

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**



**PROCEDIMENTO METODOLÓGICO PARA A ESTIMATIVA  
DE DEMANDA TRANSFERIDA EM SISTEMAS DE  
TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE PASSAGEIROS COM  
CARACTERÍSTICA SEMIURBANA: ESTUDO DE CASO DO  
TRECHO FLORIANÓPOLIS (SC) – ITAJAÍ (SC)**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, como requisito parcial exigido pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC, para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil.

**THAÍS DOS SANTOS VENTURA**

**Florianópolis  
Março de 2012**

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária  
da  
Universidade Federal de Santa Catarina

V468p

Ventura, Thaís dos Santos

Procedimento metodológico para estimativa de demanda transferida em sistemas de transporte ferroviário de passageiros com característica semiurbana [dissertação]: estudo de caso do trecho Florianópolis (SC) – Itajaí (SC) / Thaís dos Santos Ventura; orientador, Amir Mattar Valente. - Florianópolis, SC, 2012.

238 p.: il., grafs., tabs., mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

Inclui referências

1. Engenharia civil. 2. Mobilidade urbana – Florianópolis (SC) – Itajaí (SC). 3. Transporte ferroviário – Florianópolis (SC) – Itajaí (SC). I. Valente, Amir Mattar. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

CDU 624

**THAÍS DOS SANTOS VENTURA**

***PROCEDIMENTO METODOLÓGICO PARA A ESTIMATIVA DE  
DEMANDA TRANSFERIDA EM SISTEMAS DE TRANSPORTE  
FERROVIÁRIO DE PASSAGEIROS COM CARACTERÍSTICA  
SEMIURBANA: ESTUDO DE CASO DO TRECHO  
FLORIANÓPOLIS (SC) – ITAJAÍ (SC)***

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de

**MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL**

Aprovada em março de 2012, por:

---

Prof. Dr. Amir Mattar Valente – orientador  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – UFSC

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Lenise Grando Goldner  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – UFSC

---

Prof. Dr. Rômulo Dante Orrico Filho  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – UFRJ

---

Eng<sup>a</sup>. Dra. Eliana Bittencourt  
Laboratório de Transportes e Logística - UFSC







Dedico este trabalho à minha família  
como símbolo de todo o meu amor.



Não há nada nobre em ser superior a  
outra pessoa. A verdadeira nobreza  
está em ser superior ao seu antigo eu.  
*Provérbio*



## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Nicolau Pedro Ventura e Rosana dos Santos Ventura, pelo exemplo de determinação, perseverança e dedicação, e, principalmente, por sempre me lembrarem o significado da palavra “incondicional”.

Aos meus avós, Alfredo dos Santos e Dilza dos Santos, e ao meu irmão, Thiago dos Santos Ventura, por tudo que fizeram por mim até hoje e por compreender os momentos em que estive ausente ao longo dessa caminhada.

Ao meu namorado Gustavo Chibiaqui Moreira, pelos abraços reconfortantes e pelas palavras de incentivo quando delas precisei.

A todos os meus amigos pelo companheirismo e pelas conversas descontraídas compartilhadas durante este período.

Ao Laboratório de Transporte e Logística e toda sua equipe, em especial ao Eng. Ms. Rodolfo Carlos Nicolazzi Philippi, por acreditar na minha capacidade contra o tempo.

Aos membros da banca, Prof<sup>a</sup>. Dra. Lenise Goldner, Prof. Dr. Rômulo Dante Orrico Filho e Eng<sup>a</sup>. Dra. Eliana Bittencourt, pelos comentários e sugestões que conferiram e prestígio e valor a este trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Amir Mattar Valente, pela preocupação demonstrada e suporte prestado para que tudo ocorresse bem no transcorrer dessa pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFSC pela oportunidade concedida e aos funcionários do Departamento de Engenharia Civil da UFSC, pela atenção.

Ao CNPq pela bolsa de Mestrado.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Muito obrigado!



## RESUMO

A atual estrutura dos sistemas de transportes do Brasil possui custos sociais e ambientais onerosos. Por isso a necessidade de planejar para transporte sustentável é evidente. Estratégias para equilibrar a matriz modal de transportes e melhorar a qualidade de vida da população estão sendo desenvolvidas pelo Governo Federal. Dentre elas, destaca-se o Programa de Resgate dos Transportes Ferroviários de Passageiros, que pretende reduzir a ociosidade dos trechos ferroviários e promover o atendimento entre cidades de médio porte. Entretanto, as receitas geradas por um investimento como esse para o cálculo de viabilidade econômica são de difícil mensuração. Isso se deve à incapacidade de se estimar com precisão as demandas atraídas para novos modos de transporte introduzidos no sistema. O objetivo desse trabalho é desenvolver um procedimento metodológico para estimativa de demanda transferida em sistemas de transporte ferroviário de passageiros com característica semiurbana para aplicação em um estudo de caso no trecho Florianópolis – Itajaí em Santa Catarina. Com os resultados obtidos no estudo de caso foi possível tirar conclusões a respeito do procedimento metodológico proposto, suas vantagens e principais limitações.

