transporte, para o usuário, é composto pelo valor monetário da tarifa, pelo tempo gasto para se transportar, e pelo esforço físico necessário para alcançar o transporte, entre outros atributos. O usuário tem um “orçamento” de tempo e dinheiro para alocar a viagens diariamente. Roth e Zahavi (1981) identificaram uma tendência de regularidade nesse sentido, associada à renda, tamanho do domicílio e outras características sócio-econômicas.

Com o declínio generalizado da demanda em anos recentes, a maior preocupação da indústria do transporte coletivo passou da geração de receita adicional para a reversão do quadro. Esta mudança é marcada por um maior foco no “consumidor” – através da simplificação de estruturas tarifárias, melhoramento da conveniência através da introdução de opções de pagamento antecipado, ou introdução de descontos nas tarifas. Embora estratégias de tarifa diferenciada sejam usadas por algumas empresas, a indústria tem-se inclinado para esquemas de tarifa única com elementos *market-based*, envolvendo a oferta de vários tipos de opções de pagamento antecipado. Três quartos das empresas norte-americanas de transporte coletivo ofereciam algum tipo de opção de pagamento antecipado com desconto (um ou mais tipos de passes de viagens ilimitadas, alguma forma de desconto por volume ou período) (Fleishman *et al*, 1996).

#### 2.2.2.4 Custos da oferta de transportes

Os custos de provisão do serviço de transportes são determinantes do nível tarifário, a menos que esse valor seja subsidiado. Tarifa, tempo e esforço físico são os componentes

básicos do custo generalizado para o usuário. Tanto os custos de produção como os dois últimos elementos dos custos para o usuário, tempo e esforço, são variáveis dependentes das próprias características do serviço ofertado (frequência, cobertura e ocupação). Essa interdependência entre custos e demanda representa mais uma dificuldade no planejamento de transportes. A capacidade de prever os custos de provisão do serviço é tão importante para um planejamento eficiente de sistemas de transporte quanto a previsão de demanda.

Os picos de serviço, que requerem uma capacidade de oferta maior que a média, constituem o principal fator de elevação dos custos de provisão do serviço de transporte, já que a maior parte de seus componentes está relacionada ao custo do trabalho, mais do que às distâncias viajadas. O atendimento de uma demanda dispersa, com baixa ocupação veicular apresenta um custo por passageiro bem mais alto do que nos corredores com demanda concentrada. Considerando que os custos de remuneração de pessoal somados à depreciação dos veículos representam em torno de 45% do valor da tarifa de ônibus urbano no Brasil (Lindau *et al*, 1987), tem-se uma medida do potencial da racionalização do uso destes recursos. Balassiano (1998b) estima que a retirada de um ônibus do serviço geraria um benefício líquido de US\$ 128.000,00 por ano ao operador, levando em conta apenas os custos do equipamento. Reduções obtidas nos custos de operação poderiam ser apropriadas pelo usuário na forma de queda dos níveis tarifários e este é um dos benefícios visados na implementação de medidas de gerenciamento de demanda.

#### 2.2.2.5 Qualidade do serviço

Em geral, o efeito de mudanças em serviços frequentes e confiáveis é menos significativo do que de outros menos confiáveis e de baixa frequência. Usuários cativos são menos sensíveis à qualidade do serviço do que aqueles que têm um carro disponível. Viagens de curta distância são particularmente sensíveis à frequência do serviço. Quanto ao conforto e conveniência, são atributos importantes a possibilidade de viajar sentado, a proteção contra intempéries, a necessidade de transbordo. As condições físicas das estações, em geral, pesam pouco nas decisões, já o aspecto interno dos veículos é considerado muito mais importante, de acordo com estudo realizado por Swanson e Ampt (1997) a respeito de preferências de usuários de transporte coletivo. O TCRP (1999) considera como determinantes da qualidade do serviço confiabilidade, competência, acessibilidade, cortesia dos funcionários, comunicação com os usuários, credibilidade, segurança, compreensão das necessidades do usuário e ambiente físico. Lindau *et al* (2001), em estudo comparativo do desempenho de

empresas prestadoras do serviço de transporte coletivo, selecionaram indicadores representativos para essa avaliação. Esses indicadores baseiam-se em cumprimento de viagens, reclamações de usuários, velocidade média, acessibilidade de deficientes, segregação do espaço viário, veículos por linha, idade média da frota, e outros relacionados à produtividade.

Note-se que não somente as características do serviço influenciam a demanda, como essas características são afetadas por ela. O tempo de viagem, que é um dos atributos mais significativos do serviço, varia de acordo com o volume de passageiros transportados. Esse efeito interativo é estudado por Hendrickson (1981), relacionando-o a custos e tarifa, e é abordado no Transit Capacity and Quality of Service Manual (TCRP, 1999).

#### 2.2.2.6 Encadeamento de viagens

Segundo Hanson (1980), as viagens a trabalho com múltiplos propósitos não são somente uma proporção considerável, como mais comuns do que viagens cujo único propósito é o trabalho. O encadeamento de viagens é um dos mecanismos utilizados pelas pessoas que adaptam seu comportamento de viagens a restrições de dinheiro e de tempo. Lerman (1979) observa que as viagens com propósito diferente de trabalho têm padrões mais complexos, com mais paradas e com um alto grau de substitutabilidade entre destinos alternativos. Como a maioria das viagens a trabalho ocorre nos períodos de pico, o reescalonamento das viagens com outros propósitos poderia reduzir o congestionamento. Por outro lado, um maior número de viagens com cadeias mais simples é menos eficiente em geral, pois aumenta as distâncias percorridas. Isso não seria desejável, e uma possível solução seria a flexibilização ou reescalonamento dos horários de trabalho, deslocando as viagens a trabalho para horários fora do pico (Kim *et al*, 1994).

A ligação entre o local de trabalho e certas funções urbanas afeta os padrões de uso do solo. Os estabelecimentos são atraídos pela passagem das pessoas e é importante saber quais as atividades mais frequentemente visitadas por elas nas viagens a trabalho; por outro lado, as pessoas são atraídas pelos estabelecimentos, e é importante saber quais os negócios mais dependentes das visitas de pessoas no caminho do trabalho (Hanson, 1980). Em estudos de impacto de pólos geradores de tráfego, como *shopping centers*, por exemplo, considera-se que em torno de 25% das viagens atraídas pelo empreendimento são devidas ao tráfego de passagem preexistente. Essas taxas variam de acordo com a área construída do estabelecimento (USDOT, 1985).

Hanson (1980) observa que a tendência de combinação de grande parte das jornadas de um domicílio serem encadeadas à viagem ao trabalho pode afetar a escolha de modo. Hartgen (1973, *in*: Hanson, 1980) também identifica a facilidade com que outros locais podem ser visitados na viagem ao trabalho como um atributo importante na escolha do modo. Quanto aos usuários de transporte coletivo, devido à pouca flexibilidade de trajeto oferecida por este modo, é mais provável que façam viagens encadeadas a pé. Para Rietveld *et al* (2001), a falta de confiabilidade dificulta a formação de cadeias, mais ainda quando a frequência do serviço é baixa. Entretanto, Adler e Ben-Akiva (1979) observam que tarifas de transporte coletivo diferenciadas por tempo incentivam a criação de cadeias mais complexas por este modo.

Hensher e Reyes (2000) testaram a hipótese de que a probabilidade de utilizar o transporte coletivo diminui com o aumento de paradas, ou nós, em uma cadeia. Os resultados indicam que a complexidade da cadeia somente é uma barreira ao uso do transporte coletivo no que se refere a viagens a trabalho.

#### 2.2.2.7 Políticas públicas

Políticas públicas podem incentivar ou reprimir a demanda por transportes, ou apenas promover migração de usuários de um modo para outro. Algumas políticas que afetam a demanda por transportes são as restrições ao uso de automóveis ou ao seu acesso a áreas definidas, prioridade para a circulação de veículos de transporte coletivo ou com alta ocupação, controle de estacionamento nas vias e fora delas, escalonamento de horários, subsídios ao transporte coletivo, etc.

Esquemas de prioridade para veículos de transporte coletivo podem ter efeito sobre a demanda quando é notável o resultado dessa prioridade na qualidade do serviço. Quando o sistema todo se encontra congestionado e as medidas proporcionam um significativo aumento da velocidade média do transporte coletivo, a comparação pode atrair demanda do transporte individual. A decisão de utilizar ou não o transporte coletivo depende da qualidade do serviço, em relação aos modos concorrentes (TRB, 1999).

As restrições ao uso de automóveis particulares incluem imposto adicional sobre o combustível, cobrança de pedágio urbano, faixas exclusivas para veículos com alta ocupação

(HOV), proibição de acesso a determinadas áreas e rodízio de placas<sup>2</sup>. Em maior ou menor grau, cada uma dessas medidas age como um obstáculo ao uso do automóvel particular, com a intenção de promover a migração dos usuários para um modo coletivo, mais eficiente e menos poluente. Esquemas de prioridade para veículos com alta ocupação, ao incentivar a prática da carona, podem ter um efeito de migração do usuário de transporte coletivo também (Leman *et al*, 1994).

O controle de estacionamento nas vias, juntamente com o controle da permissão para garagens pagas, pode ser muito eficiente para manter o tráfego em níveis aceitáveis. A proibição de estacionamento, apesar de descongestionar o tráfego (incentivando o uso do automóvel), empurra o usuário para as garagens pagas (elevando o custo da viagem) ou para um estacionamento mais distante de seu destino (aumentando o custo em tempo de caminhada).

Quanto ao escalonamento de horários das atividades por parte do poder público, assim como o incentivo à flexibilização por parte da iniciativa privada, ambos têm um efeito direto sobre a dimensão temporal da demanda. Essa influência se reflete nos picos de demanda e nos custos operacionais, sendo possíveis medidas de gerenciamento com objetivos de racionalização e redução de externalidades dos transportes.

Políticas de subsídios ao transporte coletivo são vistas como inevitáveis por alguns governos e, por outros, como inaceitáveis. A proporção de subsídio direto dos governos municipais e estaduais no Brasil à operação de sistemas de transporte coletivo varia de acordo com a cidade, sendo que algumas operam sem nenhum subsídio direto. Entretanto, o subsídio cruzado entre as diferentes linhas de um mesmo sistema é quase padrão, especialmente nas cidades onde há sistema de tarifa única. Mesmo nos casos em que a tarifa é estabelecida com base em distância viajada, permanece a possibilidade de subsídio cruzado devido à diferença de custos de provisão do serviço em horários diferentes, por exemplo.

---

<sup>2</sup> Rodízio de placas – permissão para circular nos horários de pico de acordo com a numeração das placas do veículo e o dia da semana. Utilizada na cidade de São Paulo com o objetivo de reduzir o congestionamento e a emissão de poluentes por parte dos veículos (CET, 2001).

## 2.2.3 Elasticidade da demanda por transportes

### 2.2.3.1 Conceito de elasticidade da demanda

Em uma economia de mercados, o comportamento do consumidor diante da oferta de determinado produto ou serviço, a diferentes preços, pode ser descrito por meio de uma "curva de demanda", como a da Figura 2.2. Relativamente a uma população em um período determinado, a cada preço corresponde uma quantidade demandada (Wonnacott e Wonnacott, 1985).

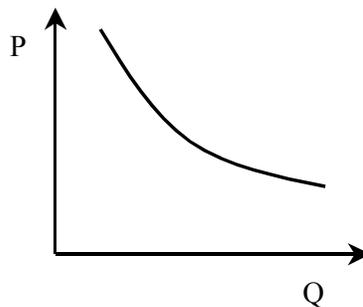


Figura 2.2 - Curva de demanda

O conceito de elasticidade é freqüentemente utilizado para resumir a sensibilidade da demanda a mudanças nos fatores que a influenciam. A elasticidade da demanda pode ser definida como a mudança proporcional na demanda em razão da mudança proporcional em um fator controlado, ou variável explicativa (Grey, 1975).

Na prática, a elasticidade é medida de várias formas, de acordo com a importância da mudança na variável explicativa: elasticidade ponto (ou percentual), elasticidade arco, elasticidade linear (ou de ponto médio) e razão de redução.

### 2.2.3.2 Elasticidades-preço

As equações a seguir são uma adaptação das que se encontram em APTA (1991), em Lago *et al* (1981), em Donoso e Fernandes (1984) e em TRRL (1980), para cálculo da elasticidade-preço da demanda. Quando a variação é infinitesimal, todas as medidas coincidem; para grandes variações a diferença entre as medidas pode ser substancial, particularmente entre a razão de redução e as outras duas.

Deve-se distinguir entre elasticidade própria e elasticidade cruzada: a elasticidade que mede a variação na demanda por transporte coletivo devido a um aumento nos custos do uso

do automóvel é medida por uma elasticidade cruzada. Elasticidades próprias em relação a tarifas ou tempo de viagem são provavelmente negativas, refletindo a condição de que menos viagens são feitas quando as tarifas sobem. Elasticidades cruzadas com relação a estas mesmas variáveis assumirão valores positivos quando os fatores que sofrem mudança são associados a um modo concorrente, e negativos se o modo é complementar ao transporte coletivo.

#### 2.2.3.2.1 Elasticidade ponto ou percentual

A elasticidade ponto é uma medida adequada para variações muito pequenas tanto da tarifa como da demanda. É calculada como em (1).

$$\varepsilon_{pt} = \frac{dD}{dT} \cdot \frac{T_1}{D_1} \quad (1)$$

Onde:

$D$  = demanda

$T$  = tarifa

#### 2.2.3.2.2 Elasticidade de ponto médio

A elasticidade de ponto médio é uma medida adequada para variações maiores da demanda e da tarifa. O cálculo é feito pela equação (2).

$$\varepsilon_{pm} = \frac{(D_2 - D_1)}{(D_2 + D_1)/2} \div \frac{(T_2 - T_1)}{(T_2 + T_1)/2} = \frac{(D_2 - D_1)(T_2 + T_1)}{(D_2 + D_1)(T_2 - T_1)} \quad (2)$$

#### 2.2.3.2.3 Elasticidade arco

A elasticidade arco (3) dá resultados muito próximos da elasticidade de ponto médio. A elasticidade arco é numericamente maior do que a razão de redução e é numericamente menor do que a elasticidade de ponto médio para variações positivas da variável explicativa (aumento da tarifa, por exemplo), enquanto o inverso ocorre para variações negativas (redução da tarifa, por exemplo).

$$\varepsilon_{arc} = \frac{\log D_2 - \log D_1}{\log T_2 - \log T_1} \quad (3)$$

#### 2.2.3.2.4 Razão de redução

Dá como resultado a redução de demanda verificada devido a um aumento na tarifa. É calculada como na equação (4), considerando que a tarifa aumenta de  $T_1$  para  $T_2$  e a demanda diminui de  $D_1$  para  $D_2$ :

$$\epsilon_{rr} = \frac{D_2 - D_1}{D_1} \div \frac{T_2 - T_1}{T_1} = \frac{\Delta D / D_1}{\Delta T / T_1} \quad (4)$$

#### 2.2.3.3 Estudos a respeito de elasticidades

Em geral, estudos realizados em países economicamente desenvolvidos têm encontrado demandas pouco elásticas (APTA, 1991; Hensher e Bullock, 1979; Lago *et al*, 1981; TRRL, 1980). No caso de demanda inelástica, aumentos nas tarifas devem produzir aumento de receitas, e aumentos aplicados a um serviço ou hora do dia dificilmente levarão a uma perda de receita líquida.

Viagens fora do pico são mais influenciadas pelas tarifas do que nos horários de pico, quando a maior parte das viagens tem motivo trabalho. A maior sensibilidade daquela demanda ao preço dá margem à diferenciação tarifária. Ressalva-se, no entanto, que, entre os estudos analisados, os esquemas aplicados foram geralmente de redução fora do pico e não de aumento no pico, provocando perda de receitas em quase todos os casos. A disponibilidade de um modo alternativo para realizar a viagem também tem influência sobre a elasticidade da demanda em relação à tarifa. As viagens dos usuários cativos são pouco elásticas.

Muitas vezes, os efeitos de uma política tarifária alternativa somente são avaliados após sua implantação. Entretanto, pode-se projetar tais efeitos a partir do conhecimento da elasticidade-preço da demanda. Encontram-se na literatura diversos estudos realizados para determinar elasticidades da demanda por transportes. Em trabalho recente, a APTA (1991) apresenta a aplicação de um modelo econométrico na estimação de elasticidades da demanda em sistemas de transporte coletivo por ônibus, utilizando dados de levantamentos realizados antes e depois de alterações nas tarifas em 52 sistemas de transporte coletivo norte-americanos. Em média, um aumento de 10% nas tarifas resultaria em uma diminuição de 4% na demanda.

A resposta dos usuários varia com os custos generalizados do transporte e com o ambiente em que o sistema opera. Espera-se que os passageiros sejam mais sensíveis a

variações nas tarifas quando estas significam uma grande parte do custo total, considerando tempo, dinheiro e esforço. Desta forma, a elasticidade deve ser mais alta a níveis tarifários mais altos (TRRL, 1980).

Além disso, as elasticidades são iguais para aumentos e reduções nas tarifas e, em ambientes inflacionários, conforme o valor real da tarifa diminui com a inflação, aumenta a demanda (TRRL, 1980). De acordo com Grey (1975), para estimar os efeitos de mudanças nas tarifas em um clima inflacionário é assumindo que a demanda é afetada apenas por mudanças nos preços relativos. Assim, por exemplo, se o nível dos preços em geral sobe 20% como resultado da inflação, e se as tarifas sobem 20%, não há efeito sobre a demanda, já que não muda o nível real da tarifa. Se as tarifas são mantidas quando os preços em geral sobem, a demanda aumenta. E, se as tarifas sobem quando os outros preços são mantidos, a demanda diminui. Entretanto, o efeito dos aumentos tarifários em ambiente inflacionário depende sempre da percepção do usuário. Somente após uma certa convivência com a inflação, pode-se esperar que a população de modo geral passe a compreender seus mecanismos e atribuir à tarifa seu valor real.

Hensher e Bullock (1979) comparam elasticidades-preço derivadas de estudos antes-e-depois de uma redução tarifária com resultados de modelos de demanda de seção cruzada. Posteriormente foram investigados os efeitos da percepção errônea da mudança na tarifa (redução efetiva de 20% e redução percebida, equivalente a 13%) e de outros fatores, a fim de determinar o impacto real da redução tarifária na demanda.

Lago *et al* (1981) analisaram as elasticidades da demanda por transporte coletivo em relação aos atributos do serviço: *headway*, tarifa, tempo de viagem, confiabilidade, disponibilidade de assento, número de transbordos. Confirmando o que foi observado no estudo do TRRL (1980), o usuário de serviços com nível satisfatório mostram menor sensibilidade a mudanças no *headway* do que aqueles que utilizam serviços de qualidade mais baixa. A demanda por viagens a trabalho é praticamente inelástica em relação à qualidade do serviço e isso se verifica nos diversos modos. Fora do pico, em áreas mal servidas, a demanda apresenta sensibilidade mais pronunciada.

Donoso e Fernandes (1984) analisam as características gerais das elasticidades da demanda a variações nas tarifas, para o caso do transporte coletivo (ônibus suburbano e metrô) em Santiago, Chile. As elasticidades são derivadas de séries históricas da demanda em sistemas de ônibus e metrô. Os resultados obtidos indicam elasticidades comparativamente

maiores do que em países desenvolvidos, com algumas inconsistências, inclusive um valor positivo de elasticidade-preço, imputadas ao efeito de crescimento da demanda.

Combinando dados de preferência declarada e de preferência revelada, Hensher e King (1998) construíram uma matriz de elasticidades diretas e cruzadas para diferentes classes de tarifas de ônibus. O objetivo da previsão de demanda nesse estudo era avaliar implicações de variações nos preços sobre a receita e conseqüências da introdução de novas classes de tarifas.

Jara-Díaz *et al* (1996) desenvolveram modelos estruturais a partir de séries históricas dos meses de abril a novembro de 1980 a 1994, para estudo da evolução e previsão da demanda de dias de semana do metrô de Santiago, Chile. Foram estimadas elasticidades próprias e cruzadas derivadas de modelos computacionais, calibrados através do software *Time Series Processor – TSP*. Uma das variáveis utilizadas, tarifa, foi corrigida mediante divisão pela renda e o efeito do nível de emprego sobre a demanda foi reduzido pela quantidade de chuvas. As elasticidades próprias resultaram inferiores àquelas então utilizadas pelo *Departamento de Planificación del Metro*. Na linha utilizada por usuários de renda mais baixa a elasticidade resultou  $-0,24$  e na outra linha analisada  $-0,14$ , diferença considerada consistente pelos autores.

#### **2.2.4 Técnicas de previsão da demanda**

Prever a demanda é prever o comportamento das pessoas. E, para prever, é necessário compreender. Manheim (1979) apresenta uma boa estrutura da decisão individual sobre viagens. As aspirações pessoais determinam as escolhas, como ilustra o esquema da Figura 2.3.

As decisões de viagens, viajar ou não, quando, para onde, por qual modo e rota, dependem: 1) do motivo da viagem; 2) das alternativas disponíveis; e 3) dos atributos do serviço (de cada alternativa). O comportamento de viagens do indivíduo pode ser explicado pelas alternativas que ele percebe, pelas conseqüências das escolhas que ele considera importantes e pelos motivos das escolhas. A partir da observação do comportamento de viagens de uma amostra da população em estudo, pode-se desenvolver modelos que repliquem esse comportamento através de equações matemáticas.



Figura 2.3 - Níveis das escolhas individuais

#### 2.2.4.1 Modelos de previsão de demanda

Os primeiros esforços para estimar a demanda por transportes limitaram-se ao relacionamento de variáveis como renda dos usuários e preço do serviço, tendendo a dissimular dimensões importantes da estrutura do comportamento das pessoas que viajam. Os chamados modelos 4 etapas, procedimentos essencialmente seqüenciais, são o resultado da lenta evolução do conhecimento nessa área. Nessa abordagem, a demanda por viagens e a distribuição dos destinos são derivadas de características de uso do solo. O procedimento segue com a escolha entre os modos disponíveis e finaliza com a alocação das viagens a uma rede. Esse tipo de modelo é especialmente adequado à previsão de demanda em sistemas urbanos, que possuem redes complexas com variedade de destinos e rotas substitutos (Meyer e Straszheim, 1997).

##### 2.2.4.1.1 Modelos agregados e desagregados

O nível de agregação dos dados utilizados em um estudo de planejamento de transportes é determinante para a qualidade do produto final e para os custos do trabalho de coleta e análise de dados. A agregação de dados exógenos (informação sobre pontos que não o comportamento dos viajantes, que o modelo procura reproduzir) é um elemento de especial interesse (Ortúzar e Willumsen, 1994). Um modelo agregado, ou de primeira geração, representa o comportamento médio de uma população, sendo aceitável uma certa agregação dos dados exógenos. Os modelos desagregados, de segunda geração ou comportamentais, representam o comportamento individual e a informação exógena pode ser obtida e utilizada separadamente para cada indivíduo. Pode-se utilizar dados do Censo sobre a renda dos

moradores de uma zona, ou perguntar a cada um dos entrevistados. O fundamento teórico de uso mais generalizado é o modelo aditivo de utilidade aleatória de McFadden, segundo o qual o indivíduo escolhe, em face de alternativas discretas, aquela que maximiza a utilidade. A escolha é probabilística porque as variáveis medidas não incluem todas as questões relevantes para a decisão individual (Small, 1982).

A diferença essencial entre modelos agregados e desagregados, segundo Ortúzar e Willumsen (1994), está no tratamento da descrição do comportamento, particularmente durante o processo de desenvolvimento do modelo. A modelagem desagregada, claramente superior ao agrupamento por zona ou segmentos predefinidos, requer, entretanto, profissionais com nível mais elevado de preparo em estatística e economia para seu uso.

#### 2.2.4.2 Preferência Declarada

Até a década de 1980, a modelagem da demanda por transportes baseava-se apenas em informações a respeito de comportamento observado na realidade, ou em dados de **preferência revelada**. Entretanto, essa técnica não permite a investigação das reações a novas opções de transportes e é limitada no que se refere a atributos de difícil observação, como qualidade ou conveniência.

Oriundas do campo da pesquisa de mercado, as técnicas de **preferência declarada** (*stated preferences* ou *stated intentions*), são adequadas para estimar a resposta a escolhas hipotéticas, que não fazem parte do sistema real e que, portanto, não podem ser observadas (Ortúzar e Willumsen, 1994).

As críticas mais sérias a essas técnicas referem-se à possibilidade de introdução de um viés nas estimações, devido à empolgação dos respondentes, que declaram não aquilo que fariam na situação proposta, mas aquilo que gostariam de fazer. Esse tipo de erro, inerente à técnica, pode ser minimizado por um bom planejamento e apresentação das perguntas, reduzindo as margens para interpretações equivocadas e destacando o que deve ser considerado na escolha.

Mesmo assim, a técnica é muito utilizada em pesquisas de suporte ao planejamento de transportes. A realização de pesquisas-piloto possibilita uma prévia estimação de parâmetros e avaliação da consistência dos resultados, assim como identificação de problemas e dificuldades na condução das entrevistas e na compreensão das questões propostas.

## 2.3 CONCLUSÕES

O serviço de transporte coletivo pode ser considerado, até certo ponto, como um bem perecível. Se um lugar ofertado em uma determinada viagem não for ocupado por um passageiro, terá sido ofertado inutilmente e não poderá ser utilizado posteriormente. Considerando as características que diferenciam a oferta e a demanda por serviços de transporte coletivo urbano, fica clara a necessidade de prever a evolução da demanda tão aproximadamente quanto possível.

O estudo dos fatores que influenciam a demanda fornece elementos para a compreensão do comportamento individual no que se refere a escolhas de viagens. A partir desse conhecimento se desenvolvem as técnicas de previsão que auxiliam o planejamento da oferta dos serviços de transportes.

Governos e empresas operadoras, devido à necessidade de garantir a adequada alocação de recursos para investimento, se beneficiam com uso de técnicas acuradas de previsão. Esforços no sentido de quantificar a sensibilidade da demanda, ou a reação do usuário às características e ao preço do serviço ofertado, são desenvolvidos em ambos os setores.

Informação confiável a respeito das conseqüências de possíveis alterações nas características da oferta é imprescindível ao planejamento, pois a adoção de medidas para modificar o comportamento do consumidor pode ser uma solução econômica quando não há recursos para aumentar a oferta. O gerenciamento da demanda por transportes é o tema do capítulo 3.

### **3 GERENCIAMENTO DA DEMANDA POR TRANSPORTES**

#### **3.1 INTRODUÇÃO**

A capacidade limitada de investimento em infraestrutura dos países em desenvolvimento e a necessidade de continuar promovendo o desenvolvimento econômico provocam um desequilíbrio entre a oferta e a demanda por transportes. Os esforços para neutralizar esse desequilíbrio, representado pelos congestionamentos de tráfego, superlotação de transportes públicos e saturação da capacidade ambiental, dirigem-se no sentido de melhorar a eficiência dos sistemas de transportes, ou de reduzir o número de viagens.

Existem várias maneiras pelas quais se pode reduzir a necessidade de viagens ou influenciar a escolha das pessoas quanto ao modo de transporte. Políticas públicas com esses objetivos, em geral, podem ser enquadradas em: 1) estímulo à utilização de modos alternativos; 2) desencorajamento do uso do automóvel particular; e 3) deslocamento da demanda para horários fora do pico ou para rotas alternativas. O estímulo a modos alternativos torna-se mais efetivo quando aliado ao desencorajamento do automóvel, através de restrições ao estacionamento ou acesso a áreas definidas, e cobrança de pedágio, por exemplo. Medidas efetivas no deslocamento da demanda dos horários de pico são, por exemplo, baseados em horários de trabalho alternativos, por escalonamento, flexibilização ou compactação das horas semanais em menor número de dias, e cobrança de tarifas diferenciadas por hora do dia, de pedágio e de transporte coletivo, que é o foco deste trabalho.

A simultaneidade temporal e espacial das atividades, principalmente de trabalho e estudo, determina picos de demanda por transportes em certos horários do dia, causando congestionamento nas vias e sobrecarga nos transportes coletivos. Neste contexto, o transporte coletivo desempenha importante papel, uma vez que se constitui como único meio de transporte para grande parte da população. Além disso, apesar de se verificar atualmente uma tendência de queda na demanda, o aumento da participação do transporte coletivo no futuro é um objetivo generalizado do planejamento de transportes no Reino Unido, na França, nos EUA, no Brasil e em outros países. A maior eficiência do transporte coletivo em comparação com o automóvel faz dele uma alternativa mais sustentável. É importante salientar que a mobilidade necessária ao desempenho das funções urbanas é restrita não somente pela capacidade viária, mas também pela capacidade ambiental.

A operação de transportes públicos urbanos, assim como do tráfego geral, tende a ser caracterizada por dois períodos diários de pico da demanda. Um pico de demanda ocorre pela manhã, gerado principalmente pelas viagens casa-trabalho e outro no final da tarde, com as viagens trabalho-casa. A conveniência de uma distribuição mais uniforme da demanda por viagens decorre das perdas provocadas pelo congestionamento (em consumo de energia, tempo gasto em transporte e qualidade ambiental) e do desperdício representado pela capacidade ociosa do transporte coletivo (em termos de equipamentos e mão-de-obra) e do sistema viário urbano nos horários de baixa demanda.