**Palavras Chave:** Mobilidade sustentável; Transporte ferroviário de passageiros; Estimativa de demanda transferida.



## ABSTRACT

The current infrastructure of transportation systems in Brazil has high social and environmental costs. Therefore the need to plan for sustainable transport is evident. Strategies to balance the matrix modal transport and improve the quality of life are being developed by the Brazilian Government. Among them, we highlight the Redemption Program Passenger Rail Transport, which aims to reduce the idleness of the railroad tracks and promote the service among mid-sized cities. However, revenues generated by such an investment for the calculation of the economic viability are difficult to measure. This is due to the inability of accurately estimating the demand attracted to new means of transportation into the system. The objective of this work is to develop a methodological approach to estimate demand systems transferred in semi-urban rail passenger characteristics for application in a case study, in the segment Florianópolis – Itajaí in Santa Catarina. Departing from the results obtained in the case study it was possible to draw conclusions about the methodological procedure proposed, including their main advantages and limitations.

**Key-words:** Sustainable mobility. Rail passenger transportation. Transferred estimated demand.



**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAGED	Cadastro Geral de Empregados e Desempregados
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
EVTESAL	Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica, Social, Ambiental e Jurídico-Legais
FEPASA	Ferrovia Paulista S.A
LABTRANS	Laboratório de Transportes e Logística
RFFSA	Rede Ferroviária Federal S.A
SINDIPEÇAS	Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Fluxograma da metodologia da pesquisa .....	7
Figura 2.1 – Componentes da via permanente (PORTO, 2004).....	11
Figura 2.2 – Evolução da malha ferroviária brasileira (ANTF apud LANG, 2007) .....	19
Figura 2.3 – Mapa ferroviário brasileiro (ANTF, 2011) .....	22
Figura 2.4 – Trem do Cariri (BOM SINAL, 2011) .....	26
Figura 3.1 – Relação realidade-modelo (ORTÚZAR e WILLUMSEN, 1994) .....	35
Figura 3.2 – Modelo Convencional (ORTÚZAR e WILLUMSEN, 1994) .....	37
Figura 3.3 – Matriz de viagens (CAMPOS, 2007).....	40
Figura 3.4 – Processo de escolha dos consumidores (LOUVIERE, HENSHER e SWAIT, 2000).....	47
Figura 3.5 – Tomador de decisão x pesquisador ( $\epsilon$ in) (CIARLINI, 2008) .....	49
Figura 3.6 – Divisão da área de estudo e linhas de contorno (CAMPOS, 2007) .....	57
Figura 3.7 – Processo de previsão de demanda (SINERGIA, 2009).....	59
Figura 4.1 – Procedimento metodológico de estimativa de demanda transferida para trens regionais.....	64
Figura 4.2 – Questionário de pesquisa de Origem/Destino (O/D) .....	71
Figura 4.3 – Exemplo ilustrativo de cartão de PD a) ônibus b) automóvel .....	72
Figura 4.4 – Questionário de pesquisa de Preferência Declarada (PD). 79	
Figura 5.1 – Ferrovias de Santa Catarina (SIE, 2011).....	86
Figura 5.2 – Mapa de localização da região de estudo de caso .....	86
Figura 5.3 – Municípios da região de estudo de caso (GOOGLE EARTH, 2011) .....	87

Figura 5.4 – Aplicação prática do procedimento metodológico proposto .....	88
Figura 5.5 – Questionário de pesquisa de Origem/Destino (O/D) para usuários de linhas de ônibus regular e sob regime de fretamento .....	104
Figura 5.6 – Pesquisa de Preferência Declarada (PD) .....	111
Figura 5.7 – Perfil socioeconômico dos entrevistados .....	114
Figura 5.8 – Matriz O/D triangular (percentual): ônibus regular .....	116
Figura 5.9 – Matriz O/D triangular (percentual): ônibus fretado .....	117
Figura 5.10 – Matriz O/D triangular (percentual): automóveis.....	118

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Outras ferrovias outorgadas até o final do Século XIX....	18
Tabela 2.2 – A desestatização das malhas da RFFSA.....	21
Tabela 2.3 – Aparelho regulatório brasileiro.....	24
Tabela 2.4 – As 14 ligações ferroviárias escolhidas.....	25
Tabela 3.1 – Modelo convencional .....	37
Tabela 4.1 – Precisão global das estimativas .....	68
Tabela 4.2 – Definição das variáveis.....	73
Tabela 4.3 – Configuração do delineamento experimental .....	74
Tabela 4.4 – Configuração do projeto experimental (efeitos básicos) ..	77
Tabela 4.5 – Configuração do projeto experimental (efeitos adicionais) .....	78
Tabela 5.1 – Linhas de ônibus regular (janeiro a dezembro de 2011)...	90
Tabela 5.2 – Linhas de ônibus fretado .....	92
Tabela 5.3 – VMDA do trecho Florianópolis (SC) – Itajaí (SC) .....	98
Tabela 5.4 – Linhas regulares selecionadas para a pesquisa de campo	100
Tabela 5.5 – Linhas de ônibus fretado selecionadas para pesquisa de campo .....	102
Tabela 5.6 – Definição das variáveis.....	105
Tabela 5.7 – Configuração do delineamento experimental (ônibus regular e fretamento).....	107
Tabela 5.8 – Configuração do delineamento experimental (automóvel) .....	108
Tabela 5.9 – Configuração do projeto experimental (efeitos adicionais) .....	109
Tabela 5.10 – Delineamento do projeto experimental (ônibus regular e fretamento).....	110
Tabela 5.11 – Delineamento do projeto experimental (automóvel) ....	110
Tabela 5.12 – Variáveis (em níveis) para o cálculo das utilidades.....	119

Tabela 5.13 – Resultados PD: ônibus regular .....	120
Tabela 5.14 – Utilidade: ônibus regular .....	121
Tabela 5.15 – Resultados PD: fretamento (primeira rodada).....	122
Tabela 5.16 – Utilidade: fretamento (primeira rodada).....	123
Tabela 5.17 – Resultados PD: fretamento com retirada de entrevistas (segunda rodada).....	124
Tabela 5.18 – Utilidade: fretamento com retirada de entrevistas (segunda rodada) .....	124
Tabela 5.19 – Resultados PD: automóvel (primeira rodada) .....	126
Tabela 5.20 – Utilidade: automóvel (primeira rodada).....	127
Tabela 5.21 – Resultados PD: automóveis com retirada de entrevistas (segunda rodada).....	128
Tabela 5.22 – Utilidade: automóveis com retirada de entrevistas (segunda rodada).....	129
Tabela 5.23 – Resumo dos resultados de PD .....	130
Tabela 5.24 – VMDA do trecho Florianópolis (SC) – Itajaí (SC) .....	132

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>VII</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>XI</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>XII</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>XV</b>
<b>CAPÍTULO 1 -INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 OBJETIVOS.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3.1 Objetivo geral .....</b>	<b>5</b>
<b>1.3.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>5</b>
<b>1.4 PREMISSAS.....</b>	<b>6</b>
<b>1.5 METODOLOGIA DA DISSERTAÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO 2 -TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE PASSAGEIROS.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 DEFINIÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS .....</b>	<b>12</b>

<b>2.3</b>	<b>HISTÓRICO .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3.1</b>	<b>No mundo .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3.2</b>	<b>No Brasil .....</b>	<b>16</b>
<b>2.4</b>	<b>SITUAÇÃO BRASILEIRA .....</b>	<b>22</b>
<b>2.4.1</b>	<b>Sistema ferroviário brasileiro .....</b>	<b>22</b>
<b>2.4.2</b>	<b>Aparelho regulatório brasileiro .....</b>	<b>23</b>
<b>2.4.3</b>	<b>Plano de revitalização das ferrovias brasileiras .....</b>	<b>25</b>
<b>2.4.4</b>	<b>Setor industrial ferroviário brasileiro.....</b>	<b>26</b>
<b>2.5</b>	<b>COMENTÁRIOS GERAIS DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE PASSAGEIROS .....</b>	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO 3 -ESTIMATIVA DE DEMANDA POR TRANSPORTES .....31</b>		
<b>3.1</b>	<b>DEMANDA POR TRANSPORTES.....</b>	<b>31</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Considerações iniciais.....</b>	<b>31</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Conceito .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Características.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2</b>	<b>ESTIMATIVA DE DEMANDA POR TRANSPORTES</b>	<b>34</b>
<b>3.3</b>	<b>MODELO CONVENCIONAL .....</b>	<b>36</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Técnicas de geração de viagens.....</b>	<b>38</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Técnicas de distribuição de viagens.....</b>	<b>39</b>
<b>3.3.3</b>	<b>Técnicas de divisão modal .....</b>	<b>42</b>
<b>3.3.4</b>	<b>Técnicas de alocação de viagens .....</b>	<b>44</b>
<b>3.4</b>	<b>MODELOS COMPORTAMENTAIS.....</b>	<b>46</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Modelo Logit Padrão .....</b>	<b>50</b>

<b>3.4.2</b>	<b>A técnica da Preferência Revelada (PR) e Preferência Declarada (PD) .....</b>	<b>51</b>
<b>3.5</b>	<b>AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA ÁREA DE MODELAGEM DE DEMANDA POR TRANSPORTES .....</b>	<b>54</b>
<b>3.6</b>	<b>TÉCNICAS PARA COLETA DE DADOS.....</b>	<b>56</b>
<b>3.7</b>	<b>EXEMPLOS DE UTILIZAÇÃO DE MODELAGEM DE DEMANDA POR TRANSPORTES .....</b>	<b>58</b>
<b>3.8</b>	<b>COMENTÁRIOS GERAIS DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE ESTIMATIVA DE DEMANDA POR TRANSPORTES .....</b>	<b>60</b>
	<b>CAPÍTULO 4 -PROCEDIMENTO METODOLÓGICO.....</b>	<b>63</b>
<b>4.1</b>	<b>APRESENTAÇÃO GERAL DO PROCEDIMENTO ....</b>	<b>63</b>
<b>4.2</b>	<b>DETALHAMENTO DO PROCEDIMENTO .....</b>	<b>66</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Levantamento de informações .....</b>	<b>66</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Definição da população e amostra .....</b>	<b>67</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Programação da pesquisa de campo .....</b>	<b>69</b>
<b>4.2.4</b>	<b>Definição da data para pesquisa de campo .....</b>	<b>70</b>
<b>4.2.5</b>	<b>Questionários para a pesquisa Origem/Destino (O/D)....</b>	<b>70</b>
<b>4.2.6</b>	<b>Questionário para a pesquisa de Preferência Declarada (PD)</b>	<b>72</b>
<b>4.2.5.1</b>	<b>Definição do método de entrevistas .....</b>	<b>72</b>
<b>4.2.5.2</b>	<b>Seleção da amostra.....</b>	<b>72</b>
<b>4.2.5.3</b>	<b>Definição das Variáveis .....</b>	<b>73</b>
<b>4.2.5.4</b>	<b>Formação dos cartões e medição das escolhas.....</b>	<b>76</b>
<b>4.2.5.5</b>	<b>Análise dos dados.....</b>	<b>80</b>
<b>4.2.7</b>	<b>Pesquisas complementares .....</b>	<b>81</b>