Políticas de gerenciamento de demanda por transportes freqüentemente aplicadas em grandes centros urbanos são as que envolvem gerenciamento de tráfego, como restrições ao acesso de automóveis a determinadas áreas e cobrança de taxas pelo uso das vias, em alguns casos diferenciadas por hora do dia (TRRL, 1980). Estas medidas visam, além da redistribuição temporal e espacial do tráfego, a transferência de parte desta demanda para o transporte coletivo, o que requer, por outro lado, a provisão de capacidade adicional. Assim, medidas de atração do usuário de automóvel para o transporte coletivo, como redução de tarifas, melhoria do nível de serviço do transporte coletivo e informação ao usuário, são complementares de medidas de dissuasão, como restrições ao estacionamento, moderação de tráfego, pedágio urbano e taxação dos combustíveis (Lindau e Kuhn, 1999).

São abordadas nesse capítulo as medidas de gerenciamento da demanda por transportes com potencial para influenciar especificamente o comportamento dos usuários de transporte coletivo. Trata-se da descrição dessas medidas, baseadas em esquemas de horários de trabalho e políticas tarifárias, seus efeitos, aplicabilidade e estudos sobre o tema.

### 3.2 ARRANJOS ALTERNATIVOS DE TRABALHO

Arranjos alternativos de regime horário e de período de trabalho são formas indutivas de gerenciamento da demanda por viagens, na medida em que incentivam o usuário a utilizar mais racionalmente as facilidades de transportes disponíveis (Balassiano, 1998a). Os arranjos alternativos de trabalho aqui abordados serão: horário de trabalho escalonado (*staggered work hours*), horário de trabalho flexível (*flexible work hours*), semana de trabalho comprimida (*compressed work week*) e teletrabalho (*telework*) ou trabalho domiciliar.

Horário de trabalho escalonado, horário de trabalho flexível e semana de trabalho comprimida são citados na literatura como potencialmente redutores dos picos de demanda

por transportes. Além da manipulação dos horários de trabalho, uma alternativa com alto potencial de redução da demanda por viagens, baseada na alteração do local de trabalho, é o teletrabalho. Uma descrição desses arranjos alternativos é dada nas seções seguintes, além de uma revisão da literatura que trata do assunto.

### **3.2.1 Horário de trabalho escalonado**

O sistema de horário de trabalho escalonado supõe uma faixa horária na qual espera-se que todos os trabalhadores estejam presentes no local de trabalho (horas centrais), e faixas horárias dentro das quais são escalonados os horários de entrada e saída de grupos de trabalhadores, a intervalos de 10 ou 15 minutos. O número de horas a trabalhar permanece fixo e, em alguns casos, os horários de entrada e saída são escolhidos inicialmente pelo próprio trabalhador, permanecendo fixos por algum tempo (FTA, 1992a). Este esquema pode ser implementado em uma base por empresa ou por grupo de atividade econômica, a exemplo dos programas de reescalonamento executados em diversas capitais brasileiras (Fernandes, 1982).

Segundo Adler (1994), o esquema foi introduzido pela primeira vez em Metz, França, em 1955, como forma de fazer melhor uso do sistema de transporte coletivo existente, com um escalonamento dos horários de abertura de escolas, lojas, fábricas, escritórios, etc. Esta mesma forma de escalonamento foi introduzida no Brasil, (Fernandes, 1982), nas cidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Porto Alegre e Recife, como política de racionalização do uso de combustíveis na década de 70. A cidade de Curitiba também experimentou um reescalonamento dos horários de trabalho, em 1980, tendo como objetivo principal a racionalização do uso dos transportes coletivos.

#### **3.2.1.1 Efeitos relacionados a transportes**

Espera-se que o escalonamento dos horários de trabalho atue de forma a atenuar os picos de demanda por transportes, diminuindo sua intensidade e estendendo sua duração. Entretanto, este efeito é notável somente se o número de trabalhadores engajados no programa representa uma parcela significativa da demanda nos horários de pico.

A redistribuição da demanda deve reduzir o congestionamento do sistema viário e o carregamento dos sistemas de transporte coletivo nos horários de pico, tendo como consequência uma redução mais ou menos significativa no consumo de combustíveis, além de menores tempos médios de viagem, tanto no que se refere ao automóvel como ao transporte

coletivo (Fernandes, 1982). A racionalização do uso de equipamentos no transporte coletivo, e a conseqüente diminuição dos custos de operação, pode levar à redução das tarifas praticadas ou, no pior dos casos, dos subsídios injetados no sistema (FTA, 1992a).

#### 3.2.1.2 Outros efeitos

A modificação do horário de trabalho pode ter, em alguns casos, efeito contrário ao esperado, aumentando o número de viagens ao invés de diminuir. Devido à flexibilidade de trajeto que o automóvel oferece, é comum que uma pessoa, ao dirigir-se de casa para o local de trabalho ou vice-versa encadeie várias viagens em uma única saída, levando filhos à escola, fazendo compras, etc. Esse encadeamento de vários destinos em uma só viagem pode ser prejudicado pela alteração forçada do horário de trabalho de um membro da família. Quanto ao transporte coletivo, segundo Kim *et al* (1994), não se adequa a cadeias complexas e, assim, quanto maior a tendência ao encadeamento de viagens, mais negativamente o sistema é afetado.

Caso o programa suponha a imposição da mudança de horário de trabalho, é necessário considerar que há a possibilidade de gerar ressentimento e insatisfação dos trabalhadores envolvidos, inclusive porque alguns podem ver seu tempo de viagem aumentado em função da modificação (FTA, 1992a).

#### 3.2.1.3 Aplicabilidade e exeqüibilidade

Esquemas de horário escalonado são aplicáveis a escritórios e fábricas onde os trabalhadores têm alto grau de independência na execução de suas tarefas (FTA, 1992a), caso contrário, a produtividade do trabalho fica comprometida nos períodos em que não estão presentes todos os funcionários. Quando se trata de atendimento ao público, é importante que os funcionários possam substituir uns aos outros, para que a qualidade do serviço permaneça uniforme. Taylor *et al* (1997) afirmam que o sistema é particularmente atraente para o setor público, por necessitar apenas de suporte dos empregadores e pouco ou nenhum investimento de fundos públicos.

Em empresas com grande número de funcionários em diferentes atividades, o escalonamento dos horários de entrada e saída torna-se um problema complexo. Atualmente, existem softwares para escalonamento de horários do quadro de funcionários de uma empresa, atendendo a múltiplas restrições (FlexTime Trial, 1999).

#### 3.2.1.4 Estudos

Em 1970 foi iniciado um programa experimental de horário escalonado em New York. O objetivo era determinar se o escalonamento seria viável e desejável como meio de redistribuir a demanda de trabalhadores por transporte coletivo. A aplicação limitou-se a um grupo de trabalhadores, entretanto o programa obteve sucesso na atenuação dos picos e a aceitação por parte dos trabalhadores envolvidos foi entusiástica (O'Malley e Selinger, 1973).

Em Fernandes (1982) encontra-se uma revisão das aplicações de escalonamento de horários em cidades brasileiras, de 1975 a 1980. O objetivo dos programas, típico da época, foi a racionalização do uso de combustíveis em quase todas elas. Apenas o caso de Curitiba, PR, teve um objetivo diferente: a racionalização do uso do transporte coletivo. Os resultados reportados para o Rio de Janeiro incluem redução de consumo de gasolina e óleo diesel; aumento da velocidade média dos ônibus; redução da ocupação média dos ônibus; redução no tempo de viagem para os usuários de ônibus; deslocamento da hora de pico para uma hora antes. Em São Paulo, durante o reescalonamento de 1975, houve deslocamento de 10% das viagens do pico da manhã e de 11% no pico da tarde. Em 1977 foi reportada redução no consumo de gasolina e de diesel, além de uma melhoria esperada da fluidez do tráfego nos grandes corredores e achatamento dos picos e redução das taxas de ocupação dos ônibus nas horas de maior movimento. Em Recife houve redução de viagens e consumo de combustível, não tendo sido levado em consideração óleo diesel. Em Curitiba verificou-se uma melhor distribuição da demanda de transporte coletivo, com ampliação do período de pico que possibilitou melhor aproveitamento da frota e, conseqüentemente, aumento da oferta de lugares, com melhoria do nível de serviço. Em Porto Alegre, somente foi relatada a redução de viagens no pico e do consumo de combustível pelo transporte coletivo, considerando-se que a redução do congestionamento incentivaria maior uso do automóvel, anulando a economia.

Em 1995 a Prefeitura de Porto Alegre realizou novo estudo para discussão de uma proposta de reescalonamento de horários (PMPA, 1995), tendo como motivação a concentração de ônibus no centro da cidade nos horários de pico, congestionamentos e poluição. O programa não chegou a ser implantado, embora o tema seja abordado com frequência pelo poder público.

Kagan (1995) relata a aplicação de um modelo de simulação desenvolvido por Newell na análise de ganhos em bem-estar por usuários de um sistema de transportes submetidos a

medidas de escalonamento de horários de trabalho. O sistema tratado é composto por três subsistemas: usuário de transporte privado, infra-estrutura e locais de atividade. O resultado positivo corrobora a hipótese inicial do autor.

### **3.2.2 Horário de trabalho flexível**

Da mesma forma que no sistema de horário escalonado, o número de horas diárias a trabalhar permanece fixo, com uma faixa de horas centrais e faixas de horas flexíveis, dentro das quais cada trabalhador pode escolher seu horário de entrada e saída a cada dia. Além disso, pode ser proporcionada ao trabalhador a escolha de participar ou não do programa (FTA, 1992a). Na prática, a maioria dos empregadores não incentiva seus empregados a iniciar antes das 7:00h e requer que cheguem antes das 10:00h (Adler, 1994).

#### **3.2.2.1 Efeitos relacionados a transportes**

O potencial desse sistema como medida de gerenciamento da demanda por transportes é relativamente pequeno, uma vez que o deslocamento dessa demanda depende unicamente da escolha individual, feita diariamente. Em geral, as pessoas estabelecem um horário relativamente fixo, apesar da flexibilidade disponível. Há um efeito positivo sobre a hora de chegada, devido à escolha dos participantes para evitar o congestionamento ou a superlotação dos transportes públicos.

Segundo a FTA (1992a), o sistema é associado em alguns estudos ao aumento do transporte compartilhado e pequeno aumento no uso de transporte coletivo, encorajado por um serviço suficientemente freqüente e disponível fora do pico, principalmente antes, que é para onde se verifica maior deslocamento das viagens. Em contrapartida, há lugares onde o efeito contrário se verifica. Pode ocorrer queda no uso do transporte coletivo se não houver coordenação entre oferta do serviço e programas alternativos de horário de trabalho. Outra possível explicação para esse efeito é que a alta taxa de motorização aliada à diminuição do congestionamento encoraja a migração do transporte coletivo no pico para automóvel fora do pico.

#### **3.2.2.2 Outros efeitos**

Sob regime de horário flexível, é provável que os empregados sejam mais produtivos, uma vez que eles mesmos estabelecem seus horários segundo seu próprio ritmo. Além disso,

menos tempo é perdido em razão de atrasos e faltas para tratar de assuntos pessoais, o que ocasiona um aumento da razão entre horas trabalhadas e horas pagas (Adler, 1994).

Podem ocorrer dificuldades de comunicação interna e programação de reuniões e sessões de treinamento, problemas de comunicação externa e atendimento a clientes, e ressentimento por parte dos empregados que não podem participar do esquema. Por outro lado, arranjos flexíveis de horário são vistos como uma ferramenta para aumentar a qualidade de vida no trabalho (pelo aumento da responsabilidade e autonomia) e fora dele (pela redução do stress associado à acomodação de carreira e família).

### 3.2.2.3 Aplicabilidade e exeqüibilidade

Esquemas de horário flexível aplicam-se preferencialmente a escritórios e a trabalhadores administrativos ou técnicos, nos casos em que não haja necessidade de comunicação constante entre eles (FTA, 1992a).

Como os desejos e necessidades individuais devem ser levados em consideração, da mesma forma que as necessidades da organização, torna-se difícil administrar tais esquemas. São quase irrevogáveis, devido à sua popularidade junto aos trabalhadores, mas não são bem vistos pelos sindicatos, os quais consideram que a organização tem um aumento nos lucros, resultante do uso mais eficiente do trabalho, sem oferecer um correspondente aumento nos salários (Adler, 1994).

### 3.2.2.4 Estudos

Um modelo desenvolvido por Moore *et al* (1984), baseado em conceitos de maximização da utilidade, relaciona viagens, família, local de trabalho e influências individuais com a escolha do horário de chegada, em regime de horário flexível. Foram identificadas tendências de comportamento que podem ser úteis no planejamento de programas similares e na previsão dos resultados sobre a demanda por transportes.

Adler (1994) apresenta uma revisão de estudos relativos a experimentos com horários flexíveis, ressaltando que a maior parte deles focaliza grupos ocupacionais, baseando-se em pequenas amostras. Em geral, reportam resultados positivos quanto à aceitação do sistema, por todos os envolvidos.

Small (1982) demonstra como um deslocamento no horário de viagens gera efeitos mensuráveis sobre o bem-estar. O modelo é baseado em escolhas individuais de usuários de automóvel.

### **3.2.3 Semana de trabalho comprimida**

O número de horas semanais de trabalho permanece fixo, alterando-se o número de horas diárias e, portanto, o número de dias de trabalho em uma semana. Pode-se, por exemplo, transformar uma semana de 44 horas/5 dias em uma semana de 44 horas/4 dias, trabalhando 11 horas por dia ao invés de 8,8 horas por dia (FTA, 1992a).

#### **3.2.3.1 Efeitos relacionados a transportes**

Como benefícios desse sistema podem-se contar a redução do número total de viagens a trabalho e, também, o deslocamento do horário das viagens que permanecem, devido ao alongamento da jornada de trabalho (FTA, 1992a). Há um impacto significativo, para o trabalhador, sobre os custos do transporte (em tempo gasto no tráfego e em dinheiro gasto com combustível, manutenção do automóvel ou tarifas de transporte coletivo) (Adler, 1994).

Um ponto a considerar, neste caso, é que um dia a mais de folga durante a semana pode incentivar a realização de viagens de lazer, anulando o efeito da redução de viagens a trabalho (Hung, 1996).

#### **3.2.3.2 Outros efeitos**

É esperada uma diminuição do absenteísmo, já que o custo de uma falta, em termos de salário perdido, é maior quando o dia de trabalho tem mais horas. Se o esquema é implementado em uma base organizacional, é reduzido o número de interrupções na produção, que consomem tempo, principalmente em indústrias. Em consequência desses efeitos, há uma expectativa de redução de custos operacionais para a organização (ITE, 1993). Por outro lado, se o esquema se baseia em uma escala de folgas, pode-se esperar problemas de comunicação interna e externa, como nas estratégias de horários escalonados e flexíveis.

O dia extra de folga semanal que resulta desse sistema pode ter efeitos benéficos, aumentando a satisfação do trabalhador com sua vida pessoal. Esse tempo, utilizado para tratar de negócios pessoais, atividades com a família ou outras, diminui a ansiedade. Em contrapartida, a jornada de trabalho estendida pode causar fadiga e tédio, diminuindo a

produtividade. É preciso considerar, ainda, que o sistema pode interferir com as horas-extra, além das atividades fora do trabalho, como lazer e estudo (Adler, 1994).

Segundo Pierce e Dunham (1992), o sistema de semana comprimida aplicado em situações de trabalho em turnos, do ponto de vista do trabalhador, ao mesmo tempo que atenua os efeitos negativos dos turnos, capitaliza as características positivas da semana comprimida.

### 3.2.3.3 Aplicabilidade e exequibilidade

O esquema se adequa perfeitamente a processos de produção em linha e a manufaturas, onde os horários flexíveis não se aplicam, devido ao alto grau de interdependência entre os trabalhadores, assim como a grandes escritórios e setor público (ITE, 1993). De acordo com Hung (1996), é aplicável inclusive aos setores de comércio e serviços, com escalonamento dos dias de folga dos funcionários de forma a suprir toda a demanda.

É preciso considerar, também, as restrições legais à extensão da jornada diária de trabalho, assim como acordos previamente firmados com sindicatos de trabalhadores. Em países desenvolvidos, onde a jornada semanal de trabalho é de 40 horas ou menos, a semana de 4 dias é mais facilmente aceitável do que no caso de uma jornada de 44 ou 48 horas de trabalho por semana, do ponto de vista do trabalhador.

### 3.2.4 Teletrabalho

O trabalho domiciliar tem sido utilizado historicamente com diferentes objetivos e pressupostos em diversas áreas de produção e, só recentemente, em programas organizados especificamente com o objetivo de reduzir viagens a trabalho, principalmente em países desenvolvidos, com altos níveis de congestionamento viário. Embora os problemas de congestionamento já tenham alcançado os países em desenvolvimento, as medidas aplicadas em países desenvolvidos, transpostas, nem sempre provocam as reações esperadas.

O deslocamento das atividades produtivas da sede da empresa para a casa do trabalhador ou para um local próximo apresenta um grande potencial para redução das viagens por motivo trabalho. Entretanto, essa mudança somente é possível na medida em que o trabalhador tenha uma certa independência para a execução de suas tarefas, além de espaço e equipamentos adequados para executá-las.

Programas de teletrabalho têm sido implementados tanto com base no domicílio do trabalhador como em telecentros, que são escritórios compartilhados por trabalhadores de uma ou de várias empresas, mais próximo de seus domicílios do que o local de trabalho regular. Para o trabalhador, o telecentro oferece a vantagem de fixar limites entre o local de trabalho e o domicílio e, para o empregador, de proporcionar um ambiente propício ao trabalho. Segundo Balepur *et al* (1998), o sistema é adotado mais provavelmente em uma base parcial, com os usuários trabalhando no telecentro ou em casa somente alguns dias por semana. Desta forma, o impacto sobre o número de viagens depende da proporção de dias de teletrabalho, além da proporção de trabalhadores engajados no programa.

#### 3.2.4.1 Efeitos relacionados a transportes

Com a implementação de programas de teletrabalho com base domiciliar, espera-se uma redução significativa do número de viagens a trabalho, proporcional ao número de trabalhadores engajados. Deve-se contar, no entanto, com um aumento do número de viagens com outros propósitos, anteriormente encadeadas à viagem de/para o trabalho ou outras, nascidas do tempo ganho por não viajar a trabalho. Além disso, se houver uma demanda latente por viagens, reprimida devido ao nível de congestionamento, irá certamente manifestar-se, anulando parte ou todo o resultado obtido com a redução de viagens a trabalho.

O uso de telecentros, ao contrário de teletrabalho com base domiciliar, não diminui o número de viagens a trabalho mas, sim, a distância viajada, além de haver a possibilidade de aumentar o número de viagens para almoço, por ser um local mais próximo da casa do trabalhador. A redução da distância a viajar pode incentivar a mudança de modo, tanto de automóvel para transporte coletivo, como o contrário (Balepur *et al*, 1998).

#### 3.2.4.2 Outros efeitos

De acordo com Niles (1991), é possível que o crescimento do teletrabalho tenha, a longo prazo, um impacto adverso sobre a localização dos domicílios. Sendo o trabalho ao menos parcialmente independente da localização, a decisão de onde morar pode resultar em suburbanização em larga escala e eliminação gradativa das áreas rurais.

Segundo Taylor *et al* (1997), todos os arranjos alternativos de trabalho têm efeitos benéficos sobre o moral e a produtividade dos trabalhadores envolvidos. De acordo com a FTA (1992a), pode-se esperar um aumento das horas trabalhadas devido à diminuição das

ausências e atrasos dos trabalhadores, além de maior eficiência resultante da menor rotatividade.

Outro ponto a considerar é o efeito sobre os outros membros do domicílio, principalmente em se tratando de teletrabalho com base no domicílio. A instalação de uma estação de trabalho na residência pode interferir tanto no espaço como no tempo de convivência familiar. Por outro lado, a vida doméstica também pode interferir negativamente no trabalho, afetando a produtividade.

#### 3.2.4.3 Aplicabilidade e exeqüibilidade

O sistema tem aplicação potencial em regiões urbanas, suburbanas e rurais. Ao contrário das outras estratégias, seus resultados são totalmente independentes da qualidade dos modos alternativos (FTA, 1992b).

Salomon *et al* (1991) consideram que o pressuposto subjacente à idéia da substituição das viagens por telecomunicações é que o custo de cobrir a distância através de telecomunicações é mais baixo do que o custo da viagem. Entretanto, suas comparações levam em consideração apenas os custos da viagem em termos de tempo e dinheiro para quem viaja, sem tocar no custo social.

Niles (1991) observa que a tecnologia de telecomunicações não é necessariamente utilizada, uma vez que toda a informação necessária pode ser transportada pelo próprio trabalhador nas ocasiões em que visita a empresa. Entretanto, contribui para aumentar o número de tarefas possíveis de serem realizadas à distância. Segundo o autor, o teletrabalho tem se desenvolvido predominantemente em resposta a forças de mercado. É possível que seu crescimento seja acelerado e guiado por meio de indução governamental. Um meio seria a descentralização das organizações via escritórios regionais de vários tipos, e o governo poderia, por exemplo, subsidiar os esforços iniciais para o desenvolvimento de telecentros, além de desempenhar um papel importante na educação do público a respeito de teletrabalho como alternativa às viagens a trabalho.

#### 3.2.4.4 Estudos

Mokhtarian *et al* (1995) analisaram os resultados de 8 programas de teletrabalho, a fim de questionar as formas de avaliação dos resultados. Um dos pontos levantados é que a avaliação deve tomar por base o total de viagens, uma vez que o programa pode estimular

viagens por motivos que não trabalho. Outra questão interessante é a falta de dados sobre o efeito do teletrabalho na escolha de modo.

No estudo de Balepur *et al* (1998) os resultados indicam que a distância viajada por automóvel, com um único ocupante, diminui 65% entre usuários de telecentros e 92% em outros modos. A hipótese inicial de que parte do tempo ganho por não viajar até o local de trabalho é gasto em outras viagens, foi desmentida pelos resultados do levantamento: foi encontrada uma redução de 0,6 viagens não-trabalho nos dias de telecentro. Quanto a transporte coletivo, a introdução de teletrabalho não afeta a escolha de modo nos dias de trabalho regular, total de viagens e distância viajada.

Bussière e Lewis (2001) reportam uma pesquisa completada em 1999 para o Quebec Department of Transportation sobre o impacto de teletrabalho e horário flexível na futura demanda por viagens nas áreas urbanas de Montreal e Quebec. O estudo concluiu que, a longo prazo, pode-se esperar que a combinação das duas formas de trabalho poderiam induzir uma redução em torno de 6% das viagens do pico da manhã.

### 3.3 POLÍTICAS TARIFÁRIAS

Conhecida a influência do preço de um produto ou serviço sobre a quantidade demandada, a diferenciação de preços torna-se uma ferramenta para o gerenciamento dessa demanda. *Price discrimination*, *differential pricing* e *peak-load pricing* são denominações utilizadas na literatura com referência a políticas de preços diferenciados por um mesmo produto ou serviço.

#### 3.3.1 Passes com desconto

Em transportes públicos as estratégias mais utilizadas são os descontos por antecipação, por quantidade, por grupos e por hora do dia, configurando diversas formas de *price discrimination*, ou seja, preço diferenciado para um mesmo serviço em situações ou para consumidores diferentes. Estratégias de venda de passes válidos por um tempo determinado, sem limite de viagens, são utilizadas em vários países para atender as necessidades de deslocamento de trabalhadores e turistas, principalmente. Algumas experiências com eliminação total da tarifa também foram realizadas (TRRL, 1980). A definição da melhor estratégia deve considerar os objetivos que se pretende alcançar.

De um ponto de vista estritamente econômico, os usuários devem pagar pelo custo marginal do serviço de transporte que consomem. Na prática, o estabelecimento do preço desse serviço pode ser dificultado por considerações políticas (Carbajo, 1988). Considerando o transporte como um serviço público, a dimensão política da estratégia tarifária não pode ser ignorada. Além dos efeitos econômicos, implicações de equidade das políticas tarifárias precisam ser examinadas em termos de como diferentes classes de usuários serão afetadas por diferentes propostas (Ballou e Mohan, 1981). Estratégias de diferenciação de tarifas (*price discrimination*) podem ajustar o preço aos custos como, também, incentivar o consumo e beneficiar classes de usuários.

#### 3.3.1.1 Efeitos relacionados a transportes

Incentivando a mudança de modo, do automóvel particular para o transporte coletivo, a política tarifária pode atuar efetivamente na redução dos congestionamentos e das perdas que eles causam, em termos de tempo e degradação ambiental. Para as operadoras, o efeito de recuperação da demanda se reflete nas receitas. Para que a estratégia não redunde em efeito contrário aos objetivos, provocando perda de receita, é necessário planejar os descontos que serão oferecidos, para que se obtenha um preço ótimo.

Algumas políticas de descontos têm um efeito marcado sobre a mobilidade de grupos de baixa renda, principalmente. Os muito jovens, sem renda própria, também se beneficiam em alguns casos. Quanto ao transporte coletivo gratuito, diversas experiências com resultados negativos para a qualidade do serviço estigmatizaram essa estratégia. O sistema de transporte urbano por ônibus de Porto Alegre tem atualmente linhas alimentadoras gratuitas. Vários fatores contribuem, nesse caso, para que os próprios usuários solicitem que o serviço seja tarifado: a frota alocada a esse serviço é a mais antiga e menos confortável, em parte devido a depreciações; a gratuidade permite a utilização do transporte por pessoas que não necessitam viajar; comportamentos indesejáveis são liberados pela ausência do controle de um cobrador.

O objetivo de garantir os deslocamentos por motivo trabalho foi atendido, no Brasil, através de uma estratégia de venda antecipada, instituída por lei (Nóbrega, 1995). Os passes, também denominados vales-transporte, são comprados pelos empregadores, sem desconto, para serem repassados aos trabalhadores. O valor dos passes pode ser cobrado do trabalhador até um limite proporcional ao salário, havendo a possibilidade de o empregador subsidiar o transporte, indiretamente. Na França, foi adotado um tipo de subsídio aos deslocamentos por

transporte coletivo. O *versement transport* é custeado pelas empresas através de uma taxa sobre os salários pagos (Darbéra, 1994).

### 3.3.1.2 Outros efeitos

Políticas tarifárias podem ter efeitos sobre a equidade, segundo Ballou e Mohan (1981). Por exemplo, um aumento da tarifa pode afetar mais os moradores de lugares próximos ao centro ou da periferia; uma queda de demanda pode ser maior nos períodos de pico ou fora do pico, afetando usuários diversos; uma redução da tarifa pode beneficiar mais as viagens a trabalho ou de compras; um desconto fora do pico pode levar ao aumento da demanda em rotas saturadas, etc. A avaliação dessas possíveis implicações pode, e deve, ser feita antes de sua implementação, servindo de base à decisão.

### 3.3.1.3 Aplicabilidade e exequibilidade

A definição de políticas tarifárias é, em princípio, da alçada dos órgãos públicos. Se os preços serão estabelecidos com base em distância de viagem ou em tempo de utilização, se os custos de operação serão cobertos total ou parcialmente pelas receitas tarifárias, se for adotada uma política de subsídios, a determinação de quais grupos de usuários serão beneficiados e qual a origem dos recursos, etc., são questões de cunho eminentemente político. A implementação de uma política passa pela negociação com as partes envolvidas, cada qual com objetivos diferentes: operadoras privadas, usuários e governo procurando conciliar as várias tendências, além da necessidade de atentar para os objetivos da sociedade como um todo (meio-ambiente, usuários de outros modos, atividade econômica, etc.).

Embora a situação de monopólio seja propícia à discriminação de preços, não é uma condição necessária, principalmente se é considerada a opção de oferecer descontos fora do pico e não acréscimos no pico. O mercado de transporte coletivo não apresenta a condição de monopólio em todos os casos. Em Porto Alegre, por exemplo, existe alguma concorrência aberta pelo usuário nos principais eixos radiais de transporte, onde várias linhas de ônibus operadas por diferentes empresas se sobrepõem. Somente no interior dos bairros o monopólio é total, no que se refere ao transporte por ônibus. Ocorre, ainda, em muitos bairros, uma certa concorrência com o transporte seletivo, cuja tarifa equivale a 1,5 vezes a tarifa do ônibus.

Respeitando as regras estabelecidas pelo poder público localmente, as empresas operadoras têm, muitas vezes, alguma liberdade para utilizar ou, no mínimo, propor estratégias de diferenciação tarifária. A oferta de passes com descontos por quantidade e

passes válidos por um período de tempo são exemplos de iniciativas típicas de empresas operadoras. Tais estratégias são aplicáveis a qualquer modo de transporte coletivo, por operadoras públicas ou privadas, podendo adequar-se a metas tão diferentes como o lucro e o bem-estar social. Sua adoção pode ser facilitada por modelos de decisão e a aplicação prática beneficia-se do uso de equipamentos de bilhetagem eletrônica. A definição de preços diferenciados (passes) pode ser dificultada pela falta de dados históricos que permitam avaliar a sensibilidade da demanda em face de diferentes opções. Nesse caso, alguns estudos demonstram a utilização de pesquisas de mercado para preencher essa lacuna e auxiliar a decisão. A alternativa, muito utilizada, é a tentativa e erro.

#### 3.3.1.4 Estudos

Ballou e Mohan (1981) desenvolveram um modelo de decisão para políticas de preços em transportes públicos. Através de micro-simulação, o modelo facilita a análise do impacto que diferentes políticas teriam sobre grupos de usuários. O estudo de caso apresentado por eles avalia os efeitos de tarifas baseadas em distância.

Carbajo (1981) identifica uma estrutura para analisar esquemas de preço diferenciado em transportes públicos. Sob diferentes objetivos, deriva preços ótimos para uma estrutura tarifária consistindo de passes válidos por período e bilhetes simples, válidos para uma viagem. Na análise de diferentes esquemas, o propósito é determinar que tipo de informação é necessária para implementar uma política de preços ótima.

O estudo de De Borger *et al* (1996) se propõe a analisar a introdução de custos sociais em um modelo teórico de tarifação de serviços de transporte urbano, não somente transporte coletivo. O modelo é uma extensão de outro, desenvolvido por Gleister e Lewis, incorporando idéias de outros autores. A partir do original, evolui em diversos pontos: a dimensão de distribuição do bem-estar é introduzida em nível teórico; os custos sociais dos modos públicos e privados são considerados através de congestionamento, ruído, poluição, e acidentes; os preços são tratados como variáveis políticas; a demanda é dependente da velocidade de cada modo (como indicador de congestionamento), além de preço; e restrições para preços são consideradas. Da aplicação do modelo, utilizando dados de áreas urbanas da Bélgica, concluem que, sem restrições, encontram-se preços 22% mais altos do que os observados na prática para o transporte coletivo no pico e 43% mais baixos fora do pico. A aplicação do modelo demonstra, segundo os autores, que não é correto estabelecer os preços considerando o custo social marginal observado, uma vez que o custo social marginal do congestionamento

e de outras externalidades variam em função da intensidade do uso de cada modo. O correto seria considerar, para estabelecer preços, os custos em níveis ideais de tráfego.

Em um modelo de tarifação considerando duas vias substitutas, sendo uma gratuita e a outra tarifada, Braid (1996) incorpora a demanda de pico da manhã, caracterizada por ser totalmente inelástica. Ao contrário do que acontece nos modelos que não consideram demanda de pico, o número de usuários por unidade de capacidade na via tarifada é maior do que na via gratuita, pois os custos para o usuário não se resumem à tarifa, compreendendo o valor do tempo gasto no congestionamento e o valor monetário de chegar ao trabalho antes ou depois da hora ideal.

Bernard e Roland (2000) apresentam um modelo para um programa de gerenciamento de demanda por energia elétrica. O programa, denominado auto-acionamento, baseia-se em participação voluntária. A análise revela que, quando o subsídio cruzado é permitido, o mais provável é que o serviço fornecido no programa de auto-acionamento subsidie o serviço regular. Se não é permitido, pela reguladora ou por pressão competitiva, o preço do serviço regular tende a aumentar após a introdução do auto-acionamento. O preço do serviço regular é estabelecido com base no custo médio e do auto-acionamento no custo marginal. Com relação ao transporte coletivo, pode ocorrer o mesmo no caso de serem os preços similarmente estabelecidos.

### **3.3.2 Tarifa de transporte coletivo diferenciada por hora do dia**

Tarifa de transporte coletivo diferenciada por hora do dia é prática corrente em diversos países. Com o objetivo de influenciar o usuário quanto à escolha do horário de viagem, adotam-se valores tarifários mais altos para as viagens realizadas nos períodos de pico e mais baixos fora do pico. Essa estratégia busca atrair a demanda mais elástica para os horários em que o sistema é menos solicitado.

A concentração da demanda em certos períodos do dia eleva os custos de prestação do serviço de transporte coletivo na medida em que exige uma maior capacidade do sistema. A diferenciação das tarifas por hora do dia é justificada pela diferença que se verifica nos custos de produção segundo o horário. Uma distribuição mais uniforme da demanda por viagens diminuiria as perdas provocadas pelo congestionamento viário em horários de pico de demanda e pela capacidade ociosa do transporte coletivo fora do pico. Consumo extra de energia, tempo gasto em transporte, perda de qualidade ambiental devido ao ruído e emissão

de gases, frota e mão de obra ociosa durante grande parte do dia, representam desperdício de recursos, além de elevar os custos do deslocamento.

A diferenciação tarifária por hora do dia, como medida de gerenciamento da demanda por transportes é abordada em capítulo específico (Capítulo 4), já que é a medida aplicada ao estudo de caso e merece tratamento mais detalhado.

### 3.4 CONCLUSÕES

Entre as diversas maneiras de induzir um comportamento de viagens pretendido, foram abordadas nesse capítulo aquelas que têm potencial para atingir usuários de transportes públicos. Algumas induzem um comportamento através de incentivos e obstáculos, deixando alguma liberdade para decisão individual; outras, como o escalonamento de horários de trabalho, determinam um deslocamento da demanda que pode causar reações de insatisfação.

Influenciar a demanda pode ser uma alternativa de custo mais baixo do que o investimento necessário para aumentar a capacidade de sistemas de transportes saturados; pode ser uma solução para reduzir a poluição ambiental em zonas urbanas; pode ser uma estratégia de sobrevivência para empresas operadoras de sistemas de transportes.

Em qualquer caso, a decisão quanto à aplicação de medidas de gerenciamento da demanda é eminentemente política. Não somente os efeitos relacionados com o sistema de transportes devem ser levados em conta, mas também aqueles que dizem respeito à equidade.

## 4 TARIFA DIFERENCIADA POR HORA DO DIA

### 4.1 INTRODUÇÃO

A diferenciação tarifária por hora do dia tem sido praticada em vários países, não somente em serviços de transportes, mas, também, em telefonia e eletricidade. Com o objetivo de influenciar o usuário quanto à escolha do horário, adotam-se valores tarifários mais altos para as viagens realizadas nos períodos de pico e mais baixos fora do pico. A tarifa diferenciada busca atrair a demanda mais elástica para os horários em que o sistema é menos solicitado.

A justificativa para a discriminação apóia-se no princípio de que a excessiva concentração de usuários em poucas horas do dia é responsável, em grande parte, pela elevação dos custos totais do sistema. No Brasil, a prática da diferenciação tarifária por hora do dia, embora tenha sido tema de algumas propostas, teve, historicamente, raros casos de implantação. Um exemplo atual é a “tarifa operária” no transporte urbano do município de Alvorada, RS. O sistema foi instituído por lei municipal como um benefício concedido a trabalhadores, reduzindo em 50% a tarifa vigente, em horários específicos dos períodos de pico.

Este capítulo inicia pela contraposição de tarifa única a tarifa diferenciada. Segue-se uma descrição da estratégia de diferenciação tarifária como medida de gerenciamento da demanda, seus efeitos relativos a transportes e outros efeitos. Após, trata-se da aplicabilidade da medida. O capítulo finaliza com uma revisão de estudos relacionados com o tema.

### 4.2 TARIFA ÚNICA X TARIFA DIFERENCIADA

A tarifa é elemento importantíssimo no funcionamento de sistemas de transporte coletivo. Seja a receita tarifária responsável pela cobertura de todos ou de parte dos custos de operação, a tarifa representa uma interface entre o serviço ofertado e o usuário. Além disso, pode servir como instrumento de promoção de políticas públicas, como redistribuição de renda, economia de combustíveis, redução de acidentes, etc.

Nível e estrutura tarifária podem ser legitimamente influenciados por objetivos operacionais, sociais e ambientais. Entretanto, a possibilidade de utilizar a tarifa como política

é limitada por considerações legais, econômicas e tecnológicas. Os custos sociais do transporte, como congestionamentos, poluição, ruído, risco de acidentes, etc., deveriam também ser considerados quando do estabelecimento de políticas tarifárias. Em Paris, por exemplo, entre os planos de urgência anti-poluição está a adoção de meia tarifa e tarifa zero no transporte coletivo (RATP, 1998).

#### **4.2.1 Tarifa única**

O sistema de tarifa única para todos os usuários em todos os horários facilita imensamente a coleta e o controle da receita. Além disso, beneficia as pessoas que viajam distâncias maiores, induzindo a satisfação de demandas reprimidas (Oliveira, 1993). Embora em muitas cidades as populações residentes em zonas periféricas sejam as de baixa renda, isso não é regra geral. Tanto os usuários de baixa renda fazendo viagens curtas, como os de renda mais alta fazendo viagens longas, são subsidiados por um sistema de tarifa única. A longo prazo, este sistema pode ter um efeito de dispersão urbana, aumentando os custos de transportes e das demais infraestruturas urbanas.

O sistema de tarifa única no transporte coletivo urbano por ônibus de Porto Alegre tem como principal objetivo promover redistribuição de renda entre os usuários. Crusius e Brenner (*in* Lindau *et al*, 1987), consideram que o sistema tem efetivamente beneficiado os usuários de baixa renda em detrimento dos usuários de renda mais elevada. A transferência se dá pelo fato de as linhas com custos mais elevados (distâncias maiores) servirem a usuários de baixa renda (residentes na periferia da cidade) pelo valor da tarifa única, menor do que a tarifa real da linha. A compensação vem de uma espécie de subsídio cruzado, originado da cobrança da mesma tarifa única nas linhas com custos mais baixos (menores distâncias), que servem a usuários de renda mais alta. O equilíbrio econômico das empresas prestadoras do serviço é mantido através da transferência de receitas das linhas superavitárias para as deficitárias, por uma Câmara de Compensação Tarifária, administrada pela Associação dos Transportadores Públicos.

#### **4.2.2 Tarifa diferenciada**

Segundo LaBelle e Fleishmann (1999), existem dois tipos principais de diferenciação tarifária: com base em distância viajada e com base em tempo. As estratégias de diferenciação aplicadas em diferentes cidades do mundo estão na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Tipos de diferenciação tarifária

Base de diferenciação	Diferenciação	Local
Distância	Valor da tarifa estabelecido de acordo com a extensão do trajeto da linha	Florianópolis
	Valor da tarifa cobrado de acordo com a distância efetivamente viajada pelo usuário (sistema de zonas)	Londres, Buenos Aires, Paris, Porto Alegre <sup>(1)</sup> , Belo Horizonte
Tempo	Pico e fora do pico	EUA <sup>(2)</sup> , Londres <sup>(3)</sup> , Santiago
	Passes para um período (dia, semana, mês, fim-de-semana)	Lisboa, Londres, San Francisco, Paris, Buenos Aires, Chicago
Grupos	Idosos	Cidades brasileiras, Londres, San Francisco, Chicago
	Crianças	Cidades brasileiras, Londres, Paris
	Estudantes	Cidades brasileiras, Londres, San Francisco, Chicago
	Deficientes	Cidades brasileiras, San Francisco, Chicago
	Trabalhadores	Paris
	Trabalhadores desempregados	Paris
	Grupos (família ou não)	Londres
Volume		Chicago, Paris

(1) Linhas intermunicipais que servem a região metropolitana de Porto Alegre adotam o sistema de cobrança por zonas ou anéis, diferentemente das linhas municipais da cidade de Porto Alegre, onde a tarifa é única.

(2) Nos EUA, 5% dos sistemas de transporte público têm tarifas diferenciadas por hora do dia.

(3) Em Londres, são vendidos passes para um dia, sem limite de viagens, que somente são válidos a partir das 9:30h, depois do pico da manhã.

Fontes: Golden Gate Transit (2000); RATP (2000); METROVIAS (2000); CARRIS (1999); Chicago Transit Authority (1999); London Transport (1999); NTU (1998); APTA (2000).

A diferenciação tarifária em transporte coletivo pode ter diversos objetivos: maximização de receita; minimização de custos operacionais; incentivo ao uso eficiente de recursos escassos; incentivo à utilização de capacidade ociosa; redução da superlotação dos veículos no pico; melhoria dos níveis de serviço (velocidade e confiabilidade); redistribuição de renda; melhoria da mobilidade de grupos em desvantagem (idosos, deficientes, etc.); diluição dos picos de demanda; incentivo à independência do transporte motorizado (desenvolvimento urbano mais coerente, eficiente); redução do congestionamento, poluição e acidentes (Kemp, 1999).

#### 4.2.2.1 Discriminação

O sistema de diferenciação tarifária na cobrança de serviços, inclusive o transporte coletivo, baseia-se na teoria microeconômica de preço diferenciado ou discriminado (*differential pricing, price discrimination*). Essa denominação é utilizada para designar a prática de preços múltiplos na venda de um mesmo bem ou serviço, sem que haja uma correspondente diferença em seus custos de produção (Carroll e Coates, 1996). Em um

contexto de estratégia competitiva, a tarifa pode ser estabelecida segundo o valor que o consumidor está disposto a pagar e o grau de diferenciação varia de acordo com o conhecimento que o ofertante tem a respeito do comportamento da demanda.

A diferenciação da tarifa por hora do dia é, em geral, vista como prática discriminatória. A oferta do serviço a um mesmo preço, no pico e fora do pico, leva à suposição de que o custo de produção seja igual para ambos. Entretanto, uma análise menos simplista revela, no caso do transporte coletivo, diferenças consideráveis. Os dois componentes predominantes na composição dos custos fixos de oferta do serviço são o equipamento e o pessoal de operação, respondendo por cerca de 50% dos custos totais (IPEA e ANTP, 1999). Esses dois componentes, dimensionados para atender à demanda de pico, permanecem parcialmente ociosos no restante do dia. De modo geral, os custos são distribuídos igualmente ao longo de todo o dia, para efeitos de cálculo da tarifa, embora a contribuição do serviço ofertado no pico seja maior. Considerando-se essa variação de custos, tarifa diferenciada por hora do dia não pode ser classificada como prática discriminatória (Carroll e Coates, 1996).

*Peak-load pricing* é uma definição mais próxima da diferenciação tarifária em transportes. O estabelecimento do preço de acordo com os custos determinados pela carga máxima é utilizado na área de transportes, assim como de telefonia e eletricidade, mercados com várias semelhanças. Condições de monopólio, variação significativa no custo marginal de produção do serviço, demanda de pico menos elástica do que a média e heterogeneidade das preferências dos consumidores. Essas características tornam a diferenciação de preços uma estratégia natural nesses mercados (Bernard e Roland, 2000).

Para Trotter (1985), o monopólio (natural ou legal) coloca uma empresa em posição de praticar preços discriminados. Em geral, as empresas de transporte coletivo, sejam elas privadas ou públicas, atuam em condições de monopólio. A tarifa discriminada não é, no entanto, praticada extensivamente neste mercado. No Brasil, não é praticada de todo, embora a questão tenha sido tema de discussão e de propostas como a de Nogueira e Nóbrega (1993).

#### 4.3 TARIFA DIFERENCIADA POR HORA DO DIA

A diferenciação tarifária por hora do dia tem sido empregada como estratégia de gerenciamento da demanda por serviços de transportes, telefonia energia elétrica, etc., incentivando os usuários a utilizar o sistema nos períodos em que ele é menos solicitado. Essa

estratégia reduz a capacidade instalada necessária ao atendimento da demanda de acordo com padrões de qualidade estabelecidos, em geral, pelo poder público.

No que se refere a serviços de transporte coletivo, o que se propõe é a adoção de valores tarifários mais altos para as viagens realizadas nos períodos de maior movimento e mais baixos naquelas efetuadas entre os picos de demanda. Fundamenta-se no fato de que a excessiva concentração de usuários em poucas horas do dia é responsável, em grande parte, pela elevação dos custos do sistema.

Para Cruz (1998), a adoção de tarifa diferenciada por hora do dia implica em ajustar o repasse dos custos pelo grau de utilização do sistema. Seria assim, por exemplo, se a tarifa cobrada fosse igual à tarifa real, calculada de acordo com as equações (5) e (6) (Nogueira e Nóbrega, 1993). Entretanto, dessa forma seriam penalizados os usuários que viajam no horário de pico, os quais, na grande maioria, não podem deixar de fazê-lo por se tratar de viagens casa-trabalho ou trabalho-casa.

A tarifa de equilíbrio é dada por:

$$T_1 \cdot D_1 + T_2 \cdot D_2 = T_E \quad (5)$$

$$T_1 = K \cdot T_2 \quad (6)$$

Onde:

$T_1$  = tarifa no pico

$T_2$  = tarifa fora do pico

$D_1$  = % de passageiros no pico

$D_2$  = % de passageiros fora do pico

$T_E$  = tarifa de equilíbrio

$K$  = relação entre custos operacionais nos períodos de pico e fora do pico, sendo que os custos operacionais para as diferentes faixas horárias são calculados considerando o dimensionamento dos serviços necessários à operação nos diferentes períodos e a

identificação do acréscimo de custos decorrente da concentração de viagens nas horas de pico.

#### 4.4 EFEITOS RELACIONADOS A TRANSPORTES

Segundo Modarres e Hashemian (1996), cobrar pelo uso de uma facilidade de transporte pode ser mais eficaz para alterar o comportamento de viagens do que programas de gerenciamento de demanda baseados em horários de trabalho.

O achatamento dos picos de viagem, produzido pela redistribuição da demanda dos períodos de pico, deve gerar ganhos de produtividade para o sistema, através da redução ou do melhor aproveitamento da frota e do pessoal de operação. Segundo Chomitz e Lave (1984), um sistema de transporte coletivo metropolitano típico nos EUA carrega 2/3 de seus passageiros nos curtos períodos de pico. Dos ônibus que estão em serviço às 8 da manhã, 50% estão parados ao meio dia.

Pode ocorrer uma diminuição da receita se a política de descontos adotada não tiver o poder de incentivar um aumento de demanda suficiente para cobrir as perdas decorrentes da redução na tarifa (Cruz, 1998). Carbajo (1988) enfatiza que, na implementação de qualquer esquema de tarifa não uniforme, é necessário conhecer as características da demanda, em termos de seu comportamento de viagens, para poder prever o efeito das diferentes combinações de tarifas sobre a receita.

#### 4.5 OUTROS EFEITOS

Se a diferenciação do valor da tarifa por distância percorrida tem como efeito uma penalidade financeira para os grupos de renda mais baixa, a diferenciação por hora do dia pode apresentar outro efeito indesejável. Considerando que grande parte dos usuários do sistema nos períodos de pico viaja por motivo trabalho e que, por isso, não pode deixar de fazê-lo, conclui-se que será penalizada a demanda sobre a qual não se pretende atuar. Em tese, o viés pode ser anulado através de medidas específicas para trabalhadores. Entretanto, em uma economia onde grande número de trabalhadores está no mercado informal, não há meios de evitar esse efeito.

Segundo Kemp (1999), um problema com a diferenciação tarifária que reflete custos ou qualidade do serviço, é que ela pode ir de encontro a possíveis objetivos sociais especificados para o sistema de transporte coletivo. Esse tipo de dificuldade pode ser

resolvida através de alguma forma de subsídio aos usuários, reduzindo o custo das tarifas para os grupos cuja mobilidade se pretende favorecer.

#### 4.6 APLICABILIDADE E EXEQÜIBILIDADE

A adoção da tarifa diferenciada compreende a realização de investigações prévias sobre a composição da demanda nos períodos distintos, que permitam a identificação dos estratos passíveis de serem transferidos para viagens de outros horários. Contempla, ainda, a avaliação dos impactos dessas transferências sobre os custos totais do sistema (Nogueira e Nóbrega, 1993).

Considerando que o preço é um ponto essencial em qualquer negócio, para a lucratividade e para a sobrevivência de uma empresa, Oram *et al* (1996) propõem uma estrutura para desenvolvimento e gerenciamento de estratégias tarifárias. Segundo eles, para estabelecer estratégias tarifárias adequadas, é necessário compreender os objetivos gerenciais e saber de onde vêm os usuários existentes e potenciais. Pela revisão dos componentes do preço de um ponto de vista qualitativo, incorporando dados de demanda e de receitas anuais externas e internas, é possível modelar o efeito das estratégias tarifárias sobre a demanda e a receita.

Caso a receita tarifária deva cobrir todos os custos operacionais do sistema, é possível que o desconto oferecido nos horários de vale (compensado unicamente pela redução dos custos proporcionada pela racionalização do uso de equipamentos e mão-de-obra) não seja suficientemente atraente para deslocar a demanda. Por outro lado, se for possível contar com receitas extra-tarifárias, como subsídio governamental ou receitas de publicidade, pode-se oferecer um desconto mais atraente e, assim, os benefícios alcançados com a redistribuição da demanda seriam apropriados pela sociedade como um todo.

Se adotada, a tarifa diferenciada necessita de ampla divulgação, para possibilitar a programação adequada de suas atividades pelos usuários com flexibilidade de horários. Também é necessário desenvolver um sistema eficiente de controle, com associação automática do valor da tarifa ao horário da viagem, que poderá ser efetuada por catraca eletrônica.

Cruz (1998) apresenta o "horário econômico", com tarifas reduzidas no transporte coletivo, como alternativa ao escalonamento de horários de trabalho. De acordo com ele, as duas estratégias são incompatíveis por basear-se, um no apelo financeiro, outro em uma

imposição. Entretanto, considerando-se a implementação de programas de escalonamento de horários com participação voluntária (assim como qualquer dos outros arranjos alternativos), a tarifa diferenciada por hora do dia pode ser uma medida complementar e potencializadora dos arranjos alternativos de horários.

#### 4.7 ESTUDOS SOBRE TARIFA DIFERENCIADA

Os resultados da análise de diversos estudos pelo TRRL (1980) indicam que, apesar das baixas elasticidades-preço encontradas para a demanda por transporte coletivo, medidas de diferenciação tarifária por hora do dia levam ao crescimento da demanda total. De modo geral, as experiências com desconto nas tarifas fora do pico ao invés de acréscimo no pico determinaram perda de receitas.

Trotter (1985), focalizando a discriminação de preços em empresas públicas propõe modelos analíticos para obter uma solução de preço para um mesmo produto ofertado em mercados distintos, de acordo com diferentes objetivos e sujeito a possíveis restrições. Como objetivos, ele considera maximização do lucro, da produção, e do bem-estar social. Partindo do pressuposto de que o custo marginal de produção é o mesmo, seja qual for o mercado a que se destina o produto, as conclusões do estudo indicam diferentes estratégias segundo o objetivo visado e as restrições enfrentadas. Objetivando maximizar lucros, receitas ou produção, os resultados apontam estratégias discriminatórias, com os preços relativos dependendo das elasticidades da demanda. Quanto ao objetivo de bem estar social, dependendo das restrições, as estratégias indicadas podem ser discriminatórias ou não. Os modelos propostos por Trotter representam um sistema fechado, em que os benefícios levados em consideração para indicar uma estratégia de preços são unicamente aqueles relacionados ao consumo do produto. Tratando-se de transportes, alterações na demanda têm externalidades consideráveis, além daquelas que afetam os usuários diretos do serviço. Incluem-se entre elas os congestionamentos, o consumo de energia, os atrasos, a poluição ambiental, etc.

O experimento de Hensher e King (1998) focaliza a avaliação de novas categorias de passes de ônibus baseados em tempo, em relação ao seu impacto sobre receita e demanda. Foram entrevistados usuários do sistema e de automóvel, combinando as técnicas de preferência declarada e revelada. A componente de preferência declarada varia os atributos dos novos passes em uma série de cenários, assumindo que os custos atuais da viagem são

iguais para todos os entrevistados. As respostas foram registradas em termos de escolha do modo atual ou de um dos novos passes.

Cruz (1998) propõe um modelo para determinação de tarifas e horários em uma estratégia de diferenciação tarifária por hora do dia, tendo como objetivo a diluição dos picos de demanda. Os dados para modelagem da demanda são obtidos através de preferência declarada, em que os atributos das alternativas à escolha são tarifas e diferencial de tempo entre o horário de viagem atual e o horário em que haveria desconto. O modelo foi aplicado para a situação de uma linha de transporte urbano por ônibus da cidade de Florianópolis. A redistribuição da demanda permite uma redução de 10% na frota operante. O autor apresenta uma análise detalhada dos custos de oferta do serviço, estimando uma redução em torno de 9%, contraposta a uma queda de 13% na receita. Esse resultado concorda com o que se verificou na aplicação prática de tarifas diferenciadas por hora do dia em países economicamente desenvolvidos, reportado no estudo do TRL (1980).

Bianchi *et al* (1998) reportam a elaboração e aplicação da modelagem comportamental para auxiliar na definição de uma estratégia de tarifa diferenciada por hora do dia para o metrô de Santiago. O propósito da diferenciação foi a diluição dos picos de demanda. Os dados foram obtidos através de um estudo de preferência declarada em que os atributos considerados foram: custo monetário, tempo de espera e conforto. Nos cenários apresentados, a tarifa da opção de permanecer no horário era igual ao valor realmente cobrado, à exceção de uma situação, em que foi elevada a tarifa do horário de pico. O tempo de espera foi associado aos *headways* de cada período e o conforto foi representado através da ocupação dos carros. Para calibração do modelo, foi considerado um diferencial entre as tarifas das duas alternativas, um diferencial de tempo de espera, e um diferencial de tempo necessário para viajar fora do pico, representado por três variáveis *dummy*. O modelo foi aplicado para prever o comportamento da demanda. Quando comparadas as previsões com a realidade verificada, os resultados se revelaram bastante aproximados.

#### 4.8 CONCLUSÕES

Maior ênfase tem sido dada ao estudo do gerenciamento da demanda por transporte individual em relação aos modos coletivos. As razões para isso podem ser encontradas no fato de ser um modo pouco eficiente, cuja infra-estrutura requer alto volume de investimentos públicos para provisão e manutenção. Logicamente, medidas para gerenciamento da demanda

por transporte individual devem ser anteriores ao mesmo tipo de atuação sobre o transporte coletivo.

Entretanto, avaliando o transporte coletivo setorialmente, também se constata ineficiência no uso dos recursos disponíveis. Alguns dos fatores que determinam essa ineficiência são os mesmos para todos os modos, característicos da demanda por transportes. Existem medidas que podem influenciar igualmente o comportamento de viagens dos usuários de diferentes modos. Outras, como políticas tarifárias, atuam diretamente em um modo, contribuindo possivelmente para atrair usuários de outros.

São evidentes, no entanto, as necessidades de informação a respeito da sensibilidade da demanda a mudanças nas tarifas. O conhecimento do perfil do usuário é tão imprescindível para a definição de estratégias das empresas operadoras de transporte coletivo como para decisões de órgãos gestores. As implicações de quaisquer alterações nas políticas tarifárias não se verificam apenas no campo dos transportes: conseqüências econômicas e sociais também precisam ser avaliadas.

## 5 EXPERIMENTO

### 5.1 INTRODUÇÃO

O experimento realizado teve por fim a obtenção de dados representativos a respeito da disposição do usuário de transporte coletivo, que viaja no horário de pico, em modificar seu horário de viagem, na hipótese de a tarifa ser diferenciada por hora do dia. Os dados coletados em campo foram utilizados para a calibração de modelos de previsão do comportamento da demanda quando sujeita a uma política de diferenciação tarifária em função da hora do dia.

A coleta dos dados foi feita através da técnica de preferência declarada, que é particularmente adequada devido ao fato de prestar-se à apresentação de cenários hipotéticos, como é o caso da tarifa diferenciada por hora do dia que, segundo os registros, nunca foi implementada na cidade de Porto Alegre. As entrevistas foram aplicadas a usuários de uma mesma linha de transporte urbano por ônibus e os dados obtidos a partir delas formaram a base para a estimação dos modelos.

Esse capítulo inicia por uma descrição do ambiente em que a pesquisa foi realizada, a cidade de Porto Alegre, seu sistema de transporte urbano por ônibus e a linha amostrada. Segue-se o resumo da metodologia empregada para levantamento e análise de dados da pesquisa e, depois disso, é feita uma descrição detalhada da pesquisa de campo, do planejamento à execução. Por fim, são apresentados os resultados obtidos e as conclusões. As etapas seguidas na realização do experimento, esquematicamente representadas na Figura 5.1, são detalhadas a seguir.