<b>4.2.8</b>	<b>Pesquisa piloto.....</b>	<b>82</b>
<b>4.2.9</b>	<b>Treinamento dos pesquisadores.....</b>	<b>83</b>
4.2.9.1	Introdução .....	83
4.2.9.2	A pesquisa de campo .....	83
4.2.9.3	Esclarecimento de dúvidas.....	83
<b>CAPÍTULO 5 -ESTUDO DE CASO .....</b>		<b>85</b>
<b>5.1</b>	<b>ÁREA DE ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>85</b>
<b>5.2</b>	<b>APLICAÇÃO DO PROCEDIMENTO METODOLOGICO .....</b>	<b>87</b>
<b>5.3</b>	<b>DETALHAMENTO DA APLICAÇÃO.....</b>	<b>89</b>
<b>5.3.1</b>	<b>Levantamento de informações .....</b>	<b>89</b>
5.3.1.1	Linhas de ônibus regular.....	89
5.3.1.2	Linhas sob regime de fretamento.....	91
5.3.1.3	Transporte particular.....	97
5.3.1.4	Transporte ferroviário .....	98
<b>5.3.2</b>	<b>Definição da população e amostra.....</b>	<b>99</b>
<b>5.3.3</b>	<b>Programação da pesquisa de campo .....</b>	<b>99</b>
5.3.3.1	Linhas de ônibus regular.....	99
5.3.3.2	Linhas sob regime de fretamento.....	100
5.3.3.3	Transporte particular.....	103
<b>5.3.4</b>	<b>Definição da data para pesquisa de campo.....</b>	<b>103</b>
<b>5.3.5</b>	<b>Questionário para a pesquisa de Origem/Destino (O/D)</b>	<b>103</b>
<b>5.3.6</b>	<b>Questionário para a pesquisa de Preferência Declarada (PD)</b>	<b>104</b>
5.3.6.1	Definição do método de entrevistas.....	104

5.3.6.2	Seleção da amostra.....	104
5.3.6.4	Definição das variáveis .....	105
5.3.6.5	Formação dos cartões e medição das escolhas.....	108
5.3.6.6	Análise dos dados.....	112
<b>5.3.7</b>	<b>Pesquisas complementares .....</b>	<b>112</b>
<b>5.3.8</b>	<b>Pesquisa piloto.....</b>	<b>112</b>
<b>5.3.9</b>	<b>Treinamento dos pesquisadores.....</b>	<b>112</b>
<b>5.4</b>	<b>APRESENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>112</b>
<b>5.3.10</b>	<b>Perfil dos entrevistados.....</b>	<b>113</b>
<b>5.3.11</b>	<b>Matriz Origem/Destino (O/D) de viagens.....</b>	<b>115</b>
5.4.2.1	Pesquisa com usuários de linhas de ônibus regular.....	115
5.4.2.2	Pesquisa com usuários de linhas sob regime de fretamento	116
5.4.2.3	Pesquisa com usuários de transporte particular.....	117
<b>5.3.12</b>	<b>Potencial de propensão à mudança de modal.....</b>	<b>118</b>
5.4.3.1	Pesquisa com usuários de linhas de ônibus regular.....	120
5.4.3.2	Pesquisa com usuários de linhas sob regime de fretamento	122
5.4.3.3	Pesquisa com usuários de transporte particular.....	126
<b>5.3.13</b>	<b>Expansão da amostra.....</b>	<b>130</b>
5.4.4.1	Pesquisa com usuários linhas de ônibus regular .....	131
5.4.4.2	Pesquisa com usuários de linhas sob regime de fretamento	131
5.4.4.3	Pesquisa com usuários de transporte particular.....	132
<b>5.3.14</b>	<b>Total da demanda estimada .....</b>	<b>133</b>
	<b>CAPÍTULO 6 -CONCLUSÕES.....</b>	<b>135</b>
<b>6.1</b>	<b>CONCLUSÕES E LIMITAÇÕES.....</b>	<b>135</b>
<b>6.2</b>	<b>RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS...</b>	<b>136</b>

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 137**

**APÊNDICES ..... 147**

**APÊNDICE A ..... 149**

**APÊNDICE B ..... 155**

**APÊNDICE C ..... 171**

**APÊNDICE D ..... 179**

**APÊNDICE E ..... 199**

## CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

O Capítulo 1 é a parte inicial desta dissertação e possui como principal finalidade clarificar e definir a pergunta de partida deste trabalho, apresentando primeiramente um enquadramento da investigação e o problema em estudo – **item 1.1**. Também são expostas no corpo deste capítulo as justificativas da autora de abordar assuntos como “transporte ferroviário de passageiros” e “estimativa de demanda por transportes” – **item 1.2** –, bem como delineados os objetivos a serem alcançados– **item 1.3** – e as premissas consideradas neste trabalho – **item 1.4**. Para finalizar, é descrita a metodologia – **item 1.5** - e a estrutura da dissertação – **item 1.6** -, apresentando o conteúdo dos demais capítulos.

### 1.1 INTRODUÇÃO

As ferrovias conquistaram o cenário mundial e chegaram ao Brasil no Século XIX. Contudo, apesar do entusiasmo inicial, o transporte ferroviário de passageiros no Brasil praticamente desapareceu ao longo do Século XX. Contrariando os países mais desenvolvidos, iniciou-se no País um favoritismo pelas rodovias. Desde então, o desenvolvimento do transporte rodoviário ocorreu de forma acelerada e contínua.

Dados de 2011 do Departamento Nacional de Trânsito (Denatran) revelam que, nos últimos dez anos, a frota de automóveis brasileira mais que dobrou, sendo que somente no ano de 2010 teve um aumento de 8,4% totalizando 64.817.974 veículos em todo o País. Os automóveis alcançaram um total de 37.188.341, correspondendo a 57,37% da frota nacional e os ônibus somaram 451.989 viaturas (DENATRAN, 2011).

Segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA) o Brasil fechou o ano de 2010 como sendo o quarto maior mercado mundial de veículos, ultrapassando a Alemanha e a Itália e perdendo somente para a China, Estados Unidos e Japão (ANFAVEA, 2011) e, de acordo com pesquisas realizadas, esse índice tende a crescer. A pesquisa Target Group Index realizada pelo IBOPE identificou que pelo menos um quarto dos adultos que moram em regiões metropolitanas ou no interior do Sul e do Sudeste pretende adquirir um automóvel. Ressalta-se que dentre os consumidores que têm intenção de comprar um automóvel, para 34% a aquisição será do primeiro veículo do domicílio e 16% pretendem adquirir um veículo

adicional (IBOPE, 2011).

Nas cidades de porte médio localizadas nas vizinhanças das regiões metropolitanas mais ricas do Sudoeste e do Sul do Brasil, as pessoas estão cada vez mais optando pelo veículo privado nos seus deslocamentos diários. Fato que pode ser comprovado ao realizar-se o cruzamento dos dados da frota do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN, 2011) com a população medida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Ocupando os dez primeiros lugares no *ranking* nacional de carros *per capita*, encontram-se, em ordem decrescente, os municípios de: São Caetano do Sul (SP); Curitiba (PR); Campinas (SP); Santo André (SP); Jundiaí (SP); Florianópolis (SC); Valinhos (SP); Blumenau (SC); São Paulo (SP); e Brusque (SC).

Com essa elevação no número de passageiros transportados por meios rodoviários, essas cidades já começam a experimentar alguns dos problemas ambientais e sociais frequentemente presentes nas grandes áreas metropolitanas, como por exemplo: a alta ocupação dos espaços urbanos necessários para sua circulação; os problemas com estacionamento; os congestionamentos e, conseqüentemente, os atrasos; o aumento do número de acidentes; o grande consumo de energia; a poluição atmosférica, visual e sonora, entre outros.

Para reduzir a sobrecarga das rodovias e atenuar os efeitos concomitantes que a saturação dessas produz é imprescindível promover campanhas que visem à mobilidade sustentável, ou seja, o trânsito de pessoas deve buscar o equilíbrio entre desenvolvimento econômico, proteção ambiental e justiça social (CMMAD, 1991). Como ferramentas nessa busca, podem-se enumerar:

- a) políticas de restrição do uso do transporte privado;
- b) fomentação dos modos não motorizados como a bicicleta e núcleos urbanos projetados para pedestres; e,
- c) garantia de um sistema de transporte público de alta capacidade, eficiente, menos poluente, seguro, confortável e acessível.

Ciente dessa problemática, o Governo Federal através do Ministério dos Transportes (MT), vêm promovendo projetos com o intuito de equilibrar a matriz modal de transportes e melhorar a qualidade de vida da população nos centros urbanos. Entre os projetos criados pelo Governo Federal merece destaque o Plano de Revitalização das Ferrovias lançado

pela Presidência de República em maio de 2003 e que tem como propósito o desenvolvimento e a ampliação dos sistemas e serviços ferroviários. Esse Plano é composto de quatro Programas (MT, 2009):

- a) Programa de Integração e Adequação Operacional das Ferrovias;
- b) Programa de Ampliação da Capacidade dos Corredores de Transportes;
- c) Programa de Expansão e Modernização da Malha Ferroviária;
- d) Programa de Resgate do Transporte Ferroviário de Passageiros.

Na área de transporte de passageiros, o Programa de Resgate dos Transportes Ferroviários de Passageiros tem como finalidade criar condições para o retorno do transporte de passageiros às ferrovias. Assim, prevê a realização das intervenções necessárias à implantação de trens modernos do tipo Veículo Leves sobre Trilhos (VLT), a fim de promover o atendimento entre cidades de alta concentração populacional. Para se atingir os objetivos do Programa são previstas as seguintes ações (MT, 2009):

- a) pesquisa prévia para identificação de interesse;
- b) seleção dos trechos;
- c) estudos de viabilidade;
- d) audiências públicas;
- e) prospecção de interessados na outorga;
- f) definição do processo licitatório e editais;
- g) definição do ganhador;
- h) captação de financiamento;
- i) fabricação de trens e execução de obras de melhorias; e,
- j) obtenção da outorga.

As etapas de pesquisa prévia para identificação de interesse e seleção dos trechos já foram concluídas e resultaram na escolha de quatorze trechos para realizações do estudo de viabilidade em todo o País. Com a intenção de dar continuidade ao Programa, faz-se necessária a realização dos Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica, Social, Ambiental e Jurídico-Legais (EVTESAL) de modo a prover o Estado e o mercado de informações adequadas, para embasar suas decisões de investimento.

Parte crucial desses estudos diz respeito ao levantamento de custos e receitas do empreendimento, que compõe subsídios para se concluir

quanto à conveniência ou não da implantação deste, bem como identificar qual o melhor cenário para realizá-lo. Os custos de investimento geralmente são estimados com precisão suficiente e envolvendo margens de segurança com altos níveis de confiabilidade. Por outro lado, as receitas geradas por um investimento como esse são de difícil mensuração devido à incapacidade de se estimar com tanta precisão as demandas atraídas para novos modos de transporte introduzidos em um sistema já instalado.