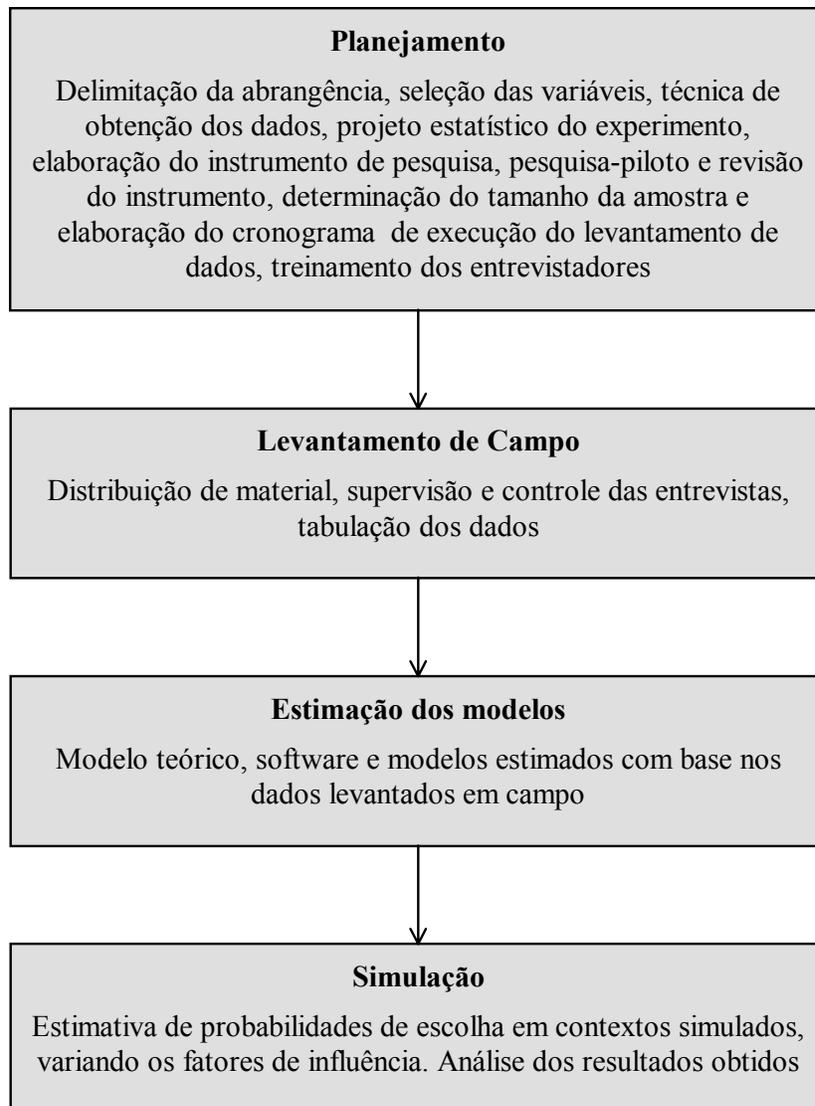


Figura 5.1 - Fluxograma do experimento

## 5.2 PLANEJAMENTO

### 5.2.1 Definição dos objetivos

O experimento foi planejado de maneira a possibilitar a obtenção de dados que permitissem inferir a resposta do usuário de transporte por ônibus urbano a alterações na tarifa. Considerando que a distribuição temporal da demanda afeta os custos de provisão do serviço de transporte, pretende-se avaliar o impacto dessa mudança sobre os custos e, conseqüentemente sobre a tarifa. Conhecidas as probabilidades de deslocamento do horário de viagem, é possível redimensionar os recursos necessários para o atendimento da demanda diária.

## 5.2.2 Definição da abrangência do estudo

O experimento foi realizado em uma linha regular de transporte urbano por ônibus da cidade de Porto Alegre. Capital do Estado do Rio Grande do Sul, o município tem uma área total de aproximadamente 470 km<sup>2</sup>, sendo que em torno de 326 km<sup>2</sup> pertencem à zona urbana. No sentido leste-oeste, estende-se por 15 km, com 30 km de comprimento no sentido norte-sul. Dos 2.000 km de vias públicas, 1.539 km são pavimentados (PMPA, 1999).

A população urbana, de 1.255.054 habitantes (IBGE, 1996), é atendida por um sistema de transporte composto por 267 linhas de ônibus urbano, 28 linhas de lotação, 3.913 táxis, 564 veículos de transporte escolar e 615.000 veículos particulares (PMPA, 1999). O sistema de transporte urbano por ônibus de Porto Alegre atende a uma demanda média diária de aproximadamente 1.172.000 passageiros, transportados por uma frota de 1.515 veículos com idade média de 4,08 anos (NTU, 1998).

### 5.2.2.1 O Sistema de Transporte Urbano por Ônibus de Porto Alegre

O modelo operacional em vigor para o sistema de transporte urbano por ônibus em Porto Alegre foi estabelecido pelo Decreto n. 11.776, de 1997 (Porto Alegre, 1997). Esse modelo baseia-se na segmentação do sistema em quatro bacias operacionais, cada uma abrangendo uma região da cidade. A operação de cada linha deixou de ser concedida a uma empresa, recaindo naturalmente sob a responsabilidade do consórcio de empresas que atende a região servida por aquela linha. Quinze operadoras formam três consórcios, e uma das bacias é operada pela empresa pública (Cia. Carris Porto-alegrense). Uma descrição detalhada do funcionamento desse sistema se encontra em Domínguez *et al* (1999).

A oferta de transporte público concentra-se nas viagens radiais (centro-bairro-centro), com cerca de 90% do total de viagens ofertadas, devido à predominância do centro histórico da cidade como pólo de atração de deslocamentos (Ribeiro e Bianchi, 1999). No entanto, a disseminação de centros alternativos tem sido incentivada pelo Plano Diretor e, segundo Ribeiro e Bianchi (1999), verifica-se uma tendência de aumento dos deslocamentos transversais (entre bairros) em uma proporção de cerca de 30% de viagens transversais e 70% de viagens radiais.

A tarifa única, adotada no serviço de transporte urbano por ônibus em Porto Alegre, visa promover uma certa redistribuição de renda, a qual se verifica devido ao pagamento de um valor maior do que a tarifa real pelos usuários de linhas curtas, moradores de regiões

próximas ao centro, com renda mais alta, para os usuários de renda mais baixa, moradores de regiões distantes do centro, que pagam um valor menor do que a tarifa real das linhas de longa distância (Lindau *et al*, 1987). Esta lógica de redistribuição de renda tem funcionado enquanto o modelo predominante é o radial. Talvez o benefício se perca em um modelo equilibrado, com maior número de viagens transversais, onde a distância da viagem não esteja tão claramente relacionada com a renda do usuário. O valor da tarifa única foi reajustado pela última vez, antes da realização do levantamento de dados, em 31 de outubro de 1999, passando de R\$ 0,70 para R\$ 0,80, o que representa um aumento de 14,29 %. A diferenciação existente no sistema é feita por tipo de passageiro, conforme a Tabela 5.1.

Tabela 5.1– Diferenciação tarifária em Porto Alegre

<b>Grupo</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Apresentação de documento</b>
Estudantes	Desconto de 50%, passe vendido antecipadamente	Documento escolar expedido pela EPTC <sup>(2)</sup>
Trabalhadores	Sem desconto, passe vendido antecipadamente <sup>(1)</sup>	-
Idosos (de 60 a 65 anos, com residência no município e renda de até 3 salários mínimos regionais)	Isentos de pagamento	Passaporte da EPTC <sup>(2)</sup>
Idosos (+ de 65 anos)	Isentos de pagamento	Qualquer documento de identidade
Deficientes físicos e mentais (e acompanhantes em alguns casos)	Isentos de pagamento	Documento fornecido por entidades assistenciais

(1) Vale Transporte (Nóbrega, 1995).

(2) Empresa Pública de Transporte e Circulação, órgão gestor dos serviços de transporte público do município de Porto Alegre.

#### 5.2.2.2 A Linha

Considerando que cada linha deve ser estudada separadamente e pressupondo-se que o procedimento de estudo seja o mesmo para todas as linhas, foi tomada para exemplo de aplicação a linha "Juca Batista", da Bacia Operacional Sul. Seu trajeto é radial, com 17 km de extensão em um sentido (Figura 5.2), onde se distribuem 66 pontos de parada, além dos dois terminais.

Nos horários de pico, esse trajeto é percorrido em um tempo médio de 50 minutos no sentido Bairro-Centro, com uma frequência máxima de 10 veículos/hora. Essa linha transporta uma média diária de 8.500 pass/dia/sentido (STS, 1999), sendo uma das linhas de maior demanda entre as que compõem o consórcio STS.

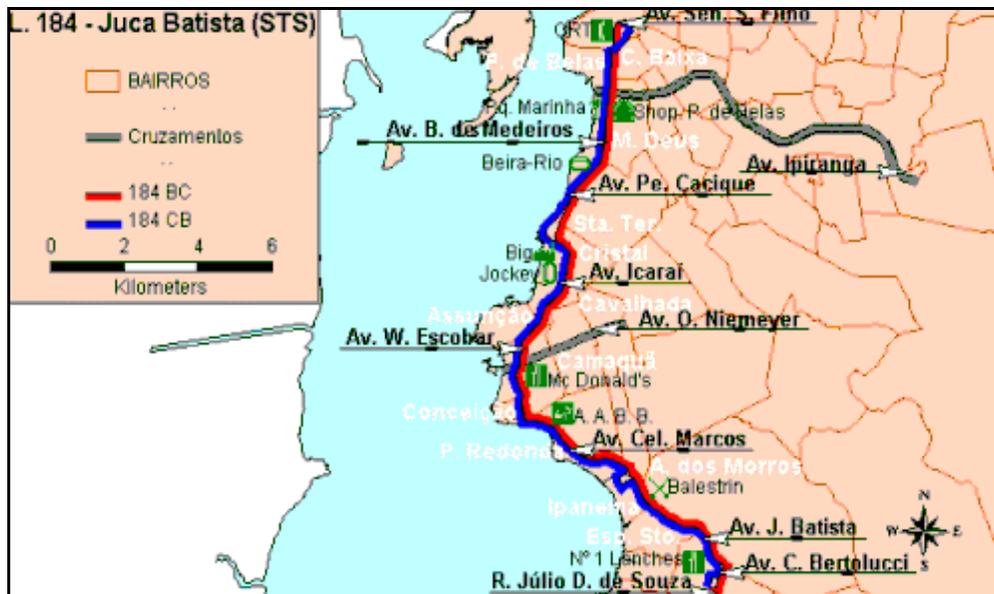


Figura 5.2 - Itinerário da Linha Juca Batista

O perfil de carregamento da linha está representado na Figura 5.3. A partir desse perfil, foi identificado o trecho crítico entre os pontos de parada 23 e 34, com uma ocupação média de 70 passageiros no horário de pico da manhã. O índice de renovação que caracteriza essa linha, dado pela razão entre o volume de passageiros transportados e a ocupação no trecho crítico, é de 1,29 no pico da manhã.

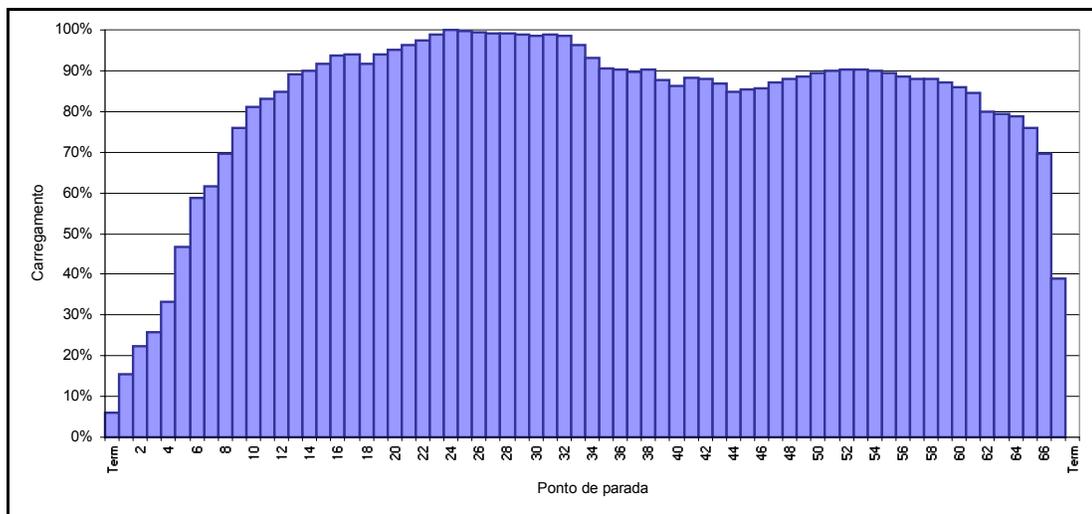


Figura 5.3 - Perfil de Carregamento da Linha Juca Batista

O período de pico da manhã foi definido para a linha em estudo entre 6:30 e 8:00 horas, de acordo com o fluxo médio de passageiros, segundo método recomendado pela EBTU - Empresa Brasileira de Transportes Urbanos. Considerando duas viagens sucessivas e supondo que a primeira viagem tenha transportado todos os passageiros dos pontos de parada, os passageiros da segunda viagem terão sido gerados durante o intervalo de tempo entre as mesmas (EBTU, 1988). O fluxo de chegada dos passageiros no ponto  $n$  ( $\Phi_n$ , em pass/min) é dado por (7).

$$\Phi_n = E_n / I \quad (7)$$

Onde  $E_n$  é o número de passageiros embarcados no ponto  $n$ , e  $I$  é o intervalo entre as viagens (em minutos).

Como o estudo das linhas de transporte público é baseado no total de passageiros transportados por viagem, o fluxo médio de chegada de passageiros em todas as paradas pode ser calculado para um período qualquer, de acordo com (8).

$$\phi_j = \frac{PV_j}{H_j} \quad (8)$$

Onde  $\Phi_j$  é o fluxo médio de passageiros no período  $j$  (pass/min);  $H_j$  é a duração do período típico  $j$  (min); e  $PV_j$  é o total de passageiros transportados no período  $j$ .

A Figura 5.4 apresenta o fluxo médio de chegada de passageiros da linha Juca Batista nos pontos de parada nos intervalos entre as viagens durante o período da manhã. O cálculo do fluxo baseia-se na demanda média registrada em dias úteis no mês de setembro de 1999. As colunas em destaque, representando fluxos acima de 15 passageiros por minuto (900 pass/h), constituem o que foi considerado como pico da manhã, exceção feita ao período de 07:40 a 07:48, que foi incluído, apesar de apresentar um fluxo médio de 14,55 pass/min, por estar entre outros que estão acima do limite estabelecido.

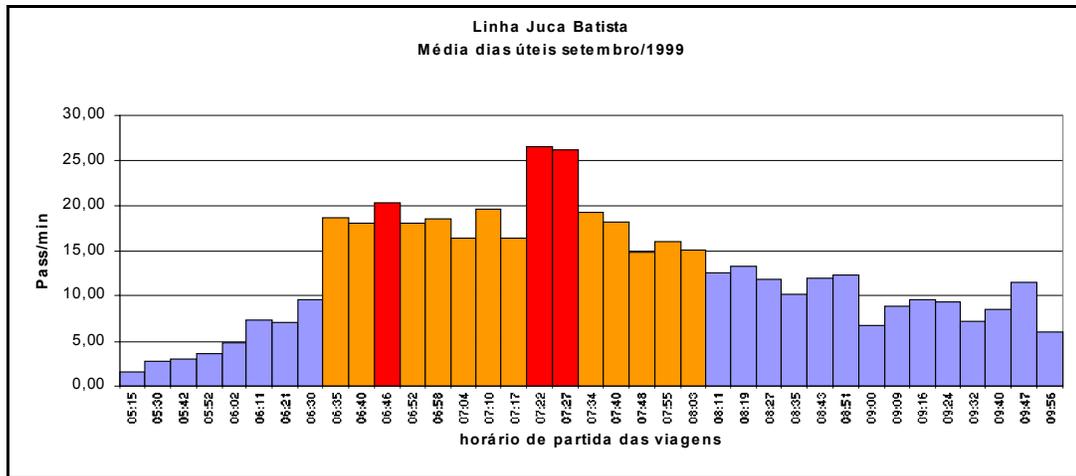


Figura 5.4 - Fluxo de chegada de passageiros

### 5.2.3 Determinação das variáveis ou fatores que influenciam as escolhas

Tendo em vista os objetivos do estudo, foram listadas variáveis que poderiam influenciar a decisão dos usuários. As variáveis consideradas fundamentais para a modelagem foram tarifa e tempo.

Além desses, foram considerados como possíveis fatores de influência o motivo da viagem, a distância viajada, a existência de um modo alternativo para realizar a viagem, a idade e o sexo do viajante. Para os que viajam a trabalho, foi considerada a influência do setor de atividade e da flexibilidade do horário de trabalho.

### 5.2.4 Seleção da técnica de levantamento de dados

Pretende-se avaliar a proporção de usuários dispostos a mudar seu horário de viagem para fora do pico, em um contexto limitado e caracterizado. Determinados os fatores que influenciam a decisão, é preciso definir a técnica apropriada para obter os dados que permitirão construir o modelo que replicará o comportamento da população estudada.

Richardson *et al* (1995) abordam diversas técnicas que podem ser utilizadas na coleta de dados para estudos de transportes. Entre elas, pesquisa documental, observação, questionários a serem preenchidos pelo próprio respondente, entrevistas por telefone, domiciliares ou por interceptação, etc.

A diferenciação tarifária por hora do dia não vem sendo aplicada em Porto Alegre em anos recentes e, por isso, não há dados históricos a respeito das possíveis reações da demanda. Quanto à coleta de dados, entende-se que entrevistas domiciliares ou por telefone trariam maiores dificuldades na amostragem. A técnica de entrevistas por interceptação dentro do sistema de transporte estudado mostra-se mais econômica além de adequada. A amostragem é facilitada porque praticamente todas as abordagens resultam em entrevistas, pois os usuários são identificados visualmente, sem necessidade de fazer perguntas. A amostra é segmentada somente em grupos de pagantes e isentos, para efeito de entrevistas. Além disso, entrevistas pessoais foram consideradas mais apropriadas do que questionários devolvidos após preenchimento pelo próprio usuário, devido à complexidade das questões e ao baixo retorno esperado nesse tipo de levantamento.

Dois formas de questionamento se contrapõem quando se trata de colher dados sobre as atitudes das pessoas. Uma, conhecida como preferência revelada, questiona as escolhas feitas anteriormente pelo entrevistado. A outra, adotada nesse estudo, é conhecida como preferência declarada (*stated preferences, stated intentions*) e questiona o que a pessoa faria em uma dada situação hipotética. O cenário hipotético apresentado ao entrevistado é definido pelas variáveis de interesse e uma só pessoa pode efetuar várias escolhas.

Técnicas de pesquisa de preferência declarada são discutidas em detalhe em uma edição especial do *Journal of Transport Economics and Policy* publicada em janeiro de 1988 (Bates, 1988a). Há uma edição especial de *Transportation* sobre o mesmo assunto, publicada em maio de 1994 (Hensher, 1994). Além dessas duas, existe uma coletânea de artigos apresentados no Congresso do PTRC ao longo de vários anos, publicada em 1999. Ainda, encontram-se inúmeros relatos de aplicações de preferência declarada ao setor de transportes em periódicos científicos e em anais de congressos.

A técnica da preferência declarada foi aplicada para obtenção dos dados relativos a tarifa e tempo. A investigação de outros fatores relevantes para o estudo foi feita através de questões classificatórias e factuais.

## **5.2.5 Projeto do experimento**

### **5.2.5.1 Definição do número de níveis dos atributos e da amplitude de variação**

O experimento foi dividido em dois, um com usuários pagantes e outro com usuários isentos de pagamento. Os cenários apresentados aos entrevistados foram compostos por dois

atributos somente: tarifa e horário de viagem. Outros atributos que poderiam influenciar a escolha, como conforto e frequência, não foram incluídos devido à possibilidade de mascaramento das respostas. Segundo Kroes e Sheldon (1988), para assegurar um bom nível de qualidade à pesquisa, é preciso que o questionário e os cartões sejam estruturados de forma a evitar que o entrevistado seja induzido a preferir uma alternativa. Conforto, representado pelo maior espaço disponível por passageiro nos horários fora de pico, foi incluído como atributo em trabalhos realizados por Bianchi *et al* (1998), Senna *et al* (1994) e Novaes (1995), entre outros. Entretanto, na linha amostrada, onde a oferta é bastante ajustada à demanda, não se verifica diferença significativa na ocupação dos ônibus entre os horários de pico e de vale.

#### 5.2.5.2 Combinação dos atributos formando alternativas

O experimento foi dividido inicialmente em dois, tendo em vista a provável diferença de atitude entre usuários pagantes e isentos de pagamento e a necessidade de apresentar diferentes termos de comparação aos dois grupos. Posteriormente, ambos os experimentos foram divididos em dois novamente, possibilitando estimar probabilidades de antecipação das viagens e de postergação das mesmas.

##### 5.2.5.2.1 Pagantes

O experimento de antecipação com usuários pagantes seguiu um projeto fatorial completo, composto por 2 atributos: tarifa, em 6 níveis, sendo 3 níveis de desconto para viagens fora do pico e 3 níveis de acréscimo para viagens no pico; e diferencial de tempo entre o horário da viagem atual e da viagem fora do pico mais próxima, antes do pico, em 3 níveis. A Tabela 5.2 traz a definição dos níveis dos atributos considerados.

Tabela 5.2 - Níveis dos Atributos (pagantes)

Diferencial de tempo	Tarifa
z min	R\$ 0,76 (5 % de desconto)
y min	R\$ 0,68 (15 % de desconto)
x min	R\$ 0,56 (30 % de desconto)
	R\$ 0,84 (5 % de acréscimo)
	R\$ 0,92 (15 % de acréscimo)
	R\$ 1,04 (30 % de acréscimo)

O experimento de postergação com usuários pagantes seguiu exatamente o mesmo projeto, tendo como única diferença a proposta de postergação da viagem, ao invés de antecipação.

Visando apresentar cenários realistas aos entrevistados, os 3 níveis de diferenciais de tempo foram definidos em função do horário da viagem em que estava sendo aplicado o questionário. O período de pico da manhã da linha amostrada foi determinado com base no fluxo médio de passageiros, conforme descrito no item 5.2.2.2. As viagens da tabela horária atual (Anexo 1) foram divididas em grupos com intervalos de 15 minutos e para cada grupo foram definidos valores de x, y e z (Tabela 5.3). Como o propósito era deslocar a viagem do horário de pico para um horário de vale, seria inútil saber que uma pessoa está disposta a viajar 10 minutos mais cedo quando o período de pico inicia uma hora antes. Assim, todos os cenários propostos referiam-se a horários fora do pico da manhã, propondo um diferencial de tempo em relação ao atual horário de viagem que variou de - 70 a + 70 minutos, de forma a garantir a transferência dessas viagens para os períodos anterior ou posterior ao pico da manhã.

Tabela 5.3 - Diferenciais de tempo

	GRUPO	INTERVALO	HORÁRIOS DAS VIAGENS	DIF. DE TEMPO (min)		
				x	y	z
<b>Antecipação</b>	1	6:30 a 6:45h	06:30 06:35 06:40	10	20	30
	2	6:45 a 7:00h	06:46 06:52 06:58	30	40	50
	3	7:00 a 7:15h	07:04 07:10 07:17	50	60	70
<b>Postergação</b>	4	7:15 a 7:30h	07:22 07:27	50	60	70
	5	7:30 a 7:45h	07:34 07:40	30	40	50
	6	7:45 a 8:00h	07:48 07:55	10	20	30

As alternativas compostas com os dois atributos em seus diferentes níveis são resumidas na Tabela 5.4 (antecipação) e na Tabela 5.5 (postergação).

Tabela 5.4 – Alternativas de antecipação para usuários pagantes

	x	y	z
0,76	Viagem antecipada em x min Tarifa reduzida R\$ 0,76	Viagem antecipada em y min Tarifa reduzida R\$ 0,76	Viagem antecipada em z min Tarifa reduzida R\$ 0,76
0,68	Viagem antecipada em x min Tarifa reduzida R\$ 0,68	Viagem antecipada em y min Tarifa reduzida R\$ 0,68	Viagem antecipada em z min Tarifa reduzida R\$ 0,68
0,56	Viagem antecipada em x min Tarifa reduzida R\$ 0,56	Viagem antecipada em y min Tarifa reduzida R\$ 0,56	Viagem antecipada em z min Tarifa reduzida R\$ 0,56
0,84	Viagem antecipada em x min Tarifa com acréscimo R\$ 0,84	Viagem antecipada em y min Tarifa com acréscimo R\$ 0,84	Viagem antecipada em z min Tarifa com acréscimo R\$ 0,84
0,92	Viagem antecipada em x min Tarifa com acréscimo R\$ 0,92	Viagem antecipada em y min Tarifa com acréscimo R\$ 0,92	Viagem antecipada em z min Tarifa com acréscimo R\$ 0,92
1,04	Viagem antecipada em x min Tarifa com acréscimo R\$ 1,04	Viagem antecipada em y min Tarifa com acréscimo R\$ 1,04	Viagem antecipada em z min Tarifa com acréscimo R\$ 1,04

Tabela 5.5 – Alternativas de postergação para usuários pagantes

	x	y	z
0,76	Viagem postergada em x min Tarifa reduzida R\$ 0,76	Viagem postergada em y min Tarifa reduzida R\$ 0,76	Viagem postergada em z min Tarifa reduzida R\$ 0,76
0,68	Viagem postergada em x min Tarifa reduzida R\$ 0,68	Viagem postergada em y min Tarifa reduzida R\$ 0,68	Viagem postergada em z min Tarifa reduzida R\$ 0,68
0,56	Viagem postergada em x min Tarifa reduzida R\$ 0,56	Viagem postergada em y min Tarifa reduzida R\$ 0,56	Viagem postergada em z min Tarifa reduzida R\$ 0,56
0,84	Viagem postergada em x min Tarifa com acréscimo R\$ 0,84	Viagem postergada em y min Tarifa com acréscimo R\$ 0,84	Viagem postergada em z min Tarifa com acréscimo R\$ 0,84
0,92	Viagem postergada em x min Tarifa com acréscimo R\$ 0,92	Viagem postergada em y min Tarifa com acréscimo R\$ 0,92	Viagem postergada em z min Tarifa com acréscimo R\$ 0,92
1,04	Viagem postergada em x min Tarifa com acréscimo R\$ 1,04	Viagem postergada em y min Tarifa com acréscimo R\$ 1,04	Viagem postergada em z min Tarifa com acréscimo R\$ 1,04

#### 5.2.5.2.2 Isentos

No experimento de antecipação com usuários isentos, foram estabelecidos 3 níveis de diferencial de tempo e, uma vez que não é possível oferecer desconto, foram estabelecidos apenas 3 níveis de tarifa (Tabela 5.6). O projeto fatorial completo tem 9 combinações dos dois atributos.

Tabela 5.6 - Níveis dos atributos (isentos)

Diferenciais de tempo	Tarifa
z min	R\$ 0,40
y min	R\$ 0,60
x min	R\$ 0,80

As alternativas compostas através da combinação dos atributos é resumida na Tabela 5.7 (antecipação) e na Tabela 5.8 (postergação).

Tabela 5.7 – Alternativas de antecipação para usuários isentos de pagamento

	x	y	z
0,40	Viagem antecipada em x min Tarifa com acréscimo R\$ 0,40	Viagem antecipada em y min Tarifa com acréscimo R\$ 0,40	Viagem antecipada em z min Tarifa com acréscimo R\$ 0,40
0,60	Viagem antecipada em x min Tarifa com acréscimo R\$ 0,60	Viagem antecipada em y min Tarifa com acréscimo R\$ 0,60	Viagem antecipada em z min Tarifa com acréscimo R\$ 0,60
0,80	Viagem antecipada em x min Tarifa com acréscimo R\$ 0,80	Viagem antecipada em y min Tarifa com acréscimo R\$ 0,80	Viagem antecipada em z min Tarifa com acréscimo R\$ 0,80

Tabela 5.8 – Alternativas de postergação para usuários isentos de pagamento

	x	y	z
0,40	Viagem postergada em x min Tarifa com acréscimo R\$ 0,40	Viagem postergada em y min Tarifa com acréscimo R\$ 0,40	Viagem postergada em z min Tarifa com acréscimo R\$ 0,40
0,60	Viagem postergada em x min Tarifa com acréscimo R\$ 0,60	Viagem postergada em y min Tarifa com acréscimo R\$ 0,60	Viagem postergada em z min Tarifa com acréscimo R\$ 0,60
0,80	Viagem postergada em x min Tarifa com acréscimo R\$ 0,80	Viagem postergada em y min Tarifa com acréscimo R\$ 0,80	Viagem postergada em z min Tarifa com acréscimo R\$ 0,80

## 5.2.6 Elaboração do instrumento de pesquisa

O instrumento da pesquisa constou de um formulário com perguntas abrangendo os fatores que poderiam influenciar as escolhas de horário de viagem (Anexo 3) e de um conjunto de nove questões de preferência declarada.

### 5.2.6.1 Questionário

As perguntas a respeito dos fatores que podem estar influenciando as escolhas de horário de viagem foram elaboradas de maneira a facilitar a compreensão por parte do entrevistado e o registro da resposta pelo entrevistador. Foram incluídas questões a respeito de arranjos alternativos de trabalho, que podem ser complementares à diferenciação tarifária no gerenciamento da demanda por transporte coletivo.

### 5.2.6.2 Cartões

As questões de preferência declarada foram apresentadas na forma de cartões, dos quais a Figura 5.5 é um exemplo. Os conjuntos completos foram montados com 18 cartões, divididos em sub-conjuntos de nove.

Se a tarifa do ônibus mudasse de acordo com a hora do dia, qual opção escolheria para tomar o ônibus?	
No horário atual R\$ 0,80	30 minutos antes R\$ 0,76
A	B

Figura 5.5 - Cartão de preferência declarada

### 5.2.7 Pesquisa Piloto

A pesquisa piloto, realizada em dois dias com uma amostra de dez usuários da linha de transporte urbano escolhida, teve como objetivos, principalmente, avaliar a adequação dos níveis dos atributos considerados no projeto do experimento, a compreensão das perguntas por parte dos entrevistados e o tempo necessário para a realização de uma entrevista. Além disso, foi possível determinar a validade de alguns dos pressupostos básicos do projeto.