Uma oferta de serviço menor do que a demanda, além de levar à insatisfação do usuário, poderá obrigá-lo a buscar formas alternativas de transporte. Enquanto que uma oferta superior ao número de pessoas dispostas a utilizar o serviço pode se reverter em custos elevados, onerando o sistema ou, até mesmo inviabilizando-o.

Portanto, torna-se de grande importância a previsão da demanda futura, bem como o conhecimento de suas características, pois esses dados irão refletir diretamente nos resultados econômico-financeiros e mercadológicos alcançados.

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

A escolha de se trabalhar com transporte ferroviário de passageiros é consequência do fato que, desde 2009, a autora do presente trabalho é integrante do Laboratório de Transportes e Logística (LabTrans) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), e nesse período participou do Estudo de viabilidade técnica e econômico-financeira de sistemas de transporte ferroviário de passageiros de interesse regional: trechos Maringá (PR) – Londrina (PR) e Bento Gonçalves (RS) – Caxias do Sul (RS).

Durante o desenvolvimento desse estudo, uma das grandes dificuldades encontradas foi justamente a estimativa da demanda transferida desse empreendimento. Foram feitas pesquisas com usuários de linhas de transporte coletivo e individual rodoviário, contudo foram disponibilizados poucos pontos para pesquisa nas rodovias pela Polícia Rodoviária Federal (PRF). Sobre a percentagem de usuários com propensão à transferência de modal, alguns valores foram otimistas em relação a resultados de pesquisas internacionais. No entanto, não há dados nacionais para a realização de uma comparação.

Em meio a essa problematização, foi proposto o “Desenvolvimento de um procedimento metodológico para a estimativa de demanda transferida em sistemas de transporte ferroviário de passageiros com característica semiurbana: estudo de caso do trecho Florianópolis (SC) – Itajaí (SC)” como tema desta dissertação de mestrado.

Entende-se, nessa dissertação, por **transporte ferroviário de passageiros com característica semiurbana**, o transporte ferroviário de média distância – de até 200 km -, realizado entre dois ou mais municípios em região adensada populacionalmente, com demanda acentuada e concentrada em determinados horários e com deslocamento pendular de passageiros. Ou seja, **é o serviço equivalente aos trens regionais**.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é o desenvolvimento de um procedimento metodológico de estimativa de demanda transferida para o transporte ferroviário de passageiros com característica semiurbana.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

Para se atingir o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram alvos da pesquisa:

- a) revisar os principais aspectos do transporte ferroviário de passageiros;
- b) revisar os principais modelos de estimativa de demanda por transportes de passageiros existentes;
- c) analisar o material bibliográfico levantado com foco no objetivo geral do trabalho;
- d) desenvolver um procedimento metodológico de estimativa de demanda transferida que melhor se adapte ao uso em projetos de investimentos ferroviários de passageiros com características semiurbana;
- e) aplicar o procedimento metodológico proposto no trecho Florianópolis (SC) – Itajaí (SC); e,
- f) verificar as vantagens e dificuldades para se estimar a demanda transferida através do procedimento proposto.

## 1.4 PREMISSAS

Algumas premissas foram levadas em consideração neste trabalho:

- a) Modelos desagregados e a Técnica de Preferência Declarada (PD) são adequadas para prever a demanda transferida para novo modal;
- b) Em regiões com sistemas de transporte já consolidados, o sistema de transporte rodoviário é o principal concorrente do sistema de transporte ferroviário. Sendo que, além do serviço de ônibus regular e dos veículos individuais, acredita-se que o serviço de fretamento tem forte participação nos deslocamentos de pessoas em viagens de caráter semiurbano;
- c) Os usuários de linhas de ônibus regular são os que têm maior interesse em trocar de modal, enquanto que os usuários de veículos particulares são os que têm menor interesse em se transferir para o sistema sobre trilhos.

## 1.5 METODOLOGIA DA DISSERTAÇÃO

De acordo com Silva e Menezes (2001) a metodologia deste trabalho, quanto à sua natureza, pode ser considerada aplicada, visto que tem como fim gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos.

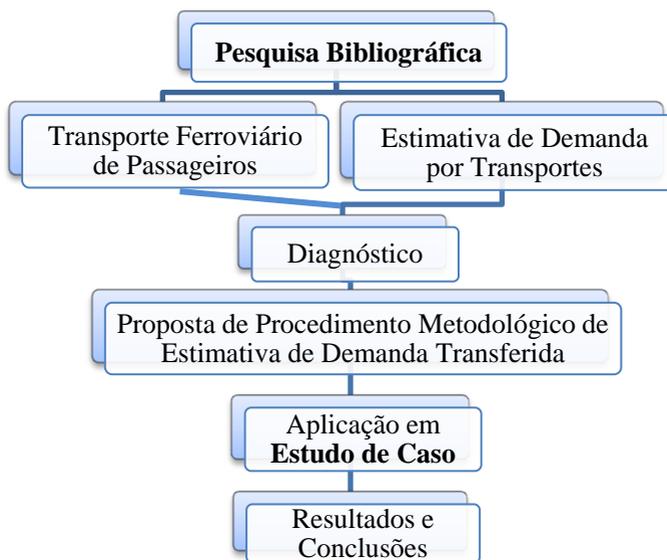
Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, o método utilizado é hipotético-dedutivo, uma vez que o cientista alcança um conjunto de hipóteses que governam os fenômenos pelos quais está interessado e as verifica por meio de experimentação (GIL, 1995 apud BITTENCOURT, 2006).

Em relação ao objetivo deste trabalho, o mesmo se enquadra em pesquisa exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses (GIL, 1991 apud SILVA e MENEZES, 2001).

Para alcançar seu objetivo, o trabalho foi desenvolvido com os seguintes procedimentos técnicos: pesquisa bibliográfica e estudo de caso (GIL, 1991 apud SILVA e MENEZES, 2001).

A pesquisa bibliográfica foi realizada em livros, artigos científicos e revistas especializadas, dissertações e teses, disponíveis em bibliotecas de instituições públicas e na *Internet*, com a finalidade de construir um embasamento teórico do tema. Foram pesquisados os seguintes assuntos: Transporte Ferroviário de Passageiros e Modelos de Estimativa de Demanda por Transportes. Essa etapa deu subsídios para o desenvolvimento de um procedimento metodológico de estimativa de demanda transferida que melhor se adapte ao uso em projetos de investimentos ferroviários de passageiros com característica semiurbana.

Já o estudo de caso consistiu em uma pesquisa de campo no trecho Florianópolis (SC) – Itajaí (SC). A pesquisa contou com o apoio de alunos da graduação do corpo técnico do Programa de Educação Tutorial (PET) de Engenharia Civil da UFSC e foi realizada mediante aplicação de questionários face-a-face direcionada aos usuários do transporte rodoviário intermunicipal de passageiros – linhas regulares e fretamento, e transporte privado. Por último, os dados foram tabulados e tratados por meio de *software* específico e os resultados foram analisados a fim de se obter conclusões a respeito do procedimento de estimativa de demanda transferida proposto. Um fluxograma da metodologia da pesquisa pode ser visualizado na Figura 1.1.



**Figura 1.1 – Fluxograma da metodologia da pesquisa**

O item 1.6 a seguir descreve resumidamente o desenvolvimento das etapas citadas acima dentro da estrutura deste trabalho.

## **1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

O trabalho foi estruturado para abranger os seguintes capítulos:

### **Capítulo 1 - Introdução**

Introduz o tema estudado, descreve a relevância do trabalho, fixa o objetivo geral do estudo e o modo de alcançá-lo através dos objetivos específicos delimitados.

### **Capítulos 2 e 3 - Revisões bibliográficas**

Estes capítulos objetivam revisar a literatura, apontando as lacunas percebidas na bibliografia consultada, as discordâncias existentes e outros pontos que mereçam aprofundamento ou permitam novas propostas.

Particularmente no **Capítulo 2** é apresentado o conceito de ferrovias, suas características e evolução histórica no mundo e no Brasil, bem como as ações programadas pelo Governo Federal e pelas empresas privadas para impulsionar o sistema ferroviário de passageiros.

O **Capítulo 3** trata dos modelos existentes para estimativa de demanda em transportes, aqui classificados como: modelos convencionais e modelos comportamentais. Também é feita uma pesquisa sobre os avanços tecnológicos na área e sobre os estudos anteriores que abordaram temas semelhantes a este.

### **Capítulo 4 – Procedimento metodológico**

Este capítulo contém o procedimento metodológico de estimativa de demanda transferida para o transporte ferroviário de passageiros com característica semiurbana proposto neste trabalho.

### **Capítulo 5 – Estudo de caso e resultados**

No Capítulo 5 é descrita a aplicação do procedimento metodológico exposto no Capítulo 4 no trecho de estudo de caso, bem como são apresentados e avaliados os resultados da pesquisa de campo.

### **Capítulo 6 – Conclusões**

Por último, no Capítulo 6 são tiradas algumas conclusões sínteses com

ênfase nos objetivos da pesquisa. Também são feitas recomendações de futuros estudos relacionadas ao tema em questão, assim como explanadas as limitações encontradas para a realização do trabalho.



## CAPÍTULO 3 - TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE PASSAGEIROS

O que é uma ferrovia? Quais são as vantagens e desvantagens do transporte ferroviário de passageiros? Como esses sistemas se desenvolveram no mundo e no Brasil? Por que esse transporte não vingou no País? Concebeu-se alguma estratégia para alterar essa realidade? As respostas para essas questões se encontram neste capítulo. Inicialmente, o presente capítulo aborda a definição – **item 2.1** - e características do transporte ferroviário de passageiros – **item 2.2**. Em seguida, é feito um retrocesso da história das ferrovias no mundo e no Brasil – **item 2.3**. Também é apresentada a situação atual do transporte ferroviário de passageiros no País e a regulamentação do setor, bem como os planejamentos feitos para colocar o Brasil novamente em cima dos trilhos, tanto por parte do Governo Federal quanto pelas empresas privadas – **item 2.4**. Por último, são feitos comentários a respeito da revisão bibliográfica levantada nos itens anteriores – **item 2.5**.

### 2.1 DEFINIÇÃO

A ferrovia é definida por Macêdo (2009) como um sistema que nasce da interação de dois elementos: material rodante e via permanente. O material rodante é constituído de locomotivas e vagões. Enquanto que por via permanente (Figura 2.1) entende-se o lastro, os trilhos, os dormentes, os acessórios – que formam a superestrutura – o sublastro, o subleito e o maciço adjacente – que compõem a infraestrutura.