O período de pico da manhã foi estabelecido entre 6:00 e 8:00 horas para a pesquisa piloto, com base no volume de passageiros por viagem, ilustrado pela Figura 5.6. Note-se que a definição do período de pico através do fluxo médio de passageiros (item 5.2.2.2) foi tomada depois de realizada a pesquisa piloto, por isso a diferença entre os períodos de pico considerados nas duas pesquisas.

Os cenários foram construídos com descontos e acréscimos de 10, 20 e 30 % sobre a tarifa atual em dois tipos de cartões: no primeiro, um cenário composto por uma tarifa menor do que a atual e um diferencial de tempo no horário da viagem, ao lado de uma base de comparação composta pela tarifa atual e horário atual de viagem; no segundo tipo de cartões, foi mostrado um cenário com tarifa mais alta que a atual e viagem no horário atual, tendo como base de comparação uma situação com tarifa atual e um diferencial de tempo no horário da viagem.

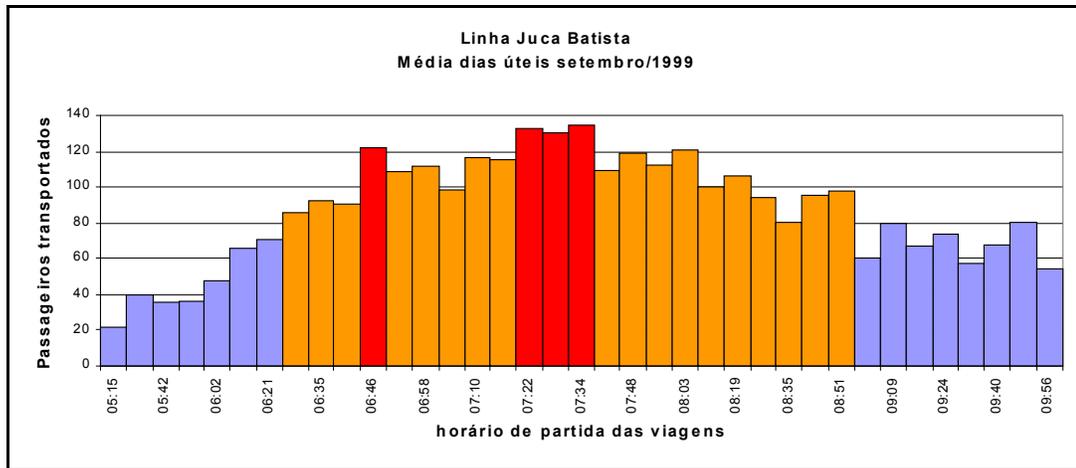


Figura 5.6 - Volume de passageiros

#### 5.2.7.1 Resultados da pesquisa-piloto

Os dados das entrevistas realizadas na pesquisa-piloto foram tabulados de acordo com o planejamento, tendo sido estimado um modelo a partir desses dados, utilizando o software ALOGIT (HAGUE Consulting Group, 1992).

No modelo estimado com dados obtidos na pesquisa-piloto o sinal do diferencial de tempo resultou positivo, significando que, quanto maior fosse o diferencial de tempo oferecido, maior seria a probabilidade de mudança do horário da viagem. Essa incoerência levou à conclusão de que seria necessário estimar um modelo para o caso de antecipação e outro para o de postergação do horário de viagem.

#### 5.2.7.2 Revisão dos questionários

O questionário preliminar da pesquisa piloto (Anexo 2) permitiu avaliar a compreensão das questões pelos entrevistados, levando a alterações e retirada de alguns itens pouco relevantes ou cuja resposta não se mostrou satisfatória. Por exemplo, para auxiliar na clareza das perguntas de números 3 e 4, sobre ponto de embarque e desembarque e, também, para padronizar as respostas, foi acrescentado um mapa com o itinerário da linha e uma lista numerada com os principais trechos da viagem.

Na pesquisa piloto, os cartões de preferência declarada foram mostrados somente ao final da entrevista. Essa ordem foi trocada quando da realização da pesquisa principal a fim de garantir que o entrevistado não ficasse impaciente antes de responder ao que se considerou como mais importante no conjunto de perguntas.

A pergunta de número 5, quanto ao horário de chegada no ponto, tinha como objetivo calcular o tempo de espera pelo ônibus. No entanto, a pergunta mostrou-se de pouca utilidade, uma vez que as respostas foram imprecisas. Reformular a questão, perguntando diretamente quanto tempo o usuário esperou foi descartado, pois, mesmo colocando a pergunta sobre o horário, alguns responderam quanto tempo esperaram, de forma vaga, "em torno de" cinco ou dez minutos. Bradley (1988) observa que o fato de as pessoas referirem-se a tempo em múltiplos de cinco sugere que não tenham uma boa percepção de intervalos menores do que isso, e uma das razões que ele aponta é a variabilidade habitual em se tratando de transportes.

Nos modelos estimados com os dados da pesquisa piloto, o coeficiente da variável tempo foi quase insignificante, se comparado com a tarifa. Essa constatação levou à proposta de um desconto (e acréscimo) em nível mais baixo (5%) da variável preço. Os sinais das variáveis apresentaram-se de acordo com o esperado: custo e tempo negativo. Isso confirma o pressuposto de que tarifa mais alta e maior diferencial de tempo diminuem a probabilidade de o usuário alterar seu horário.

### 5.2.8 Determinação do tamanho da amostra

De acordo com Ortúzar e Willumsen (1994), o tamanho de amostra mais eficiente para estimar parâmetros em uma população deve ser um termo médio entre dois extremos. Uma amostra muito grande pode tornar altos os custos de coleta e análise de dados. Por outro lado, uma amostra demasiado pequena pode comprometer a validade do estudo, com uma elevada variabilidade nos resultados. Segundo esses autores, os fatores que devem ser considerados na determinação do tamanho da amostra são principalmente: a variabilidade dos parâmetros na população, o grau de acurácia pretendido e o tamanho da população, sendo que este último somente é considerado significativo quando a população em estudo é muito pequena. O tamanho da amostra de cada um dos seis grupos, determinado por (9) e (10), resulta nos valores apresentados na Tabela 5.9.

$$n^* = \frac{N \times n}{N + n} \quad (9)$$

Onde N é o tamanho da população e n é calculado de acordo com (10).

$$n = \frac{Z^2 p(1-p)}{e^2} \quad (10)$$

Onde  $Z$  é 1,96 para um intervalo de confiança de 95%, assumindo-se uma distribuição normal;  $p$  é a proporção da amostra que escolhe uma alternativa, que foi estimada em 50%;  $e$  é o erro admitido na estimativa dos parâmetros.

Tabela 5.9 - Amostragem

<b>período</b>	<b>Grupo</b>	<b>Vol médio pass transp (N)</b>	<b>n* (e=10%)</b>	<b>n* (e=17%)</b>
6:30 a 6:45	I	246	70	29
6:45 a 7:00	II	247	70	29
7:00 a 7:15	III	207	65	29
7:15 a 7:30	IV	320	75	30
7:30 a 7:45	V	240	70	29
7:45 a 8:00	VI	212	65	29
Isentos - 6:30 a 7:15	VII	41 (5,8%)	29	18
Isentos - 7:15 a 8:00	VIII	44 (5,8%)	30	19

Considerando que um questionário completo é composto por duas entrevistas, já que os 18 cartões de preferência declarada foram divididos em dois grupos de 9, os tamanhos de amostra obtidos devem ser multiplicados por 2 para chegar ao número de entrevistas. Nesse caso, seria necessário entrevistar até 150 usuários em um grupo de 320 (grupo IV). Admitindo-se um erro maior (17%), chega-se a um número de entrevistas viável: cerca de 60 em cada grupo. Nos grupos VII e VIII, os questionários são completos com 9 cartões, permanecendo o número de entrevistados igual ao tamanho da amostra, que, nesse caso, não chega a 20.

Souza (1999a e 1999b) propõe um método para dimensionamento da amostra em pesquisas de preferência declarada baseado na análise das estimativas feitas com dados de uma amostra piloto. A estimação dos modelos é feita diversas vezes, iniciando com uma pequena quantidade de entrevistas até acrescentar todas. A amostra é considerada suficiente se a variação nos valores estimados dos coeficientes das variáveis apresentar convergência, ou seja, se essa variação diminuir até estabilizar-se abaixo de um limite pré-definido. Quanto ao tamanho da amostra piloto, o autor sugere um mínimo de 40 entrevistas.

Considerados os métodos citados, os objetivos desse trabalho e as restrições de custos e tempo disponível, o tamanho da amostra foi estabelecido em 30 questionários completos em cada um dos 6 grupos de usuários pagantes e em 20 questionários completos em cada um dos 2 grupos de usuários isentos (Tabela 5.9, p. 64). Foram obtidos 180 questionários completos válidos, de 360 entrevistas com usuários pagantes, e 40 questionários completos, de 40 entrevistas com usuários isentos.

O processo de determinação do tamanho suficiente da amostra proposto por Souza (1999) foi aplicado aos dados coletados, a título de experiência, quando da estimação dos modelos. A convergência dos resultados à medida que se acrescentam novos dados à amostra inicial é medida pela equação (11).

$$\phi_1 = \sqrt{\sum_i (\beta_{i1} - \beta_{i0})^2} \quad (11)$$

Onde  $\phi$  é a variação das estimativas e  $\beta_i$  são os coeficientes das variáveis estimadas. A Figura 5.7 mostra a convergência atingida com o modelo de antecipação. O modelo de Postergação apresentou uma variação inicial mais acentuada nas estimativas, conforme revela a Figura 5.8.

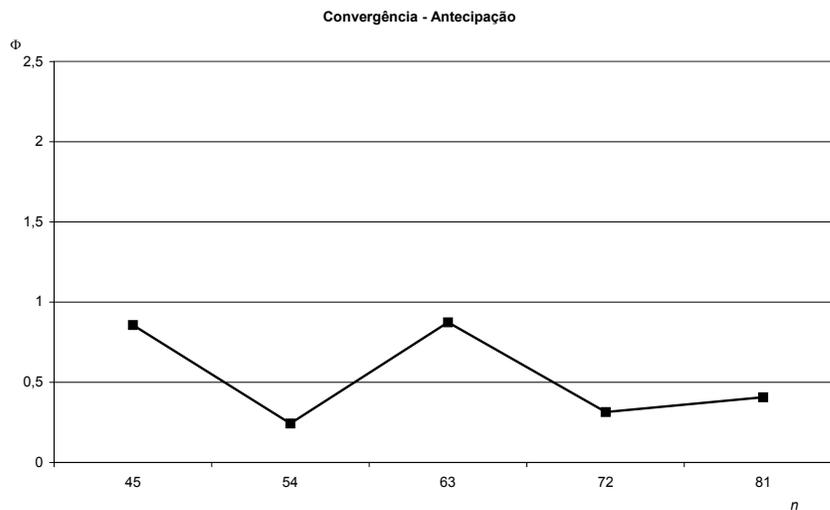


Figura 5.7 – Convergência das estimativas: antecipação

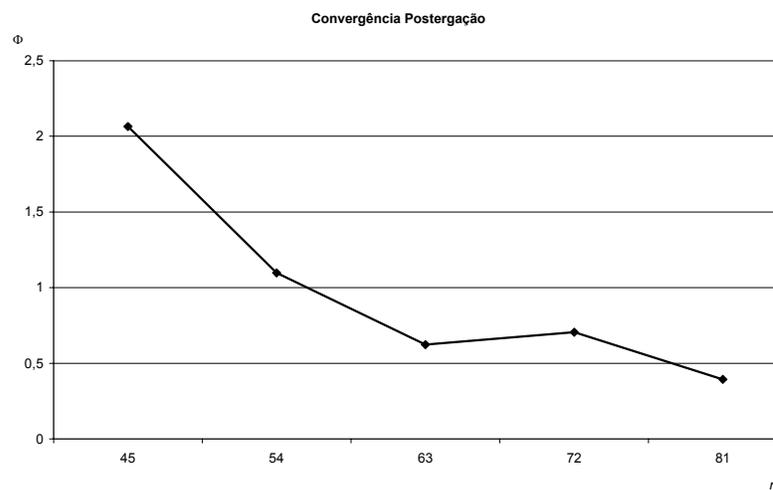


Figura 5.8 – Convergência das estimativas: postergação

A aplicação deste método de determinação do tamanho da amostra indica uma ampla variação dos coeficientes estimados; o método baseado na distribuição normal das escolhas indica, para a amostra selecionada, um erro em torno de 17%. Ambos apontam para a necessidade de maior número de observações no caso de se pretender fazer inferências mais aproximadas da realidade.

### 5.2.9 Cronograma de execução

As entrevistas foram realizadas de 13 a 17 de dezembro de 1999, segunda a sexta-feira (Tabela 5.10). Os dados de usuários isentos foram coletados no dia 17 de dezembro de 1999, durante o período de pico da manhã.

Tabela 5.10 - Cronograma de execução da pesquisa

	Dez/99	S	T	Q	Q	S	Total/Grupo
		13	14	15	16	17	
Pagantes	Grupo I	60				-	60
	Grupo II		60			-	60
	Grupo III			60		-	60
	Grupo IV				60	-	60
	Grupo V	30	30			-	60
	Grupo VI			30	30	-	60
Isentos	Grupo VII	-	-	-	-	20	20
	Grupo VIII	-	-	-	-	20	20
	Total/dia	90	90	90	90	40	
	Pesquisadores	9	9	9	9	4	

### 5.3 EXECUÇÃO

A coleta de dados foi executada com base no cronograma (Tabela 5.10), que previa no máximo dois entrevistadores em cada viagem do horário pesquisado, com uma produção média de 10 entrevistas por entrevistador. As falhas decorrentes de questionários não válidos foram cobertas no último dia do levantamento, em que estava prevista a realização das entrevistas apenas com isentos.

O material impresso foi distribuído aos entrevistadores imediatamente antes de cada viagem, em envelopes identificados, e recolhido ao final de cada dia do levantamento. Esse procedimento permitiu a conferência dos questionários preenchidos a tempo de sanar as falhas citadas. Tanto o questionário preliminar (Anexo 3) como o de preferência declarada foram planejados de maneira a facilitar a tabulação e manuseio dos dados obtidos.

## 5.4 ESTIMAÇÃO DE MODELOS

As preferências dos usuários de transporte por ônibus foram modeladas utilizando o software ALOGIT (Hague Consulting Group, 1992), que tem como fundamento o modelo *logit*. Esse modelo representa matematicamente a influência de uma série de itens sobre a escolha individual.

### 5.4.1 O Modelo Logit

Na área de transportes, a modelagem das escolhas dos usuários é geralmente feita através da identificação de funções de utilidade, empregando o modelo *Logit* (Ortúzar e Willumsen, 1994). O modelo baseia-se na teoria da utilidade aleatória segundo a qual a alternativa  $i$  é preferível à alternativa  $j$  se  $U_i > U_j$ . Trantando-se de escolha discreta pode-se dizer que, se a alternativa  $i$  é escolhida de uma série  $S$  de alternativas disponíveis, segue-se necessariamente que  $U_i > U_j, j \neq i e j \in S$  (Bates, 1988).

Para o caso de escolha multinomial, o modelo tem a forma funcional apresentada em (12).

$$P_i = \frac{e^{u_i}}{\sum_{j=1}^n e^{u_j}} \quad (12)$$

Onde  $P_i$  é a probabilidade de escolha da alternativa  $i$ ;  $e$  é a base do logaritmo neperiano;  $u_i$  é a utilidade da alternativa  $i$ ; e  $n$  é o número de alternativas consideradas.

No experimento aqui descrito, trata-se de escolha simples entre duas alternativas, o que reduz o modelo à forma dada por (13).

$$P_i = \frac{e^{u_i}}{e^{u_i} + e^{u_j}} \quad (13)$$

Onde  $i$  e  $j$  são as duas únicas alternativas disponíveis à escolha.

Mesmo considerando que há restrições para que a preferência se concretize em escolha, é geralmente aceito que o tipo de utilidade de que se trata em escolha discreta é a utilidade indireta, que incorpora as restrições de cada indivíduo (Bates, 1988).

Segundo Ortuzar e Willumsen (1994), dois indivíduos em face da mesma série de alternativas podem escolher opções diferentes e alguns indivíduos podem não selecionar sempre a melhor alternativa, do ponto de vista de quem modela. Essa "irracionalidade" é incorporada à função de utilidade assumindo-se que esta é composta por uma parte sistemática ou representativa, que é função dos atributos medidos, e por uma parte aleatória que reflete predileções particulares do indivíduo, assim como erros de observação (14).

$$U_i = V_i + \epsilon_i \quad (14)$$

Os resíduos  $\epsilon$  na equação (14) são variáveis aleatórias com média igual a zero, e uma distribuição de probabilidades a ser determinada.

#### 5.4.2 Modelos estimados

Além de tarifa e tempo, a influência de outros fatores foi testada incluindo-os como variáveis *dummy*. Essas variáveis assumem valores discretos de 0 ou 1, na presença ou ausência do fator. A informação sobre esses fatores foi obtida através do questionário preliminar, com perguntas diretas. A partir dos dados obtidos foram estimados um modelo *logit* (Ben Akiva e Lerman, 1985) cuja especificação incluiu as seguintes variáveis:

T	= valor da tarifa, em R\$
t	= diferencial de tempo entre o horário atual da viagem e o horário com desconto, em minutos
Dist	= distância viajada, em número de trechos; o trajeto foi dividido em 8 trechos.
IND	= assume valor 1 se o entrevistado trabalha em indústria, e zero se não
ALT	= assume valor 1 se o entrevistado tem alternativa de transporte para a viagem, e zero se não
EST	= assume valor 1 se o entrevistado estuda, e zero se não
D25	= assume valor 1 se o entrevistado tem até 25 anos de idade, e zero se não
G	= grupo. Essa variável refere-se ao horário da viagem. Pode assumir os valores 1 (para viagens entre 6:30 e 6:45 ou entre 7:45 e 8:00h); 2 (para viagens entre 6:45 e 7:00 e entre 7:30 e 7:45h); ou 3 (para viagens entre 7:00 e 7:30h).
COM	= assume valor 1 se o entrevistado trabalha no comércio, e zero se não
SERV	= assume valor 1 se o entrevistado trabalha no setor de serviços, e zero se não
FLEX	= assume valor 1 se o entrevistado tem horário de trabalho flexível, e zero se não
OUT	= assume valor 1 se a viagem tem outros motivos que não trabalho ou estudo, e zero se não

A Tabela 5.11 apresenta um resumo dos quatro modelos calibrados com dados de usuários pagantes, dois referentes à antecipação da realização da viagem (modelos 1 e 2) e dois referentes à postergação (modelos 3 e 4). Nem todas as variáveis descritas fazem parte dos quatro modelos, inclusive a constante  $\beta$ , associada à permanência no horário, que aparece apenas nos modelos de postergação. Dois modelos incluem todas as entrevistas e, por consequência todos os motivos de viagem, e dois modelos só incluem trabalho e estudo. Trabalho e estudo respondem por aproximadamente 90% dos motivos de viagem dentro dos períodos estudados.

A Tabela 5.12 apresenta um resumo dos dois modelos calibrados com dados de usuários isentos, um referente à antecipação da realização da viagem (modelo 5) e um referente à postergação (modelo 6).

Tabela 5.11 - Resumo dos modelos de usuários pagantes

	<b>Modelo 1</b> <b>Antecipação</b> <b>Pagantes</b> 6:30 a 7:15 h	<b>Modelo 2</b> <b>Antecipação</b> <b>Pagantes</b> 6:30 a 7:15 h Motivo trabalho e estudo	<b>Modelo 3</b> <b>Postergação</b> <b>Pagantes</b> 7:15 a 8:00 h	<b>Modelo 4</b> <b>Postergação</b> <b>Pagantes</b> 7:15 a 8:00 h Motivo trabalho e estudo
$\beta$			.2146 (1.2)	.4830 (2.5)
T	-3.687 (-6.3)	-3.900 (-6.5)	-1.833 (-2.9)	-1.864 (-2.8)
t	-.5490E-01 (-8.4)	-.5797E-01 (-8.7)	-.4000E-01 (-6.2)	-.3797E-01 (-5.6)
<b>Dist</b>	.3721E-01 (1.7)	.3843 (1.7)		
<b>IND</b>			2.211 (3.6)	2.114 (3.4)
<b>ALT</b>	.5894 (5.2)	.5546 (4.7)		
<b>EST</b>	.3090 (2.3)	.2684 (1.9)		
<b>D25</b>	.2199 (1.8)	.2263 (1.7)	-.3113 (-3.0)	-.4343 (-3.9)
<b>G</b>	-1.042 (-7.4)	-1.069 (-7.4)	-.5452 (-3.8)	-.6012 (-4.0)
<b>COM</b>			.5052 (3.5)	.4733 (3.2)
$\rho^2$	.0724	.0765	.0456	.0448
<b>no. de obs.</b>	1620	1566	1620	1485
$\rho^2$ mín <sup>(1)</sup>	.012	.015	.039	.039
<b>A/B</b> <sup>(2)</sup>	54/46	55/45	61/39	61/39
<b>Valor t</b>	.0149	.0149	.0218	.0204
<b>Elasticidade B/T2</b>	-1.3464	-1.4313	-.7677	-.7860
<b>Elasticidade B/t2</b>	-1.0801	-1.1468	-.8925	-.8687

(1)  $\rho^2$  mínimo para várias frequências relativas (Ortúzar e Willumsen, 1994, p. 247)

(2) Frequências relativas de escolha das alternativas A e B

(3) A alternativa A corresponde à escolha de permanecer no horário e a alternativa B à troca de horário

Tabela 5.12 - Resumo dos modelos de usuários isentos

	<b>Modelo 5</b> <b>Antecipação Isentos</b> 6:30 a 7:15 h	<b>Modelo 6</b> <b>Postergação Isentos</b> 7:15 a 8:00 h
<b>T</b>	- 3.185 (- 2.9)	- 3.367 (- 3.3)
<b>t</b>	- .02922 (- 2.4)	- .0398 (- 2.8)
<b>Dist</b>	- .713 (- 4.4)	- .7262 (- 3.9)
<b>SERV</b>		3.804 (3.3)
<b>ALT</b>	0.529 (.8)	
<b>OUT</b>	3.126 (4.0)	
<b>FLEX</b>	2.571 (3.2)	
$\rho^2$	.2668	0.49
<b>no. de obs.</b>	117	153
$\rho^2$ mín <sup>(1)</sup>	.039	.232
<b>A/B</b> <sup>(2)</sup>	39/61	23/77
<b>Valor t</b>	.0092	.0118
<b>Elast A/t2</b>	.4061	.5516
<b>Elast B/t2</b>	.2861	- .1734

(1)  $\rho^2$  mínimo para várias freqüências relativas (Ortúzar e Willumsen, 1994, p. 247)

(2) Freqüências relativas de escolha das alternativas A e B

(3) A alternativa A corresponde à escolha de permanecer no horário e a alternativa B à troca de horário

## 5.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Além dos modelos estimados, as respostas ao questionário permitiram traçar um perfil do usuário da linha 184. Do total de usuários pagantes entrevistados, 54% são do sexo feminino, proporção aproximadamente igual à verificada na população do município, e a faixa etária de 16 a 25 anos abrange 49% da amostra. Usuários cativos, sem alternativa de modo para realizar a viagem, representam 63% da demanda de pico da linha estudada.

As viagens com motivo trabalho e estudo, teoricamente menos elásticas, somam 94% do total, sendo que 76% das viagens para trabalho foram pagas com “vale transporte”. Quanto ao horário de trabalho, 55% declararam ter horário de trabalho flexível e, destes, 18% têm tolerância de mais de 30 minutos na chegada, o que representa 10% do total de viagens a trabalho. Uma quarta parte dos entrevistados que se dirigiam ao trabalho é composta por funcionários públicos, situação considerada propícia à flexibilidade e ao escalonamento de horários de trabalho. Ainda a respeito de arranjos alternativos de horários de trabalho, 48%

dos trabalhadores responderam que escolheriam a semana comprimida, caso tivessem essa opção.

### 5.5.1 Probabilidades de mudança de horário de viagem

As probabilidades de escolha de cada alternativa em contextos hipotéticos são obtidas através das equações (13) e (14), utilizando-se os parâmetros estimados e simulando a variação dos atributos.

A disposição do usuário em antecipar ou não sua viagem, conforme a tarifa no período anterior ao pico é representada graficamente pela Figura 5.9. O cenário utilizado para simulação é descrito pela tarifa e diferencial de tempo propostos, além dos valores das outras variáveis que compõem o modelo, resumidos na Tabela 5.13. As duas curvas, de permanência no horário e de troca de horário, são complementares e, comparando-as pode-se visualizar a transferência do usuário do período com desconto, retornando ao período de pico à medida que diminui a diferença entre a tarifa com desconto e a tarifa de pico.

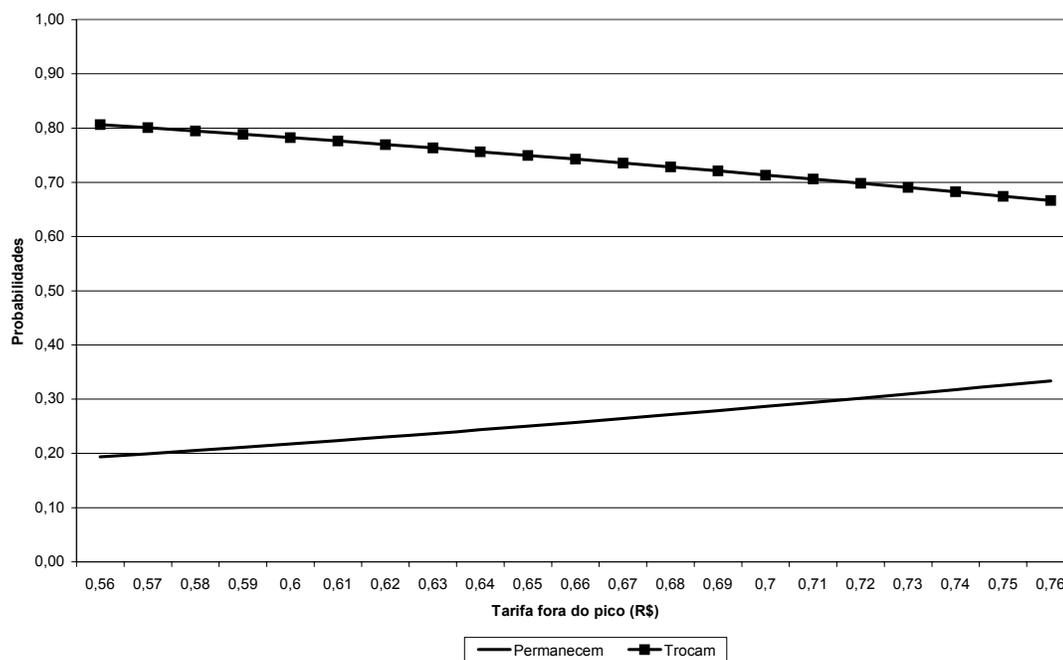


Figura 5.9 – Probabilidades de antecipação das viagens em função da tarifa

Tabela 5.13 – Cenário de antecipação em função da tarifa

Cenário	Tarifa (R\$)	Diferencial de tempo (min)	G	D25	EST	ALT	Dist
Permanecer	0,80	0	3	0	0	0	3
Trocar	0,56 a 0,76	45					

A Figura 5.10 ilustra a disposição do usuário em antecipar a viagem, segundo o diferencial de tempo entre o horário atual e o horário proposto, com tarifa reduzida (Tabela 5.14).

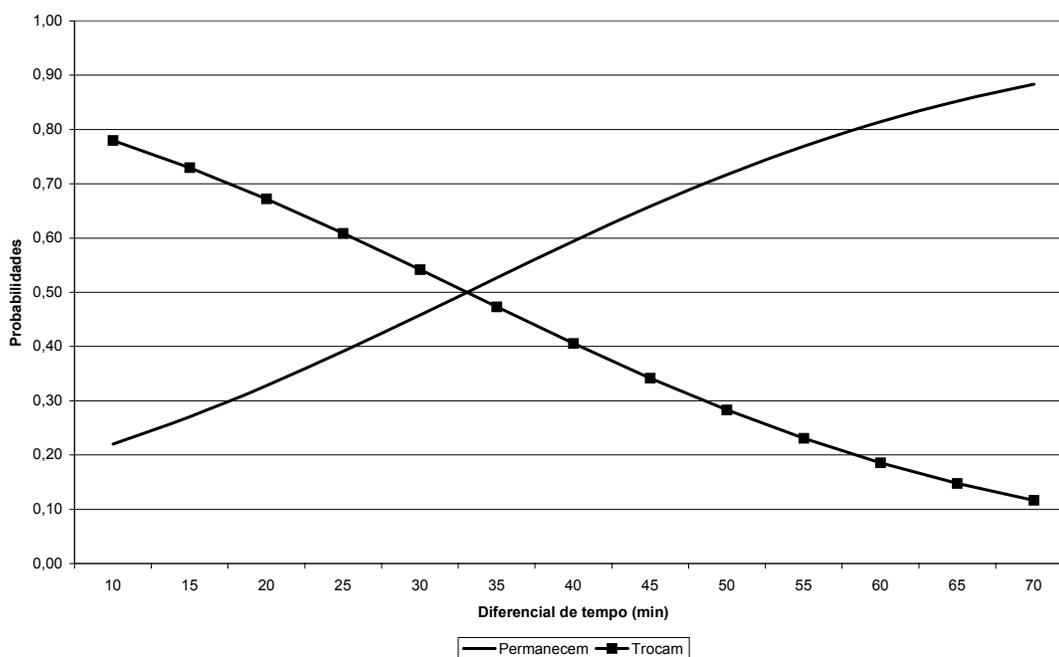


Figura 5.10 - Probabilidades de antecipação das viagens em função do diferencial de tempo

Tabela 5.14 - Cenário de antecipação em função do diferencial de tempo

Cenário	Tarifa (R\$)	Diferencial de tempo (min)	G	D25	EST	ALT	Dist
Permanecer	0,80	0	1	0	0	0	3
Trocar	0,56	10 a 70					

A inclinação mais acentuada das curvas de tempo em relação às curvas de tarifa não indica uma maior importância dada ao tempo. Na verdade, a elasticidade tempo é menor do que a elasticidade preço estimada em todos os modelos (ver Tabela 5.11 e Tabela 5.12). A diferença nas curvas se deve às faixas de variação que, entre a tarifa mais baixa e a mais alta é de 36%, enquanto o diferencial de tempo varia em uma faixa de 86%.

As figuras a seguir, Figura 5.11 e Figura 5.12, cujos cenários se encontram na Tabela 5.15 e na Tabela 5.16, evidenciam a maior disponibilidade do usuário em antecipar sua viagem do que em postergá-la. Essa tendência pode ser verificada também através da elasticidade estimada, que se encontra nos resumos dos modelos (Tabela 5.11 e Tabela 5.12,

p. 69). No modelo de antecipação a elasticidade-preço é de  $-1,346$  e de  $-0,768$  no de postergação. A elasticidade-tempo também é maior para a hipótese de antecipação ( $-1,080$ ) do que para postergação ( $-0,893$ ). Várias razões podem ser apontadas para justificar esses resultados: além das restrições devidas a trabalho e estudo, o valor do tempo anterior ao horário da viagem é menor, por ser, em geral, improdutivo; já o tempo no período posterior à viagem se apresenta com valor relativamente maior em razão das atividades a serem realizadas. O valor do tempo estimado, que se encontra também nos resumos dos modelos, aproxima-se dos valores encontrados em outros estudos realizados recentemente em Porto Alegre (Trensurb, 1997).

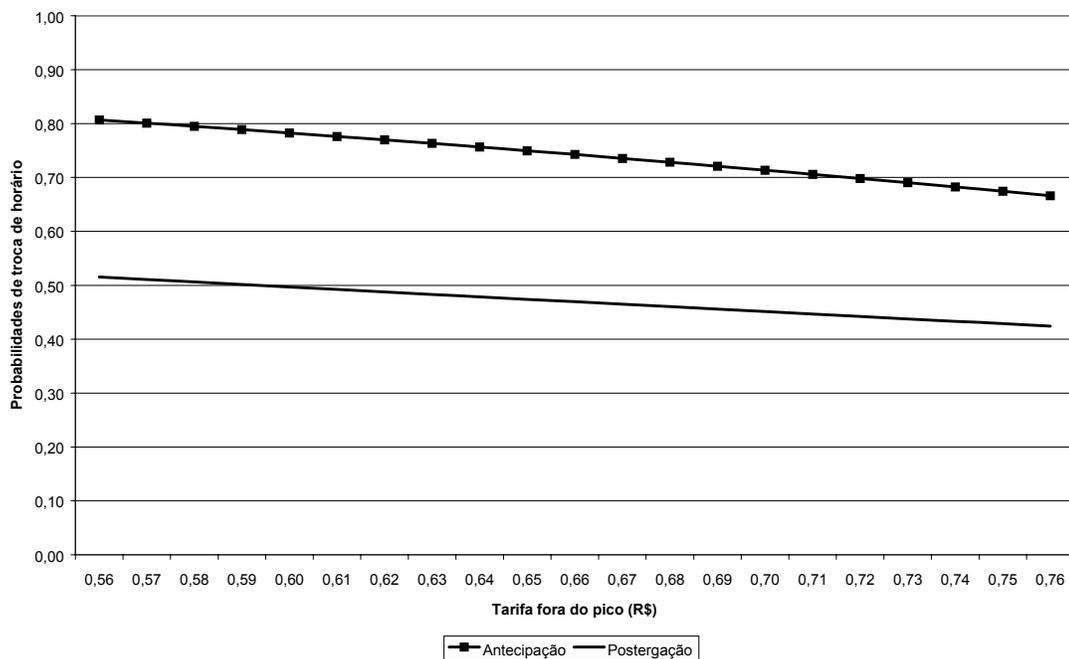


Figura 5.11 – Antecipação x postergação em função da tarifa

Tabela 5.15 – Cenários de antecipação e postergação com variação da tarifa

	Cenário	Tarifa (R\$)	Dif. de tempo (min)	IND	COM	G	D25	EST	ALT	Dist
Antecipação	Permanecer	0,80	0			3	0	0	0	3
	Trocar	0,56 a 0,76	45							
Postergação	Permanecer	0,80	0	0	0	3	0			
	Trocar	0,56 a 0,76	45							

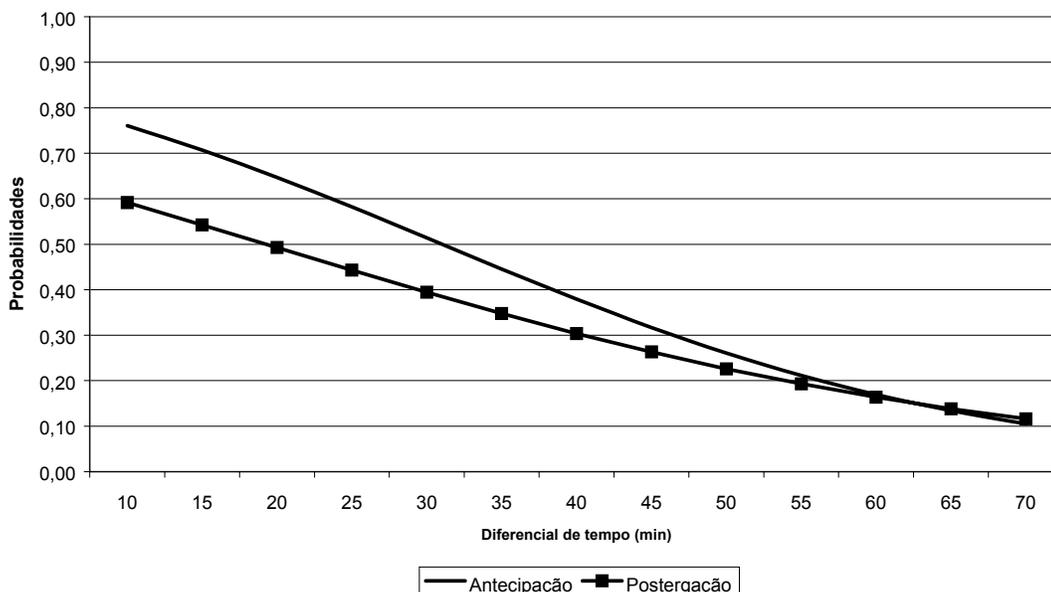


Figura 5.12 – Antecipação x postergação em função do diferencial de tempo

Tabela 5.16 – Cenários de antecipação e postergação com variação do tempo

	Cenário	Tarifa (R\$)	Dif. de tempo (min)	IND	COM	G	D25	EST	ALT	Dist
Antecipação	Permanecer	0,80	0			1	0	0	0	1
	Trocar	0,56	10 a 70							
Postergação	Permanecer	0,80	0	0	0	1	0			
	Trocar	0,56	10 a 70							

A fim de evidenciar a influência das variáveis dummy que compõem os modelos sobre escolha dos indivíduos, foram feitas simulações, comparando as probabilidades de antecipação na presença e na ausência da situação que elas representam. A Figura 5.13 ilustra a influência do motivo da viagem, através da comparação entre viagens de trabalho e estudo e outras. Os valores das variáveis que compõem o cenário encontram-se na Tabela 5.17. A maior disponibilidade do usuário que viaja por motivos outros que não trabalho nem estudo em antecipar sua viagem é um resultado esperado, por serem aquelas atividades, geralmente, programadas. Os usuários que, ainda assim, se dispõem a viajar antes podem ser contados entre os que têm flexibilidade de horários de trabalho, menor valor de tempo, dão alto valor à tarifa, etc.

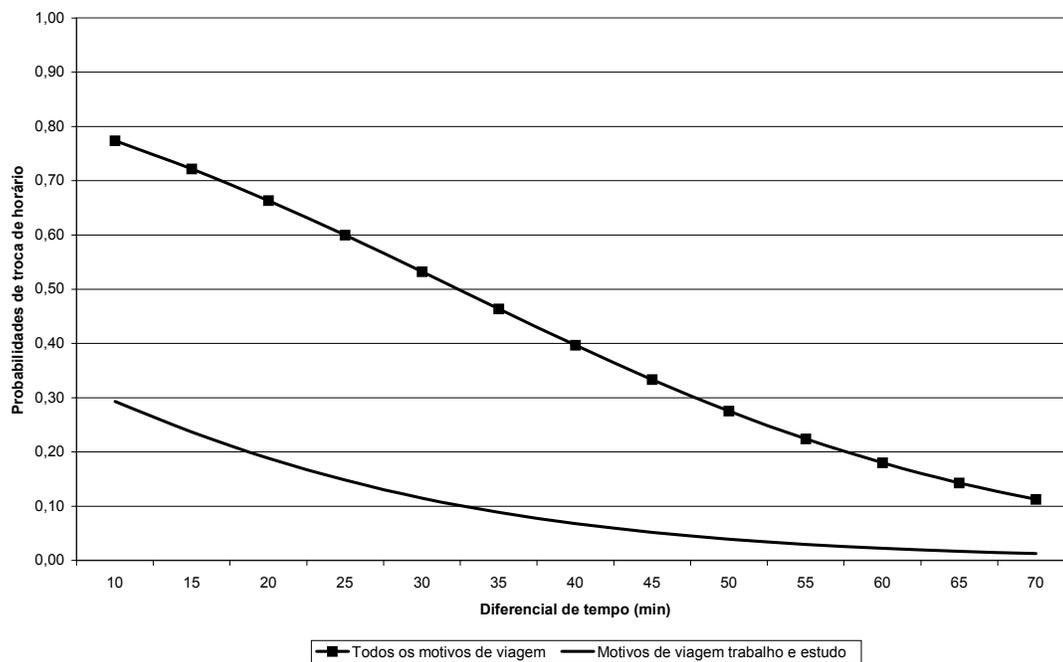


Figura 5.13 - Influência do motivo da viagem na escolha de antecipação

Tabela 5.17 – Cenário de antecipação em função do motivo da viagem

Cenário	Tarifa (R\$)	Diferencial de tempo (min)	G	D25	EST	ALT	Dist
Permanecer	0,80	0	1	0	0	0	6
Trocar	0,56	10 a 70					

A influência da disponibilidade de um modo alternativo para o usuário realizar a mesma viagem foi comparada em função do diferencial de tempo necessário para sair do pico, pagando a tarifa menor (Figura 5.14). O cenário simulado é descrito na Tabela 5.18.

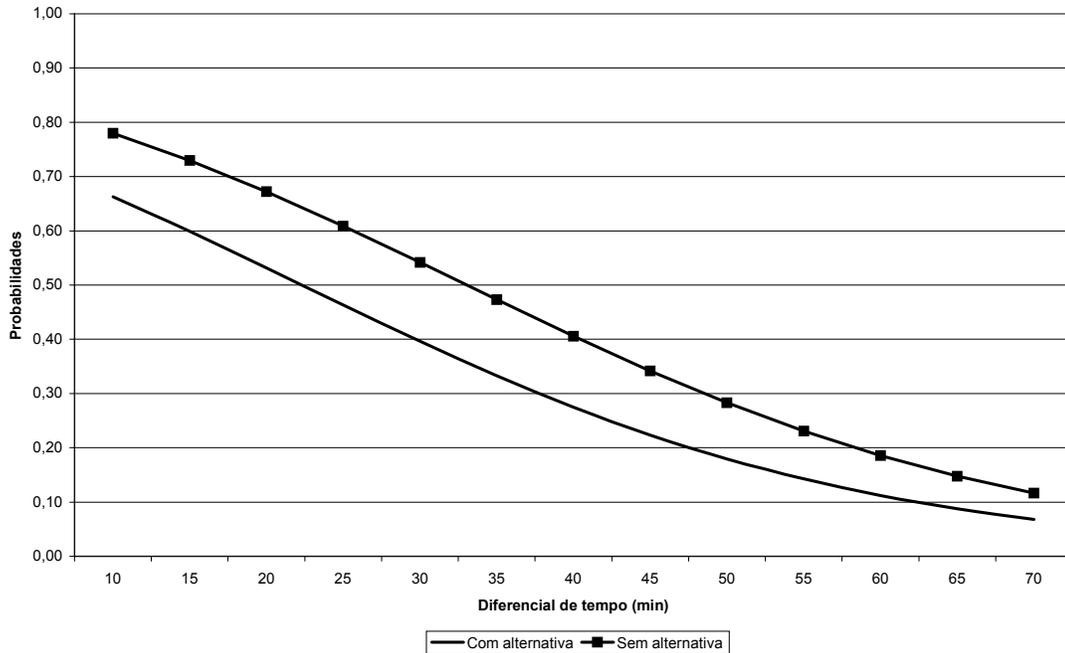


Figura 5.14 - Influência da alternativa de modo sobre a probabilidade de antecipação

Tabela 5.18 – Cenário de antecipação em função da existência de alternativa

Cenário	Tarifa (R\$)	Diferencial de tempo (min)	G	D25	EST	ALT	Dist
Permanecer	0,80	0	1	0	0	0 e 1	3
Trocar	0,56	10 a 70					

A probabilidade de aceitação da antecipação da viagem em 10 minutos é cerca de 12% maior para os usuários cativos, que podem ser associados a uma faixa de renda mais baixa e, por isso, deter menor valor de tempo. A importância do usuário dispor de uma alternativa é mais acentuada para uma antecipação menor, reduzindo-se a cerca de 5% a diferença quando o diferencial de tempo chega a 70 minutos. Essa aproximação das duas curvas se deve principalmente à acentuada redução da probabilidade de antecipação da viagem por parte dos usuários que não têm nenhuma alternativa, preferindo pagar a tarifa mais alta a antecipar a viagem por mais tempo.

Distância viajada, diretamente relacionada ao tempo de viagem, revelou pequena influência sobre a decisão de antecipar as viagens. A Figura 5.15 representa as probabilidades de antecipação da viagem por usuários que viajam um trecho (aproximadamente 2 km de extensão), em comparação com aqueles que viajam 6 trechos. A Tabela 5.19 detalha o cenário proposto.

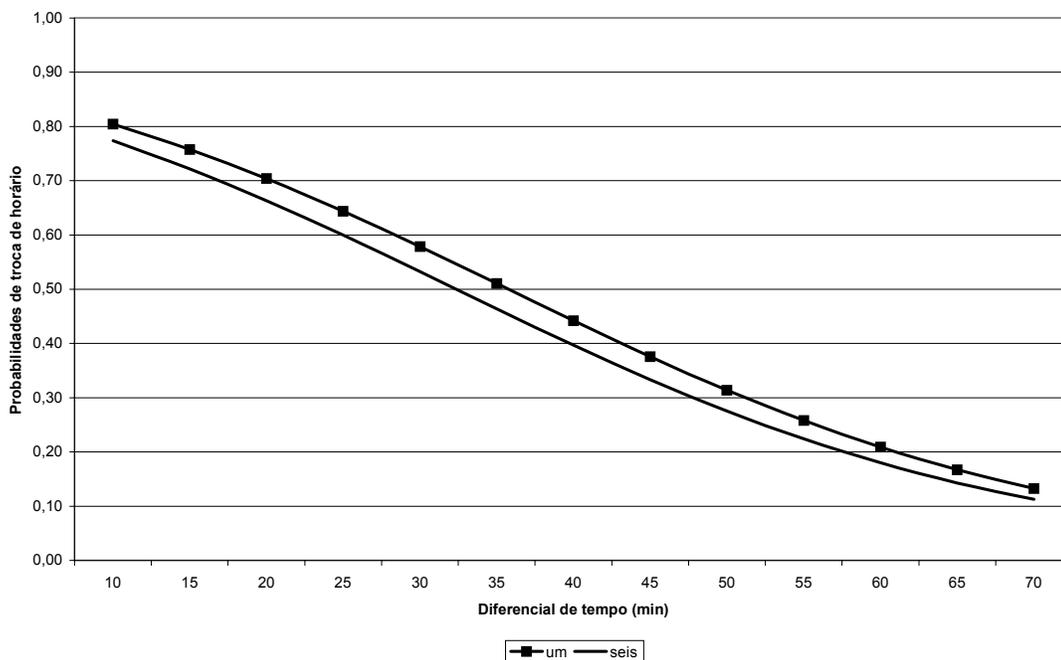


Figura 5.15 - Influência da distância na antecipação

Tabela 5.19 – Cenário de antecipação em função da distância

Cenário	Tarifa (R\$)	Diferencial de tempo (min)	G	D25	EST	ALT	Dist
Permanecer	0,80	0	1	0	0	0	1 e 6
Trocar	0,56	10 a 70					

A avaliação da influência da idade sobre a decisão do usuário quanto à antecipação foi feita através da simulação do cenário da Tabela 5.20. A Figura 5.16 permite a comparação da disponibilidade de usuários com até 25 anos em anteciparem suas viagens, e usuários com mais de 25 anos. A diferença entre as curvas confirma a hipótese de que a idade tem um efeito positivo sobre a disponibilidade em antecipar viagens pela manhã, decorrente da maior disposição em despertar mais cedo. O sinal da variável é contrário no modelo de postergação, indicando que, quanto mais idoso o usuário, menor a probabilidade de aceitação da postergação.

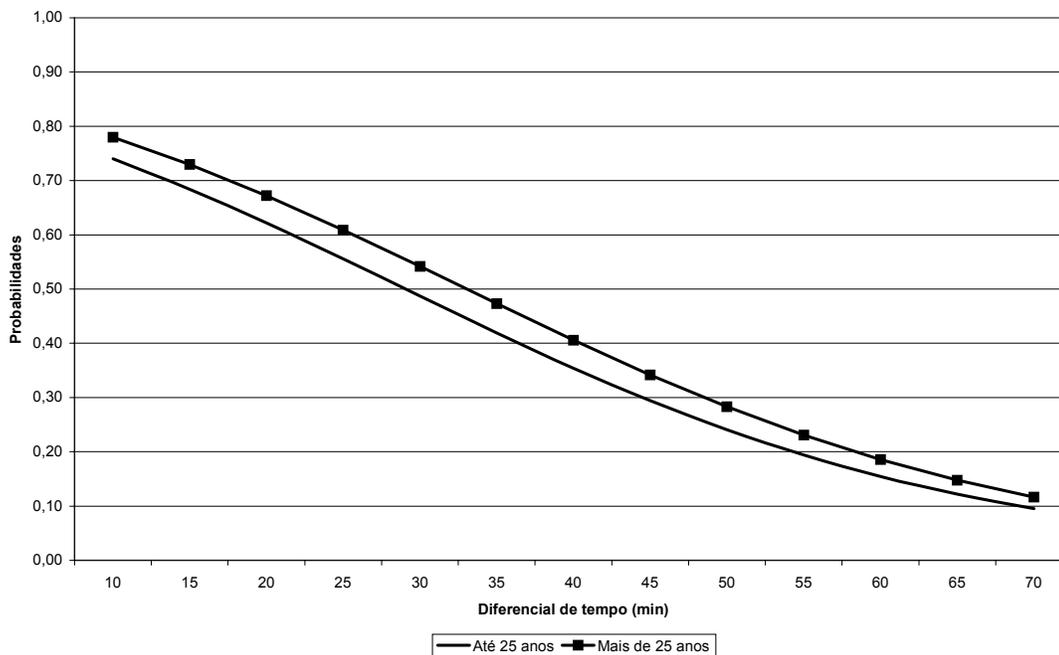


Figura 5.16 - Influência da idade sobre a decisão de antecipar o horário da viagem

Tabela 5.20 – Cenário de antecipação em função da idade

Cenário	Tarifa (R\$)	Diferencial de tempo (min)	G	D25	EST	ALT	Dist
Permanecer	0,80	0	1	0 e 1	0	0	3
Trocar	0,56	10 a 70					

Quanto à sensibilidade de usuários isentos de pagamento à tarifa diferenciada, a Tabela 5.21 define o cenário de simulação para antecipação e postergação de viagens, cujos resultados são mostrados na Figura 5.17. As probabilidades de transferência desses usuários, assim como dos pagantes, tendem pouco mais à antecipação do que à postergação. No que se refere à quantidade, quase a totalidade se dispõe a viajar em outro horário, se houver, em vez da isenção de pagamento, uma tarifa de R\$ 0,56 no horário atual. A disponibilidade maior desse tipo de usuário pode ser explicada pela percepção diversa entre usufruir um serviço gratuito e pagar pelo mesmo serviço. Não é o mesmo contraponto apresentado aos usuários pagantes, que escolhem entre pagar um preço e outro preço mais alto.

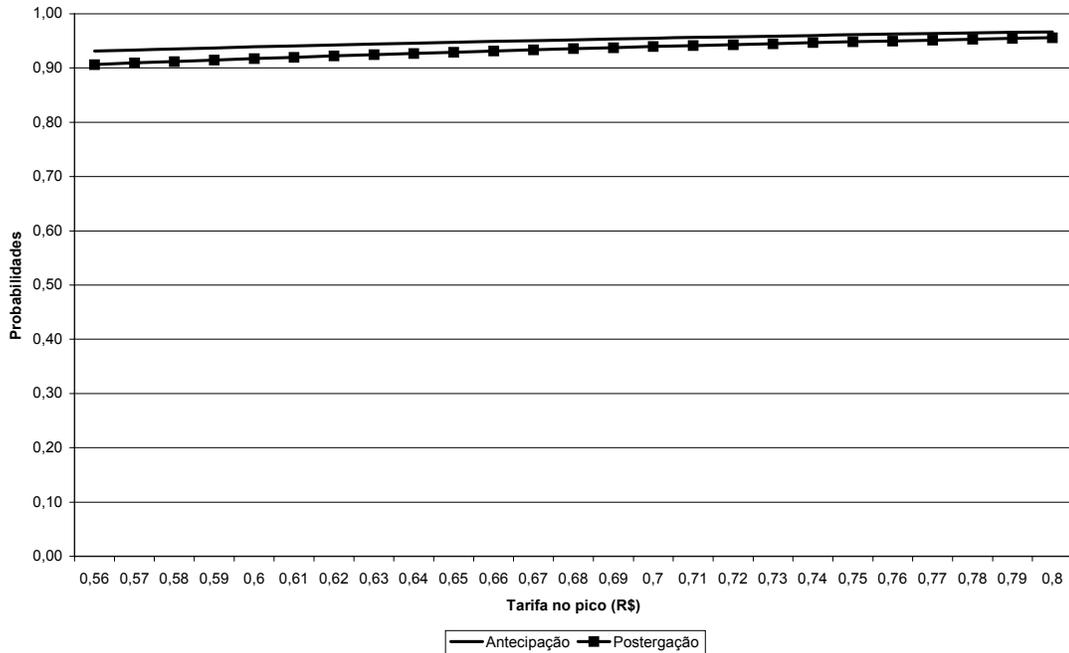


Figura 5.17 - Antecipação x postergação entre isentos

Tabela 5.21 – Cenário de antecipação e postergação em função da tarifa (isentos)

Cenário	Tarifa (R\$)	Diferencial de tempo (min)	FLEX	OUT	ALT	Dist
Permanecer	0,56 a 0,80	0	0	0	0	3
Trocar	0	45				

Com relação ao diferencial de tempo necessário para viajar sem custo, os usuários isentos apresentam tendência igual aos pagantes, diminuindo as probabilidades de antecipação e de postergação à medida que aumenta o tempo (Figura 5.18). A proporção, entretanto, é diferente, o que também pode ser avaliado pela elasticidade-tempo, no resumo dos modelos de usuários isentos (Tabela 5.12). O cenário simulado é definido pelos valores da Tabela 5.22.

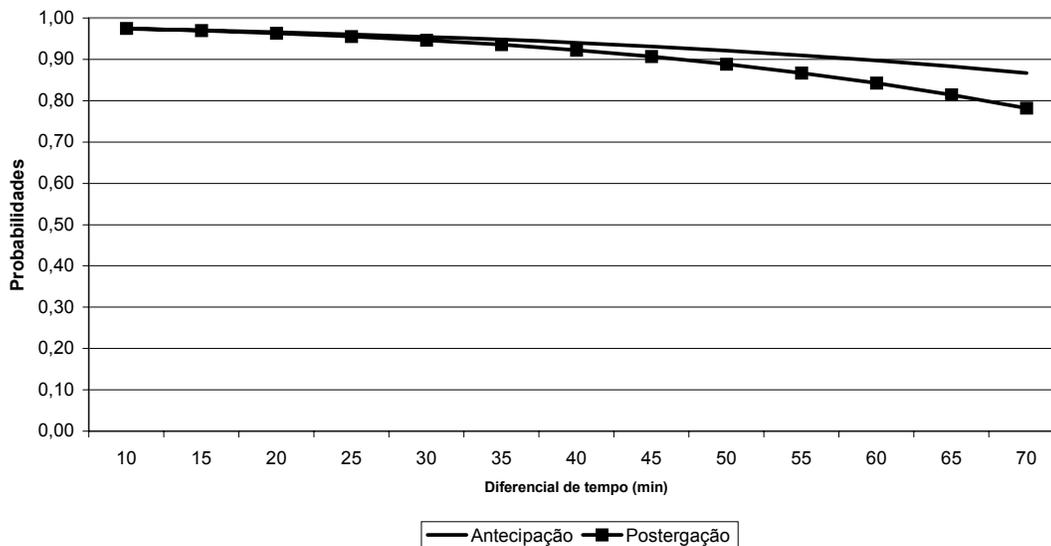


Figura 5.18 – Tempo de antecipação e de postergação entre isentos

Tabela 5.22 - Cenário de antecipação e postergação em função do diferencial de tempo (isentos)

Cenário	Tarifa (R\$)	Diferencial de tempo (min)	FLEX	OUT	ALT	SERV	Dist
Permanecer	0,56	0	1	0	0	0	3
Trocar	0	10 a 70					

## 5.5.2 Impacto sobre custos e tarifa

O custo médio de produção do serviço de transporte por ônibus urbano em Porto Alegre, refletido na tarifa, é influenciado principalmente por dois componentes: equipamento e pessoal de operação. Esses dois itens, somados, correspondiam a 66% do valor da tarifa praticada em 1999 (vide Anexo 4). Ambos os elementos de custo dependem diretamente da demanda atendida. Assim, para analisar o impacto da diferenciação tarifária nos custos operacionais, foi efetuada uma projeção da redistribuição da demanda de acordo com as probabilidades de mudança de horário obtidas através dos modelos estimados.

### 5.5.2.1 Redistribuição da demanda

A primeira hipótese considerada fundamenta-se em um cenário marcado por uma tarifa reduzida em 5% fora do pico da manhã (cenário 1), quando todos os usuários dispostos a antecipar ou postergar suas viagens transferiam-se para os períodos de 15 minutos imediatamente anterior e posterior ao pico. Nesse caso, produzir-se-iam dois picos bem mais elevados do que o atual (Figura 5.19). O fluxo máximo passaria dos atuais 22 pass/min, para

33 pass/min, o que acrescentaria aos custos operacionais, ao invés de proporcionar a pretendida redução.

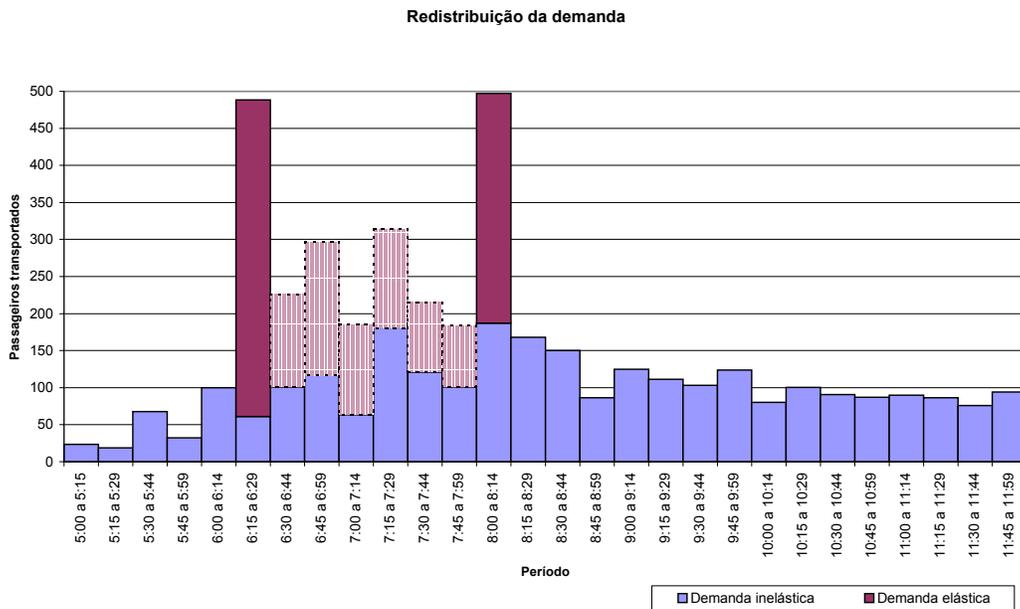


Figura 5.19 – Deslocamento do pico (cenário 1)

Em um segundo cenário projetado, também com redução tarifária de 5% fora do pico (cenário 2), foram consideradas as probabilidades de antecipação e postergação das viagens em até 45 minutos. Nessa hipótese, o pico de demanda se desloca para o horário entre 8:00 h e 8:45 h, com um fluxo máximo de 16 pass/min (Figura 5.20).

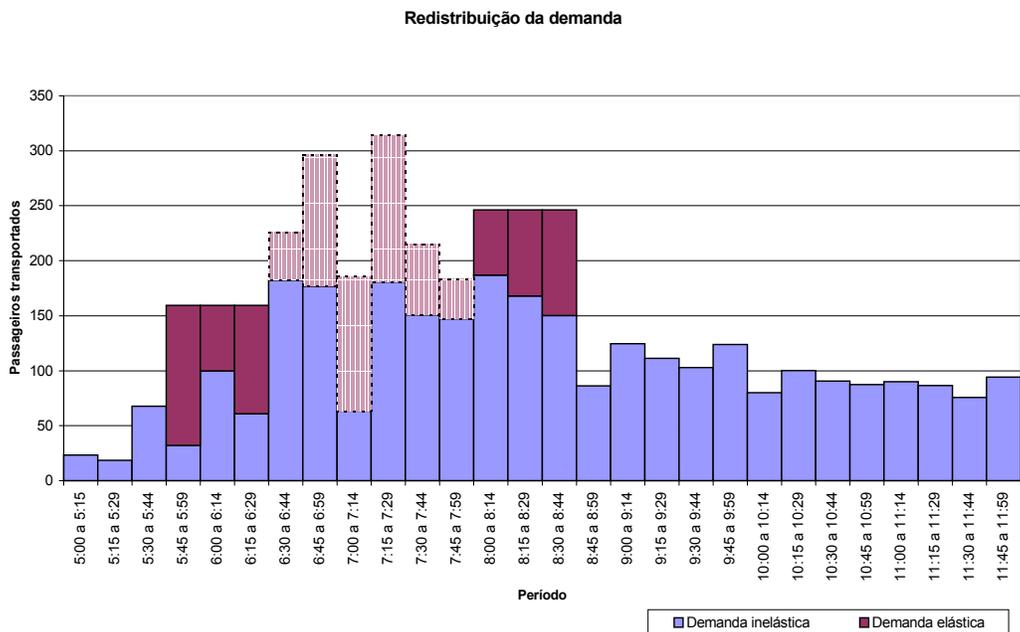


Figura 5.20 – Redistribuição em períodos de 45 minutos (cenário 2)

Foi avaliada também a hipótese de antecipação e postergação das viagens em até uma hora (cenário 3). O pico se desloca para o período entre 8:00 h e 9:00h, com um fluxo máximo de 12 pass/min (Figura 5.21).

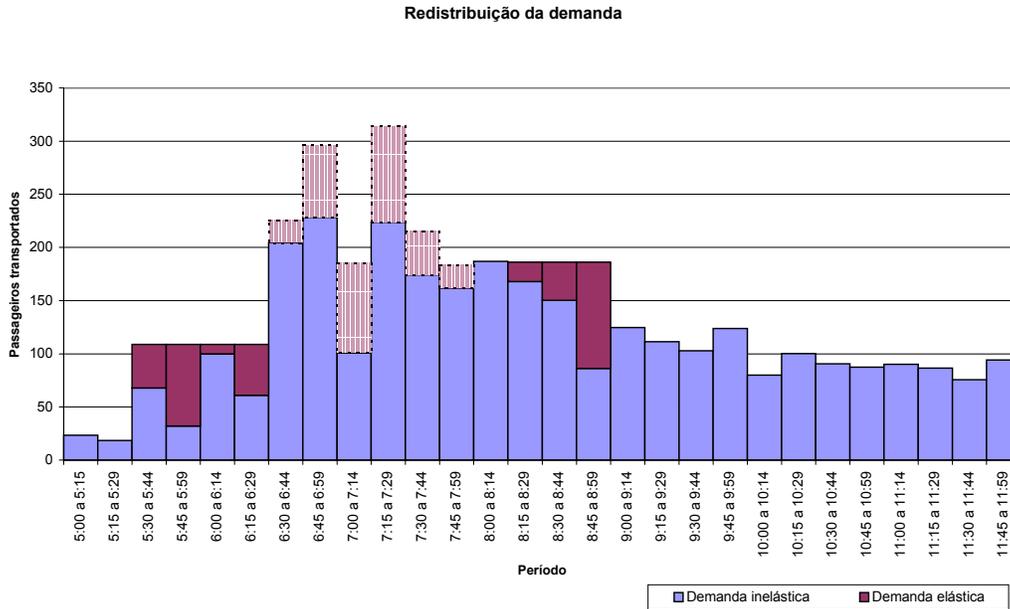


Figura 5.21 – Redistribuição em períodos de uma hora (cenário 3)

### 5.5.2.2 Custos e tarifa

A frota básica necessária ao atendimento da demanda atual e redistribuída (para os 3 cenários) foi determinada segundo metodologia adaptada de EBTU (1988) e Nicolai *et al* (1987). Para efeitos de cálculo dos custos, foi expandida, para todo o sistema de ônibus urbano de Porto Alegre, a redistribuição da demanda obtida na linha amostrada. Essa aproximação foi adotada devido à impossibilidade prática de individualizar o cálculo da tarifa para a linha analisada através da planilha de Porto Alegre. Comparações entre essa e outras metodologias de cálculo tarifário utilizadas no país foram efetuadas por Rosa (2000).

A frequência de pico ( $F$ ) é dada por (15), onde  $DH$  é a demanda horária expressa em passageiros/hora/sentido,  $k$  é o índice de renovação e  $CN$  é a capacidade nominal dos veículos, em passageiros/veículo.

$$F = \frac{DH}{k \times CN} \quad (15)$$

O índice de renovação ( $k$ ) é dado por (16), onde  $PV$  é o número médio de passageiros transportados por viagem no período considerado, e  $Otc$  é a ocupação dos veículos no trecho crítico (em número de passageiros).

$$k = \frac{PV}{Otc} \quad (16)$$

A frota básica é, então, dada por (17), onde  $F$  é a frequência (15),  $TC$  é o tempo de ciclo da linha, e  $CR$  é o coeficiente de reserva técnica da frota.

$$FB = \frac{F \times TC \times CR}{60} \quad (17)$$

O tempo de ciclo da linha ( $TC$ ) é a soma dos tempos de viagem nos dois sentidos (bairro-centro e centro-bairro) e dos tempos de parada nos terminais inicial e final da linha.

Foi adotada capacidade nominal de 85 pass/veículo, considerando-se a densidade máxima de 6 pass/m<sup>2</sup>. O índice de renovação da linha amostrada resultou 1,29, considerando-se uma ocupação de 84 passageiros no trecho crítico e a média de 108 passageiros transportados por viagem. O tempo de ciclo utilizado foi de 104 minutos, considerando-se o tempo de viagem de 50 minutos no sentido bairro-centro e de 45 minutos no sentido inverso, com 5 minutos de parada, em ambos os terminais da linha. Foi adotado o coeficiente de reserva técnica de 10%. Os resultados relativos aos três cenários, no que se refere a frota e custos estão resumidos na Tabela 5.23. Em relação ao cenário-base, obtém-se uma redução de até 27% na frota necessária ao atendimento da demanda no pico, com uma conseqüente redução de custos (tarifa) da ordem de 18%.

Tabela 5.23 – Tarifa calculada

	Cenário-base	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Demanda (pass/h.sentido)	1320	1980	960	720
Demanda (pass/min/sentido)	22	33	16	12
Frota (veículos)	23	36	18	13
Tarifa (R\$)	0,80	1,20	0,67	0,51

## 5.6 CONCLUSÕES

Com base nos dados coletados foi possível estimar vários modelos comportamentais. Os seis modelos apresentados nesse capítulo foram os que melhor explicaram o comportamento observado. Os parâmetros de desempenho,  $\rho^2$ , de todos os modelos estimados resultaram acima do mínimo aceitável. Já as variáveis que compõem os modelos apresentaram a estatística  $t$  acima de 1,2 (3,85 em média), o que indica sua relevância para a explicação do comportamento estudado. A constante  $\beta$ , que aparece em alguns modelos, está associada à permanência no horário atual, e pode caracterizar uma preferência do usuário em virtude de fatores não especificados no modelo, como, por exemplo, a influência dos horários das atividades de outros membros da família.

De maneira geral, os resultados se mostraram coerentes com a teoria e com outros estudos semelhantes. Os sinais das variáveis, que indicam se sua influência sobre a escolha individual é direta ou inversa, são considerados corretos. O valor do tempo estimado é compatível com aqueles encontrados em outros estudos anteriormente realizados em Porto Alegre. Os modelos também possibilitaram estimar a elasticidade-preço e a elasticidade relativa a variações nos horários de início da viagem. Os valores encontrados permitem concluir que a adoção de políticas que contemplem variações tarifárias em troca de alterações nos horários de início da viagem pode ser utilizada para o contexto analisado. Tais conclusões são particularmente aplicáveis a alterações antecipando os horários das viagens.

Vale lembrar que o tamanho da amostra, dimensionada com base em dois métodos complementares, foi um fator limitante da qualidade dos resultados. Restrições quanto aos custos do levantamento de dados e o tamanho da população estudada contribuíram para a aceitação de uma determinada margem de erro, que pode ser responsabilizada pelo ajuste não tão perfeito dos modelos calibrados. Em um levantamento mais abrangente, que contemplasse todo o sistema de transporte coletivo por ônibus da cidade, ao invés de uma única linha, a amostra seria maior, absorvendo a variabilidade das respostas e permitindo maior aproximação entre as previsões do modelo e o comportamento observado da demanda.

## 6 CONCLUSÕES

A metodologia empregada no estudo de caso descrito revelou-se adequada ao objetivo proposto, qual seja, o de obter informações a respeito da sensibilidade dos usuários de transporte coletivo à diferenciação tarifária por hora do dia de forma a avaliar o potencial dessa estratégia no gerenciamento da demanda. As limitações do experimento não respaldam a expansão de seus resultados para o sistema como um todo, considerando que foi amostrada uma única linha, cujas características não se entende nem se pretende que sejam medianas. Entretanto, ao longo do trabalho ficou demonstrada a aplicabilidade do método ao estudo do comportamento da demanda de transporte coletivo por ônibus.

O estudo revelou que a estratégia de diferenciação tarifária proposta tem potencial para influenciar a demanda, contribuindo para a diluição dos picos. Através da utilização de técnicas de preferência declarada e modelagem comportamental, foi possível analisar a resposta da demanda do período de pico a políticas de diferenciação tarifária por hora do dia. Destacam-se os resultados obtidos no que se refere à maior aceitação da antecipação de viagens, comparada à postergação; a influência da idade do usuário em sua decisão; e a significativa redução de custos de oferta do serviço que pode ser obtida através da implementação de diferenciação tarifária por hora do dia.

Os modelos calibrados permitem, juntamente com as informações a respeito do perfil do usuário, prever com antecedência as conseqüências de diferentes políticas tarifárias, no que se refere ao comportamento da demanda. Quantificar a sensibilidade da demanda ao preço do serviço é essencial quando não se quer aumentar o custo da operação ou quando não há recursos para investir no aumento da oferta. A simulação de diversos cenários pode auxiliar o planejamento da oferta do serviço de transporte, contribuindo para uma alocação mais eficiente dos recursos disponíveis.

Politicamente, a diferenciação tarifária pode ser discutível como medida de gerenciamento da demanda no contexto estudado. A tarifa única é estabelecida com base no custo médio de todo o sistema de transporte coletivo por ônibus, em Porto Alegre. Assim, o usuário não desembolsa o valor da tarifa real da viagem que realiza, pois nem mesmo a

distância do deslocamento é considerada quando da cobrança. Além disso, numerosas isenções são custeadas pelos usuários pagantes, elevando o valor da tarifa.

A avaliação das potencialidades dessa política de diferenciação tarifária no sistema de transporte coletivo por ônibus pode considerar o agrupamento das linhas por características tais como extensão do percurso, região geográfica de atendimento, tipo de linha (radial, transversal, alimentadora), etc. A segmentação da amostra pode considerar motivos de viagem; usuários pagantes, isentos e estudantes; a influência da utilização de “vale-transporte” na atitude do entrevistado pode ser avaliada, sendo que, para tanto, é necessário definir um ou vários cenários em que o benefício da diferenciação seja apropriado pelo usuário e não por seu empregador. Além disso, dados obtidos em outros levantamentos, de transportes ou não, podem ser utilizados, tais como renda, faixa etária, etc.

Uma possível continuidade para o presente trabalho, é o desenvolvimento de um modelo computacional de equilíbrio entre custos, tarifa e período de desconto. Em termos de informação, o presente trabalho alcança a determinação das probabilidades de antecipação/postergação do horário de viagem, em função do preço e do diferencial de tempo. A partir disso, é possível chegar a um modelo probabilístico de minimização de custos, por exemplo, através da melhor alocação de recursos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADLER, S. (1994) **Alternative Work Arrangements and the Working Woman**; a Study of Flexitime, the Compressed Work Week, and Job Sharing. Disponível na internet; <http://clams.ubc.ca/pdf/adler.pdf>.
- ADLER, T. e M. BEN-AKIVA (1979) A Theoretical and Empirical Model of Trip Chaining Behavior. **Transportation Research B**, 13(3): 243-257.
- AMERICAN PUBLIC TRANSIT ASSOCIATION (1991) **Fare Elasticity and Its Application to Forecasting Transit Demand**.
- AMERICAN PUBLIC TRANSIT ASSOCIATION (2000) **Passenger Fares Summary**. Disponível na internet; <http://www.apta.com/stats/fares/fares.htm>.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS (1998) **Transporte Público Urbano: Crise e Oportunidades**. Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos.
- BALASSIANO, R. (1998a) Planejamento Estratégico de Transportes Considerando Sistemas de Média e Baixa Capacidade. In: CNT/ANPET. **Transporte em Transformação II**. São Paulo, Makron Books, 124-140.
- BALASSIANO, R. (1998b) Prioridade para Ônibus em Centros Urbanos: Um Instrumento de Planejamento Ainda Viável. In: CNT/ANPET. **Transporte em Transformação**; Problemas e Soluções dos Transportes no Brasil. São Paulo, Makron Books, 1-25.
- BALEPUR, P. N., VARMA, K. V., MOKHTARIAN, P. (1998) Transportation Impacts of Center-based Telecommuting: Interim Findings from the Neighborhood Telecenters Project. **Transportation** 25 (3): 287-306.
- BALLOU, D. P., e L. MOHAN (1981) A Decision Model for Evaluating Transit Pricing Policies. **Transportation Research A**, 15A (2), Mar 1981.
- BATES, J (1988) Econometric Issues in SP Analysis. **Journal of Transport Economics and Policy** 22 (1): 59-70.
- BATES, J. (1988a) Ed. Special Issue on Stated Preference Methods in Transport Research. **Journal of Transport Economics and Policy**. Jan. 1988, V. 22, n. 1.
- BEN AKIVA, M. E.; e LERMAN, S. R. (1985) **Discrete Choice Analysis**; Theory and Application to Travel Demand. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Bernard, J. e Roland, M. (2000) Load management programs, cross-subsidies and transaction costs: the case of self-rationing. **Resource and Energy Economics**, v. 22.
- BIANCHI, R.; JARA-DÍAZ, S. R.; e ORTÚZAR, J. de D. (1998) Modelling new Pricing Strategies for the Santiago Metro. **Transport Policy**, 5(4), 223-232.
- BRADLEY, M. (1988) Realism and Adaptation in Travel Choice Concepts. *Journal of Transport Economics and Policy*. Special Issue on Stated Preference Methods in Transport Research. Jan. 1988, V. 22, n. 1.
- Braid, Ralph M. (1996) Peak-Load pricing of a transportation route with an unpriced substitute. *Journal of Urban Economics*, v. 40.
- BUSSIÈRE, Y; e P. LEWIS (2001) **Impact of Telework and Flexitime on Reducing Future Urban Travel Demand: the Case of Montreal and Québec** (Canada), 1996-2016 (a publicar).
- CARBAJO, J. C. The Economics of Travel Passes: Non-uniform Pricing in Transport. **Journal of Transport Economic and Policy**, v.22, n.2, may. 1988, p.153-173.
- CARRIS (1999) **Tarifário Geral**. <http://www.carris.pt/tarifar.html>.
- CARROLL, K., COATES, D. (1996) **Teaching Price Discrimination**; some clarification. <http://research.umbc.edu/~coates/work/pddrft2.html>.
- CHICAGO TRANSIT AUTHORITY. (1999) Chicago **Transit Authority**. Disponível na internet; <http://www.transitchicago.com/fares.htm>.
- CHOMITZ, K. M., LAVE, C. A. Part-Time Labour, Work Rules, and Urban Transit Costs. **Journal of Transport Economics and Policy**. v.18, n.1, p.63-74, jan. 1984.

- COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO, São Paulo – SP, Brasil. 04/12/01. Operação Horário de Pico <http://200.19.93.5/internew/index1.html>
- CRUSIUS, C. A., BRENNER, G. Aspectos Redistributivos do Sistema de Tarifa-Única em Porto Alegre. **Cadernos de Transportes**. Porto Alegre, PDTU/UFRGS, [jul. 1985].
- CRUZ, J. A. (1998) **Modelo de Determinação do Horário Econômico no Transporte Público de Passageiros**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- DARBÉRA, R. Le Versement Transport est-il la Meilleure Façon de Financer la Subvention aux Transports Collectifs Urbains? **Transportes**, local, v.39 , n. 368, p. 374-384, nov/déc 1994.
- DE BORGER, B. *et al* (1996) Optimal Pricing of Urban Passenger Transport: a Simulation Exercise for Belgium, **Journal of Transportation Economics and Policy**, jan 1996.
- DOMINGUEZ, M. E.; LOVATTO, A. A. D.; e LINDAU, L. A. (1999) El Modelo Consorciado de Gestión Operacional de Transporte Público por Autobús: las Cuencas Operacionales de Porto Alegre. **Actas del X Congreso Latinoamericano de Transporte Público Urbano - CLAPTU**, Caracas, Venezuela, 6-11 diciembre.
- DONOSO, P., FERNANDES, J. E. Elasticidade Demanda-Tarifa para Transporte Público: Aplicación al Caso Chileno. In: **Congreso Panamericano de Engenharia de Tráfego e Transporte**, 3., Encontro Latino-Americano de Transportes Públicos, 1., 1984, São Paulo. Anais. São Paulo, 1984, p.441-453.
- EMPRESA BRASILEIRA DE TRANSPORTE URBANO (1988) **Programação da Operação**, 6. Módulos de Treinamento: Planejamento da Operação, STPP Gerência do Sistema de Transporte Público de Passageiros. Trânsito, Transportes Coletivos e Comunicações (org.). EBTU, Brasília, DF.
- FEDERAL TRANSIT ADMINISTRATION - U.S. Department of Transportation (1992a). **Variable Work Hours**. Disponível na internet: <http://www.fta.dot.gov/fta/library/planning/tdmstatus/FTAVARH2.HTM>.
- FEDERAL TRANSIT ADMINISTRATION - U.S. Department of Transportation (1992b) **Telecommuting**. Disponível na internet: <http://www.fta.dot.gov/fta/library/planning/tdmstatus/FTATELE.HTM>.
- FERNANDES, F. S. (1982) **Aspectos de Transporte Urbano na Modificação dos Horários de Trabalho**. Rio de Janeiro, Instituto Militar de Engenharia, Tese de Mestrado.
- FLEISHMAN, D. *et al* (1996). **Fare Policies, Structures, and Technologies**. TRANSIT COOPERATIVE RESEARCH PROGRAM - TCRP. Federal Transit Administration. Washington, D.C., U.S.A., National Academy Press, 1996.
- FLEXTIME TRIAL (1999). Disponível na internet: <http://www.staff-shceduling.com/flexdown.htm>.
- GOLDEN GATE TRANSIT (2000) **Cash Fare Tables**. <http://www.transitinfo.org/GGT/faretable.html>.
- GREY, A. (1975). **Urban Fares Policy**, Westmead, England: Saxon House/Lexington Books.
- HAGUE CONSULTING GROUP (1992) **ALOGIT User's Guide**, Version 3.2.
- HANSON, S. (1980) The Importance of the Multipurpose Journey to Work in Urban Travel Behavior, **Transportation**, 9(3):229-248.
- HENDRICKSON, C. T. Travel Time and Volume Relationships in Scheduled, Fixed-Route Public Transportation. **Transportation Research A**, v. 15A, n.2, p.173-182, mar. 1981.
- HENSHER, D. (1994) Ed. Stated Preference Methods. **Transportation**, V. 21, n. 2
- HENSHER, D. A e J. KING (1998). Establishing Fare Elasticity Regimes for Urban Passenger Transport: Time-based Fares for Concession and Non-concession Markets Segmented by Trip Length. **Journal of Transportation and Statistics**, Jan-1998, p. 43-61.
- HENSHER, D. A. e R. G. BULLOCK (1979) Price elasticity of commuter mode choice: effect of a 20 per cent rail fare reduction. **Transportation Research A**, v. 13A, pp. 193-202, 1979.
- HENSHER, D.; e A. J. REYES (2000) Trip Chaining as a Barrier to the Propensity to Use Public Transport. **Transportation**, v. 27, n. 4, winter 2000.
- HUNG, R. Using Compressed Workweeks to Reduce Work Commuting. **Transportation Research A**, Exeter, England, v.30A, n.1, jan. 1996, p.11-19.

- INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS E COMSIS CORPORATION (1993) **A Guidance Manual for Implementing Effective Employer-based Travel Demand Management Programs**. <http://www.bts.gov/ntl/DOCS/474.html>.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (1996) **Contagem da População de 1996** - <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=472&z=t&o=15>
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA e ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES PÚBLICOS (1999). Redução das Deseconomias Urbanas com a Melhoria do Transporte Público. **Revista dos Transportes Públicos - ANTP**, v. 21, n.82, 1º trim. 1999.
- JARA-DÍAZ, S. R. et al (1996) Viajes en el Metro de Santiago: Modelo Estructural com Desagregacion Espacial y Temporal in **IX Congresso Panamericano de Engenharia de Trânsito e Transportes** – dez/96 – Havana, Cuba
- KAGAN, H. Metodologia para Análise dos Benefícios de Medida de Gerência de Demanda para Sistemas de Transporte Urbano: Escalonamento de Horários. In: **ANPET Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**, 9, 1995, São Carlos, SP. Anais. São Carlos, ANPET, 1995, p.507-518.
- KEMP, M. A. (1999) **Fares: a Financial Fundamental or a Footnote?** Disponível na internet: <http://www.fta.dot.gov/fta/library/technology/symops/Kemp.htm>.
- KIM, H. *et al* (1994) **Travel Demand Modeling and Network Assignment Models**. Disponível na internet: <http://www.bts.gov/tmip/papers/asswign/mnam/ch5/ch5.htm>.
- KIRCHHOFF, P. Public Transit Research and Development in Germany. **Transportation Research A**, Exeter, England, v.29A, n.1, jan. 1995, p.1-7.
- KROES, E. P. e SHELDON, R. J. (1988) Stated Preference Methods: an Introduction. **Journal of Transport Economics and Policy** 22 (1): 11-25.
- Labelle, S. J., FLEISHMAN, D. (1999) **Common Issues in Fare Structure Design**. <http://www.fta.dot.gov/fta/library/technology/symops/LABELLE.htm>.
- LAGO, A. M., MAYWORM, P., Mcenroe, J. M. Transit Service Elasticities. **Journal of Transport Economics and Policy**. v.15, n.2, p.99-119, may 1981.
- LEMAN, C. K; P. L. SCHILLER; e P. KRISTIN (1994) **Re-Thinking HOV - High Occupancy Vehicle Facilities and the Public Interest**. Federal Transit Administration, USDOT, <http://www.fta.dot.gov/library/planning/RETK/retk.html>.
- LERMAN, S. (1979) The Use of Disaggregate Choice Models in Semi-Markov Process Models of Trip Chaining Behavior. **Transportation Science**, 13(4): 273-291.
- LINDAU, L. A. E KUHN (1999)
- LINDAU, L. A. *et al* (1987). **Tarifas: um Enfoque Multidisciplinar**. Porto Alegre, PDTU/UFRGS. Relatório Final do Projeto de Pesquisa Convênio EBTU 096/84.
- LINDAU, L. A.; M. B. B. da COSTA; e F. B. de B. SOUSA (2001) Em busca do Benchmark da Produtividade de Operadores Urbanos de ônibus. In: Nassi et al Orgs. (2001) **Transportes: Experiências em Rede**. RECOPE-Transportes, FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos, Ministério da Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro.
- LONDON TRANSPORT. (1999) **Bus Fares**. <http://www.londontransport.co.uk/travel/>. Arquivo capturado em 13 de março de 1999.
- MANHEIM, Marvin L., **Fundamentals of Transportation Systems Analysis**, v. 1, Basic Concepts. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1979, 658 p. (cap. 2 The Demmand for Transportation, p. 58-90).
- MARTINS, J. A. (1998) **O “Índice Topológico” como Parâmetro Urbanístico para Monitorar a Capacidade de Vias Urbanas**. In: CNT – Confederação Nacional do Transporte e ANPET – Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (1998). Transporte em Transformação III. Makron Books do Brasil, São Paulo, 1998.
- METROVIAS (2000) **Fares**. [http://www.metrovias.com.ar/ingles/inf\\_servicio/i-tarifas.htm](http://www.metrovias.com.ar/ingles/inf_servicio/i-tarifas.htm).
- MEYER, J. R. E M. R. STRAZSHEIM (1997). Transport Demand: the Basic Framework in: Oum, T. H.; J. S. Dodgson; D. A. Hensher et al editores (1997) **Transport Economics: Select Readings**. Harwood Academic Publishers, Australia.

- MODARRES, A., HASHEMIAN, H. (1996). **Use of probability Models in Predicting Commuter Transportation Behavior**. Disponível na internet: <http://www.languagestudy.com/caltrans95.htm>.
- MOKHTARIAN, P. L., HANDY, S. L., SALOMON, I (1995). Methodological Issues in the Estimation of the Travel, Energy, and Air Quality Impacts of Telecommuting. **Transportation Research A**, Exeter, England, v.29A, n.4, July 1995, p.283-302.
- MOORE, A. J., JOVANIS, P. P., KOPPELMAN, F. S. (1984). Modeling Choice of Work Schedule with Flexible Work Hours. **Transportation Science**, v.18, n.2, p.141-164.
- MORLOK, E. K. (1978). **Introduction to Transportation Engineering**, McGraw-Hill, Tokyo, 767 p.
- NICOLAI, Joaquim C. J. *et al* (1987) **Sistema de Transporte Coletivo Urbano por Ônibus: Planejamento e Operação**. Mercedes-Benz do Brasil S. A., Departamento de Sistemas de Trânsito e Transporte. São Bernardo, SP.
- NILES, J. S. (1997). **What does Telecommunications Really Mean for Transportation?** Disponível na internet: <http://globaltelematics.com/ite-bc.htm>.
- NÓBREGA, L. C. de U. (1995) Vale-transporte: fundamentos, abrangência e potencialidades. **Revista dos Transportes Públicos**, 67, p. 41-50.
- NOGUEIRA, C. E. C. e NÓBREGA, E. W. Tarifa Diferenciada. In: **Congresso Nacional de Transportes Públicos**, 9. Florianópolis, abril de 1993. ANTP - Associação Nacional de Transportes Públicos, São Paulo-SP, 1993. p.106-110.
- NOVAES, A. G. N. (1995) Análise de Mercado de Serviços de Transportes com Dados de Preferência Declarada. **IX ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**, Anais, São Carlos, SP, 20-25 de novembro de 1995, p. 573-584.
- O'MALLEY B.; e C. S. SELINGER (1973) Staggered Work Hours in Manhattan. **Traffic Engineering and Control**, Jan-1973, p. 418-423.
- OLIVEIRA, C. C. de. Tarifa Única: Solução Ideal, Panacéia ou Apenas uma Opção? **Revista de Transporte e Tecnologia**, Campina Grande, v.5, n.10, p.49-61, Jan. 1993.
- ORAM, R. L., MITCHELL, E. C., BECKER, A. J. Management Framework for Transit Pricing. **Transportation Research Record**, n. 1521, p.77-83, 1996.
- ORTÚZAR, J. de D. (ed.) (1999). **Stated Preference Modelling Techniques**. PTRC Education and Research Services Limited, UK.
- ORTÚZAR, J. De D.; e WILLUMSEN, L. G. (1994) **Modelling Transport**. 2. ed., John Willey, New York.
- PIERCE, J. L. e DUNHAM, R. B. (1992) The 12-Hour Work Day: a 48-Hour, Eight-Day Week. **Academy of Management Journal**, v. 35, n. 5, p. 1086-1098.
- PLOEGER, J., BAANDERS, A. Land Use and transport Planning in the Netherlands. In: **European Transport Forum**, 23, 1995, Warwick, England. Proceedings of Seminar C: Transport Policy and its Implementation. London, U.K., PTRC Education and Research Services, 1995, p.45-57.
- PORTO ALEGRE (1997). Decreto n. 11.776
- PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE (1995) **Reescalamento de Horários**. Prefeitura Municipal de Porto Alegre, Porto Alegre, Jul-1995.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE (1999). Dados Gerais. Disponível na internet: <http://www.prefpoa.com.br/dadosger.htm>.
- RÉGIE AUTONOME DES TRANSPORTS PARISIENS (1998). **Lutte Anti-Pollution**. Disponível na internet: <http://www.ratp.fr/Environ/pollutio.htm>.
- RÉGIE AUTONOME DES TRANSPORTS PARISIENS (2000) **Paris Visite**. Régie Autonome des Transports Parisiens. [http://www.ratp.fr/Going\\_out/paris\\_eng.htm](http://www.ratp.fr/Going_out/paris_eng.htm).
- RIBEIRO, B.; e I. BIANCHI (1999) **Mobilidade Urbana**. Disponível na internet: <http://www.portoalegre.rs.gov.br/planeja/spm2/24.htm>.
- RICHARDSON, A. J., AMPT, E. S., GLEAVE, S. D., *et al*. **Survey Methods for Transport Planning**. London, U. K.: Eucalyptus Press Paperback, 1998, 233p.

- ROSA, C. N. (2000) **Sistemas Integrados Trem-Ônibus**: custo operacional do sistema alimentador. dissertação de mestrado, UFRGS, Escola de Engenharia, PPGE.
- ROTH, G. J., ZAHAVI, Y. (1981). Travel Time “Budgets” in Developing Countries. **Transportation Research A**, v.15A, n.1, jan. 1981, p.87-95.
- RUTHERFORD, G. S., McCORMACK, E. e WILKINSON, M. (1997). **Travel Impacts of Urban Form: Implications from an Analysis of Two Seattle Area Travel Diaries**. Urban Design, Telecommunications and Travel Forecasting Conference. Disponível na internet: <http://www.bts.gov/tmip/papers/tmip/udes/mccormack.htm>
- SALOMON, I.; H. N. SCHNEIDER; e J. SHOFFER (1991) Is Telecommuting cheaper than travel? An Examination of Interaction Costs in a Business Setting. **Transportation**, 18(4)291-318.
- SISTEMA TRANSPORTADOR SUL (1999) [www.sts.com.br](http://www.sts.com.br)
- SMALL, K. (1982) The Scheduling of Consumer Activities: Work Trips. **American Economic Review**, 72 (3), 467-479.
- SMALL, K. **Urban Transportation Economics**. Massachusetts: Harwood Academic Publishers, 1992.
- SOUZA, O. A. de (1999a) **Delimitação Experimental em Ensaios Fatoriais Utilizados em Preferência Declarada**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.
- SOUZA, O. A. de (1999b) **Logit Multinomial com Probabilidade Condicional**, versão 1.0, Manual. Florianópolis, SC.
- STUDENMUND, A. H.; e D. CONNOR (1982) The Free-Fare Transit Experiments. **Transportation Research A**, v.16A, n.4, jul. 1982, p.261-269.
- SWANSON, J., AMPT, L. Measuring Bus Passenger Preferences. **Traffic Engineering and Control**, London, England, v.38, n.6, june 1997, p.330-336.
- TAYLOR, C. J., NOZICK, L. K. e MEYBURG, A. H. (1997) Selection and Evaluation of Travel Demand Management Measures. **Transportation Research Record**, n. 1598, p. 4969.
- TRANSIT COOPERATIVE RESEARCH PROGRAM (1999) **Transit Capacity and Quality of Service Manual**, TCRP Report 47. Transit Cooperative Research Program, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, USA, jan 1999.
- TRANSPORT AND ROAD RESEARCH LABORATORY (1980) **The Demand for Public Transport**: Report of the International Collaborative Study of the Factors Affecting Public Transport Patronage. Transport and Road Research laboratory, Crowthorne, U.K.
- TRENSURB (1997) **Estudo de Viabilidade de expansão do sistema Trensurb**. Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre.
- TROTTER, S. D. (1985) The Price-Discriminating Public Enterprise, With Special Reference to British Rail. **Journal of Transport Economic and Policy**, 19(1):41-64.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF TRANSPORTATION (1985) **Development and Application of Trip Generation Rates** - Final Report. US Department of Transportation, January 1985. Disponível na internet: <http://ntl.bts.gov/DOCS/382DNA.html>
- WONNACOTT, P. e WONNACOTT, R. (1985). **Introdução à Economia**. McGraw Hill, São Paulo.

**ANEXO 1 - TABELA HORÁRIA LINHA JUCA BATISTA**

Tabela Horária

Linha 184 – Juca Batista

Dias úteis

Bairro-Centro				
05:00	06:46	07:55	09:24	10:48
05:15	06:52	08:03	09:32	10:58
05:30	06:58	08:11	09:40	11:05
05:42	07:04	08:19	09:47	11:12
05:52	07:10	08:27	09:56	11:19
06:02	07:17	08:35	10:03	11:27
06:11	07:22	08:43	10:08	11:38
06:21	07:27	08:51	10:17	11:44
06:30	07:34	09:00	10:23	11:52
06:35	07:40	09:09	10:33	12:00
06:40	07:48	09:16	10:40	

## **ANEXO 2 - QUESTIONÁRIO PRELIMINAR PESQUISA-PILOTO**

Carro  Horário partida \_\_\_\_:\_\_\_\_ h Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/1999

1-Pagante A - Sim B - Não

2-Sexo A - Fem B - Masc

3-Ponto de embarque

4-Ponto de desembarque

5-A que horas chegou na parada \_\_\_\_:\_\_\_\_ h

6-Idade: 1 - Até 15 anos 2 - De 16 a 25 anos 3 - De 26 a 35 anos

4 - De 36 a 45 anos 5 - De 46 a 55 anos 6 - Mais de 55 anos

7-Poderia fazer esta viagem por outro meio? 1 - Não

2 - Lotação 3 - Carona 4 - Automóvel 5 - Caminhada

6 - Motocicleta 7 - Bicicleta 8 - Ônibus fretado 9 - Outros

8-Qual o motivo desta viagem?

1 - Trabalho 2 - Estudo 3 - Saúde 4 - Compras

5 - Outros

Se o motivo da viagem não é trabalho, o questionário termina aqui, passando direto para os cartões.

9-Qual o horário do último ônibus para chegar a tempo no local de trabalho? \_\_\_\_:\_\_\_\_ h

10-Estuda? 1 - Sim 2 - Não

11-Utilizou Vale Transporte nesta viagem? 1 - Sim 2 - Não

12-Trabalha em empresa

1 - Pública 2 - Privada 3 - Por conta própria

13-Tipo de empresa

1 - Indústria 2 - Comércio 3 - Serviços

14-Horário de entrada : h

15-Horário de saída : h

16-Seu horário de trabalho é 1 - Controlado 2 - Não controlado

17-O controle de horário é 1 - Rígido 2 - Flexível

18-Se flexível, quantos minutos de tolerância?  min

19-Se pudesse escolher o horário de início do trabalho entre 7 e 10 horas da manhã, no seu emprego atual, que horário escolheria?

7:00	7:15	7:30	7:45	8:00	8:15	8:30	8:45	9:00	9:15	9:30	9:45	10:00
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M

20-Se pudesse escolher, gostaria de trabalhar somente 4 dias por semana, sendo 11 horas por dia?

1 - Sim 2 - Não

21- Escolhas dos cartões

Conjunto: 1 2 3 4 5 6								
1	2	3	4	5	6	7	8	9

## **ANEXO 3 - QUESTIONÁRIO PRELIMINAR PESQUISA PRINCIPAL**

Pesquisador:				Condições do tempo:																					
Carro no.:		Horário partida:		Data:		Dia semana:																			
1. PAGANTE: A - SIM B - NÃO				2. SEXO: A - FEM B - MASC																					
3. PTO. EMBARQUE:				4. DESEMBARQUE:																					
5. MOTIVO VIAGEM: A - TRABALHO B - ESTUDO C - SAÚDE D - LAZER E - COMPRAS F - OUTROS																									
6. CONJUNTO CARTÕES: Grupo: I II III IV V VI VII Cj: a b																									
1		2		3		4		5		6		7		8		9									
A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B								
SE MOTIVO DA VIAGEM NÃO É TRABALHO, PASSAR PARA 14																									
7. TRABALHA EM EMPRESA A - PÚBLICA B - PRIVADA C - POR CONTA PRÓPRIA																									
8. A - INDÚSTRIA B - COMÉRCIO C - SERVIÇOS																									
9. HORÁRIO DE TRABALHO ENTRADA: ___:___h SAÍDA: ___:___h																									
10. HORÁRIO A - RÍGIDO B - FLEXÍVEL										11. TOLERÂNCIA: min															
11. UTILIZOU VALE TRANSPORTE NESTA VIAGEM? A - SIM B - NÃO																									
12. SE PUDESSE ESCOLHER O HORÁRIO DE INÍCIO DO TRABALHO ENTRE 7 E 10 HORAS, NO SEU EMPREGO ATUAL, QUE HORÁRIO ESCOLHERIA																									
7:00		7:15		7:30		7:45		8:00		8:15		8:30		8:45		9:00		9:15		9:30		9:45		10:00	
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M													
13. SE PUDESSE ESCOLHER, GOSTARIA DE TRABALHAR 4 DIAS POR SEMANA, SENDO 11 HORAS POR DIA? A - SIM B - NÃO																									
14. POSSUI OUTRA ALTERNATIVA DE TRANSPORTE PARA ESTA VIAGEM? A - NÃO B - AUTOMÓVEL PRÓPRIO C - LOTAÇÃO D - CARONA E - MOTO F - BICICLETA G - ÔNIBUS FRETADO H - CAMINHADA I - OUTROS																									
15. ESTUDA? A - SIM B - NÃO																									
16. IDADE: A - ATÉ 15 B - DE 16 A 25 C - DE 26 A 35 E - DE 36 A 45				F - DE 46 A 55 G - MAIS DE 55																					



- 1 - Term. Bairro, Celestino Bertolucci
- 2 - Juca Batista
- 3 - Cavalhada, Cons. Xavier da Costa
- 4 - Cel. Marcos
- 5 - Wenceslau Escobar
- 6 - Icaraí, Chui, Pinheiro Borda
- 7 - Pe. Cacique
- 8 - Borges de Medeiros, Term. Centro

**ANEXO 4 - PLANILHA TARIFÁRIA PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO  
ALEGRE SECRETARIA MUNICIPAL DE TRANSPORTES**

**PLANILHA DE CÁLCULO TARIFÁRIO**

**- SISTEMA - TRFOUT/99**

**I - CUSTOS VARIÁVEIS**

**A - COMBUSTIVEL:**

TIPO DE VEICULO	Nº. DE VEICULOS	PREÇO LITRO COMBUSTIVEL	COEFICIENTE DE CONSUMO	CUSTO P/ KM
LEVE	729	R\$0,5040	0,3900	R\$143,29
PESADO	715	R\$0,5040	0,4651	R\$167,60
ESPECIAL	56	R\$0,5040	0,6500	R\$18,35
TOTAL DA FROTA =	<b>1500</b>			
<b>CUSTO PONDERADO DA FROTA</b>			0,2195	

**B - OLEOS E LUBRIFICANTES**

TIPO	PREÇO POR LITRO	COEF. DE CONSUMO	CUSTO LUBRIF./ KM
MOTOR	R\$1,6424	0,0073	0,0120
CAIXA DE MUDANÇA	R\$2,0618	0,0004	0,0009
DIFERENCIAL	R\$1,9507	0,0006	0,0011
FREIO	R\$3,6650	0,0002	0,0008
GRAXA	R\$3,3536	0,00092	0,0031
CUSTO POR QUILOMETRO	R\$0,0179		

**C - RODAGEM**

QUILOMETRAGEM MINIMA ADMISSIVEL P/PNEU NOVO	55.000 km
QUILOMETRAGEM MINIMA ADMISSIVEL P/2 RECAPAGENS	30.000 km
VIDA UTIL MINIMA TOTAL	85.000 km

**PONDERAÇÃO DA RODAGEM**

TIPO DE VEICULO	Nº. DE VEICULOS	PREÇO PNEU	PREÇO TOTAL
LEVE (6 unidades)	729	R\$2.188,80	R\$2.188,80
PESADO (6 unidades)	715	R\$3.660,00	R\$3.660,00
ESPECIAL (10 unidades)	56	R\$6.100,00	R\$6.100,00
TOTAL DA FROTA =	<b>1500</b>		
<b>VALOR DA RODAGEM PONDERADA</b>			R\$3.036,09

CUSTO RODAGEM LEVE P/ KM			
	PREÇO UNITARIO	QUANTIDADE	PREÇO TOTAL
PNEU NOVO	RS364,80	6	RS2.188,80
RECAPAGEM	RS103,00	12	RS1.236,00
PROTETOR	RS22,61	12	RS271,32
<b>TOTAL</b>			RS3.696,12
<b>CUSTO RODAG. LEVE P/KM</b>	RS0,0435		

CUSTO RODAGEM PESADO P/KM			
VEÍCULO PESADO	PREÇO UNITARIO	QUANTIDADE	PREÇO TOTAL
PNEU NOVO	RS610,00	6	RS3.660,00
RECAPAGEM	RS135,00	12	RS1.620,00
PROTETOR	RS26,00	12	RS312,00
<b>TOTAL</b>			RS5.592,00
<b>CUSTO RODAG. PESADO P/KM</b>	RS0,0658		

CUSTO RODAGEM ESPECIAL P/KM			
VEICULO ESPECIAL	PREÇO UNITARIO	QUANTIDADE	PREÇO TOTAL
PNEU NOVO	RS610,00	10	RS6.100,00
RECAPAGEM	RS135,00	20	RS2.700,00
PROTETOR	RS26,00	20	RS520,00
<b>TOTAL</b>			RS9.320,00
<b>CUSTO RODAG. ESPECIAL P/KM</b>	RS0,1096		
CUSTO PONDERADO DE RODAGEM DA FROTA POR QUILOMETRO		RS0,0566	

RESUMO DOS CUSTOS VARIÁVEIS	
A - COMBUSTIVEL	RS0,2195
B - OLEOS E LUBRIFICANTES	RS0,0179
C - RODAGEM	RS0,0566
<b>CUSTO VARIÁVEL TOTAL POR QUILOMETRO</b>	<b>RS0,2940</b>

## II - CUSTO FIXO

### VEICULO PONDERADO

#### FROTA LEVE

TIPO DE VEICULO	Nº DE VEICULOS	PREÇO DO CHASSI	PREÇO DA CARROÇARIA	PREÇO TOTAL
OF 1318/5,1	626	R\$64.901,67	R\$52.042,00	R\$116.943,67
VW 16180 CO	103	R\$64.901,67	R\$52.042,00	R\$116.943,67
<b>TOTAL FROTA LEVE</b>	<b>729</b>			<b>R\$116.943,67</b>

#### FROTA PESADA

OF 1721	395	R\$74.510,22	R\$52.042,00	R\$126.552,22
VW 16210 CO	21	R\$73.910,41	R\$52.042,00	R\$125.952,41
OHL 1621/59	179	R\$81.589,68	R\$53.530,00	R\$135.119,68
VOLVO B7R	37	R\$120.270,00	R\$53.530,00	R\$173.800,00
SCANIA F94HB	5	R\$82.745,38	R\$61.846,00	R\$144.591,38
SCANIA F 113 HL	67	R\$82.745,38	R\$61.847,00	R\$144.592,38
SCANIA F94HB - Art. (Artesanal)	6	161.264,00	91.040,00	R\$252.304,00
L 113 CL	5	R\$117.282,22	R\$59.780,00	R\$177.062,22
<b>TOTAL FROTA PESADA</b>	<b>715</b>			<b>R\$134.349,55</b>

#### FROTA ESPECIAL

VOLVO B 58 - ARTIC.	34	R\$201.580,00	R\$113.800,00	R\$315.380,00
B 10 M.ECO - ARTIC.	22	R\$228.210,00	R\$113.800,00	R\$342.010,00
<b>TOTAL FROTA ESPECIAL</b>	<b>56</b>			<b>R\$325.841,79</b>

#### FROTA TOTAL

1.500

#### VALOR VEÍCULO HÍBRIDO

R\$133.039,34

VALOR DO VEICULO PONDERADO DO SISTEMA

R\$133.039,34

VALOR DA RODAGEM PONDERADA

R\$3.036,09

PREÇO DO VEICULO NOVO PONDERADO DO SISTEMA MENOS RODAGEM

R\$130.003,25

FROTA TOTAL CADASTRADA

**1500**

PERCURSO MEDIO MENSAL - PMM

**6.158,20**

**A - CUSTOS DE CAPITAL**

**A.1 - DEPRECIÇÃO DA FROTA**

IDADE (ANOS)	NRO. DE VEICULOS	COEF. DE DEPRECIÇÃO	DEPRECIÇÃO ANUAL
0 - 1	341	0,1545	52,7000
1 - 2	88	0,1391	12,2400
2 - 3	252	0,1236	31,1564
3 - 4	72	0,1082	7,7891
4 - 5	48	0,0927	4,4509
5 - 6	194	0,0773	14,9909
6 - 7	355	0,0618	21,9455
7 - 8	104	0,0464	4,8218
8 - 9	34	0,0309	1,0509
9 - 10	12	0,0155	0,1855
+ 10			
<b>TOTAL FROTA DEPREC.</b>	<b>1.500</b>	SOMA COEF. ANUAL	<b>151,3309</b>

PREÇO DO VEICULO NOVO PONDERADO DO SISTEMA MENOS RODAGEM	RS130.003,25
COEFICIENTE MENSAL DE DEPRECIÇÃO DA FROTA	12,6109
FROTA TOTAL CADASTRADA	<b>1.500</b>
DEPRECIÇÃO MENSAL POR VEICULO	RS1.092,97

**A.3 - REMUNERAÇÃO DO CAPITAL EMPREGADO NA FROTA**

IDADE (ANOS)	NRO. DE VEICULOS	COEF. DE REMUNERAÇÃO	REMUNERAÇÃO MENSAL
0 - 1	341	0,01000	3,4100
1 - 2	88	0,00845	0,7440
2 - 3	252	0,00706	1,7800
3 - 4	72	0,00583	0,4196
4 - 5	48	0,00475	0,2278
5 - 6	194	0,00382	0,7407
6 - 7	355	0,00305	1,0811
7 - 8	104	0,00243	0,2524
8 - 9	34	0,00196	0,0668
9 - 10	12	0,00165	0,0199
+ 10		0,00150	-
TOTAL FROTA REMUNERADA	<b>1.500</b>	SOMA COEF. MENSAL	<b>8,74</b>

PREÇO DO VEICULO NOVO PONDERADO DO SISTEMA MENOS RODAGEM	R\$130.003,25
COEFICIENTE MENSAL DE REMUNERAÇÃO EMPREGADO NA FROTA	8,7423
TOTAL DA FROTA	<b>1.500</b>
REMUNERAÇÃO MENSAL DO CAPITAL EMPREGADO NA FROTA	R\$757,68

**A.2 - DEPRECIÇÃO DE MAQUINAS, EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES**

VALOR DO VEICULO PONDERADO LEVE	R\$116.943,67
COEF. MENSAL DE DEPRECIÇÃO	<b>0,00010</b>
DEPREC. MENSAL MAQ/EQUIP/INST	R\$11,69

<b>A.4 - REMUNERAÇÃO DO CAPITAL EMPREGADO NO ALMOXARIFADO:</b>	
VALOR DO VEICULO PONDERADO LEVE	R\$116.943,67
COEF. MENSAL REMUNERAÇÃO EMPREGADO ALMOXARIFADO	<b>0,00030</b>
REMUNERAÇÃO MENSAL CAPITAL EMPREGADO ALMOXARIFADO	R\$35,08

<b>A.5 - REMUNERAÇÃO DO CAPITAL EMPREGADO EM INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS</b>	
VALOR DO VEICULO PONDERADO LEVE	R\$116.943,67
COEF. MENSAL REMUN. EMPREG. INST/EQUIPAMENTO	<b>0,0004</b>
REMUN. MENSAL CAPITAL EMPREG. INST/EQUIPAMENTOS	R\$46,78

<b>RESUMO DOS CUSTOS DE CAPITAL</b>	
A.1 - DEPRECIAÇÃO DA FROTA:	R\$1.092,97
A.2 - DEPRECIAÇÃO DE MAQUINAS, EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES	R\$11,69
A.3 - REMUNERAÇÃO DO CAPITAL EMPREGADO NA FROTA:	R\$757,68
A.4 - REMUNERAÇÃO DO CAPITAL EMPREGADO NO ALMOXARIFADO:	R\$35,08
A.5 - REMUNERAÇÃO DO CAPITAL EMPREGADO EM INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS	R\$46,78
CUSTO TOTAL DO CAPITAL	R\$1.944,21
PERCURSO MEDIO MENSAL - PMM	<b>6.158,20</b>
A - CUSTO DE CAPITAL POR QUILOMETRO	R\$0,32

<b>B - DESPESAS COM PEÇAS E ACESSORIOS</b>	
VALOR DO VEICULO PONDERADO DO SISTEMA	R\$133.039,34
COEFICIENTE MENSAL DESPESA PEÇAS ACESSORIOS	<b>0,0083</b>
DESPESA MENSAL COM PEÇAS E ACESSORIOS	R\$1.104,23
PERCURSO MEDIO MENSAL - PMM	<b>6.158,20</b>
B - DESPESA COM PEÇAS E ACESSORIOS POR QUILOMETRO	R\$0,18

C - DESPESAS COM PESSOAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO				
	SALARIO	ENCARGO SOCIAL	FATOR DE UTILIZAÇÃO	
MOTORISTA	RS787,92	1,6287	2,2883	RS2.936,54
COBRADOR	RS473,00	1,6287	2,2883	RS1.762,85
FISCAL	RS787,92	1,6287	0,3500	RS449,15
<b>DESPESA MENSAL C/ PESSOAL DE OPERAÇÃO</b>				<b>RS5.148,54</b>

C.2 - DESPESA MENSAL C/ PESSOAL DE MANUTENÇÃO				
MANUTENÇÃO	RS5.148,54	0,1500		RS772,28
<b>DESP. MENSAL C/ PESSOAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO</b>				<b>RS5.920,82</b>

C1 - CUSTO COM ALIMENTAÇÃO			
VALOR UNITÁRIO DO VALE REFEIÇÃO =		CUSTO UNITÁRIO	RS5,60
QUANTIDADE MENSAL DE V REFEIÇÕES=			23
CUSTO DA EMPRESA:			0,80
BENEFÍCIO FISCAL ( % ) :	0,25		0,75
<b>CATEGORIA :</b>	<b>VALOR/FUNC./MES</b>	<b>FATOR DE UTILIZAÇÃO</b>	
MOTORISTA	RS77,28	2,2883	RS176,84
COBRADOR	RS77,28	2,2883	RS176,84
FISCAL	RS77,28	0,3500	RS27,05
MANUTENÇÃO		0,1500	RS57,11
DESPESA MENSAL COM ALIMENTAÇÃO			RS437,84
DESPESA MENSAL COM PESSOAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO			RS6.358,66
PERCURSO MEDIO MENSAL - PMM			<b>6.158,20</b>
C - DESPESA COM PESSOAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO			
POR QUILOMETRO			RS1,03

**D - DESPESAS ADMINISTRATIVAS****D.1 - PESSOAL ADMINISTRATIVO**

DESPESA MENSAL COM PESSOAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	RS6.358,66
COEFICIENTE MENSAL DE DESPESAS COM PESSOAL ADMINISTRATIVO	<b>0,10</b>
DESPESA MENSAL COM PESSOAL ADMINISTRATIVO	RS635,87

**D.2 - OUTRAS DESPESAS**

VALOR DO VEICULO PONDERADO LEVE	RS116.943,67
COEFICIENTE MENSAL DE OUTRAS DESPESAS	<b>0,0033</b>
DESPESA MENSAL COM OUTRAS DESPESAS	RS385,91

**D.3 - SEGURO PASSAGEIRO**

PREMIO/SEG. TOTAL/MÊS	FROTA TOTAL	VALOR DO SEGURO VEIC.
RS143.409,72	1500	RS95,61

**D.4 - SEGURO DPVAT**

COEF.CONC. MENSAL	VLR.SEGURO UNITARIO	VALOR TOTAL VEÍC.
0,08330	RS320,79	RS26,72

**D.5 - PRO-LABORE**

SALÁRIO MÊS	Nº DE DIRETORES	Nº DE EMPRESAS	INSS	VALOR TOTAL	FROTA TOTAL	CUSTO MENSAL
RS3.939,60	<b>3</b>	16	1,15	RS217.465,92	<b>1.500</b>	RS144,98

**D.6 PLANO DE SAÚDE**

VLR. DO PLANO	FROTA	VLR. BENEF. P/ VEÍCULO
RS120.000,00	1500	RS80,00

RESUMO DE DESPESAS ADMINISTRATIVAS	
D.1 - PESSOAL ADMINISTRATIVO	RS635,87
D.2 - OUTRAS DESPESAS	RS385,91
D.3 - SEGURO PASSAGEIRO	RS95,61
D.4 - SEGURO DPVAT	RS26,72
D.5 - PRO-LABORE	RS144,98
D.6 - PLANO DE SAÚDE	RS80,00
<b>CUSTO TOTAL DAS DESPESAS ADMINISTRATIVAS</b>	<b>RS1.369,09</b>
PERCURSO MEDIO MENSAL - PMM	<b>6158,20</b>
<b>D - CUSTO DAS DESPESAS ADMINISTRATIVAS POR QUILOMETRO</b>	<b>RS0,22</b>

RESUMO DO CUSTO FIXO TOTAL P/QUILOMETRO	
A - CUSTO DE CAPITAL POR QUILOMETRO	RS0,32
B - DESPESA COM PEÇAS E ACESSORIOS POR QUILOMETRO	RS0,18
C - DESPESA COM PESSOAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO POR QUILOMETRO	RS1,03
D - CUSTO DAS DESPESAS ADMINISTRATIVAS POR QUILOMETRO	RS0,22
<b><u>CUSTO FIXO TOTAL POR QUILOMETRO</u></b>	<b>RS1,75</b>

III - CUSTO TOTAL POR QUILOMETRO	
CUSTO VARIÁVEL TOTAL POR QUILOMETRO	RS0,29
CUSTO FIXO TOTAL POR QUILOMETRO	RS1,75
<b>CUSTO TOTAL POR QUILOMETRO</b>	<b>RS2,0439</b>
<b>TRIBUTOS:</b>	
. ISS .....	2,50
. PIS .....	0,65
. COFINS .....	3,00
. TX. GERENC. ....	2,00
. CPMF .....	0,38
<b>= TOTAL DE TRIBUTOS E TX. GERENC. ....</b>	<b>8,53</b>
<b>CUSTO TOTAL POR QUILOMETRO C/ TRIBUTOS</b>	<b>RS2,2344</b>
INDICE PASSAGEIRO POR QUILOMETRO - IPK	2,7714
TARIFA CALCULADA	<b>RS0,8062</b>

**RESUMO DOS ITENS DE CUSTO DA PLANILHA TARIFARIA**

COMPONENTES DOS CUSTOS TOTAIS DA PLANILHA TARIFARIA	R\$	S/CUSTO TOTAL
		%
<b><u>I - CUSTOS VARIAVEIS</u></b>		
A - COMBUSTIVEL	0,2195	10,74
B - OLEOS E LUBRIFICANTES	0,0179	0,87
C - RODAGEM	0,0566	2,77
<b>CUSTO VARIAVEL TOTAL POR QUILOMETRO</b>	0,2940	14,38
<b><u>II - CUSTO FIXO TOTAL POR QUILOMETRO</u></b>		
A - CUSTO DE CAPITAL	0,3157	15,45
A.1 - DEPRECIACAO DE CAPITAL	0,1794	8,78
A.2 - REMUNERACAO DE CAPITAL	0,1363	6,67
B - DESPESA COM PEÇAS E ACESSORIOS	0,1793	8,77
C - DESPESA COM PESSOAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	1,0326	50,52
D - CUSTO DAS DESPESAS ADMINISTRATIVAS	0,2223	10,88
D.1 - Pessoal Administrativo	0,1033	5,05
D.2 - Outras Despesas	0,0627	3,07
D.3 - Seguro Passageiro	0,0155	0,76
D.4 - Seguro DPVAT	0,0043	0,21
D.5 - Pró-Labore	0,0235	1,15
D.6 - Plano Saúde	0,0130	0,64
<b><u>CUSTO FIXO TOTAL POR QUILOMETRO</u></b>	1,7499	85,62
<b><u>III - CUSTO TOTAL POR QUILOMETRO</u></b>	2,0439	100,00