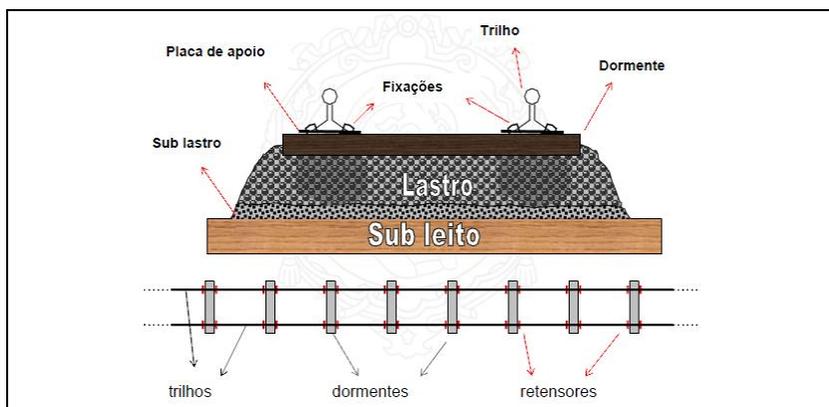


Figura 2.1 – Componentes da via permanente (PORTO, 2004)

As locomotivas são máquinas de propulsão elétrica, hidráulica ou combustível que tracionam comboios destinados a transportar pessoas e/ou cargas – vagões. As características dos vagões dependem do que se pretende transportar (ALMEIDA e OLIVEIRA, 2010).

A via permanente é um caminho formado por trilhos paralelos de aço, assentados sobre dormentes de madeira, concreto ou outros materiais. Segundo Semprebone (2006), o trilho é o elemento ativo da estrutura ferroviária e deve cumprir basicamente duas funções: constituir a superfície de rolamento para as rodas dos veículos ferroviários, servindo como guia; e transmitir os esforços decorrentes do movimento desses veículos para a infraestrutura viária.

Em resumo, é possível definir a ferrovia como uma “estrada de ferro” ou “via férrea”.

## **2.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS**

O modal ferroviário caracteriza-se, principalmente, por sua ampla capacidade de carga e sua alta eficiência energética, o que resulta em um custo operacional relativamente baixo se comparando ao modal rodoviário. Por causa disso, é indicado para o deslocamento de grande volume de passageiros e/ou mercadorias de baixo valor agregado a distâncias médias e longas no âmbito intracontinental (ANTT, 2011).

Por outro lado, o peso elevado das locomotivas e dos vagões requer a implantação de uma via permanente de grande qualidade e resistência. Recursos também devem ser empregados na aquisição de material rodante e na construção de terminais e oficinas de apoio, resultando em uma necessidade de alto investimento de implantação, uma de suas maiores desvantagens (UNAMA, 2011).

Outros pontos negativos que cabem ressaltar: sua implantação tem de ser feita por completo, não podendo ser construídas por etapas; é muito rígido e envolve itinerários de caráter fixo, a variedade de rotas depende da disponibilidade de malhas ferroviárias; não realiza o transporte porta à porta, necessitando de integração com outros modais; e, a flexibilidade de horários também é muito pequena, devido ao sistema operacional de funcionamento dos trens (UNAMA, 2011).

Mas nem tudo é desvantagem. Há um lado bom que precisa ser

considerado. Os benefícios gerados pela ferrovia são em grande parte relativos à redução do tráfego de automóveis, e, por isso, estão ganhando destaque mundial e nacional. No contexto das externalidades negativas do sistema rodoviário, a via férrea apresenta-se como um meio de transporte vantajoso em muitos aspectos.

Como exemplo de vantagens, pode-se citar: comodidade; segurança; redução do trânsito; ocupa menos espaço; trafega em vias exclusivas; velocidade operacional elevada; menos poluente; insonorização; desenvolvimento econômico das cidades; incremento do turismo; entre outros (SOARES E CURY, 2004).

## **2.3 HISTÓRICO**

### **2.3.1 No mundo**

Os primeiros registros do uso de transporte sobre trilhos remetem ao início do Século XVI. Muitos países europeus utilizavam trilhos de madeira para auxiliar os cavalos no deslocamento de carroças carregadas com carvão e/ou minério de ferro das minas. Como os trilhos de madeira não eram muito duráveis, algumas empresas de mineração de carvão da Inglaterra tiveram a ideia de revesti-los com tiras metálicas. Perceberam que desse modo o deslocamento dos vagões se tornara ainda mais fácil, o que resultou na produção de trilhos inteiramente de ferro no final do Século XVIII. Desse modo, nasceu a palavra “ferrovia” (SANTOS, 2011).

Em 1769, James Watt, engenheiro escocês, aperfeiçoou o invento de Thomas Newcomen e patenteou a máquina a vapor. Posteriormente, em 1804, o inventor inglês Richard Trevithick construiu o primeiro veículo capaz de aproveitar a alta pressão do vapor. O sucesso de sua locomotiva conquistou outros inventores, que foram criando máquinas cada vez mais velozes chegando a alcançar velocidades de 80 a 100 km/h (SANTOS, 2011).

Por causa de Trevithick, a Inglaterra se consagrou como a pioneira em ferrovias. O inglês George Stephenson confirmou a afirmativa ao construir a primeira ferrovia pública do mundo: no dia 27 de setembro de 1825, 600 passageiros e 60 toneladas de cargas foram transportados no trecho de Darlington - Stockton. O poder da Inglaterra simbolizado pelas ferrovias, principalmente a partir de 1840, repercutiu em muitos

países. Em 1954, o Brasil seguiu o exemplo inglês e inaugura sua primeira estrada de ferro, a E. F. Barão de Mauá (BENTO, 2011).

Logo, o novo modal se popularizou no mundo. Em meados de 1870, o continente europeu já havia construído sua atual estrutura ferroviária. Diversas ferrovias passaram a cortar o continente americano, inclusive a América do Sul. No final do Século XIX, as potências europeias construíram ferrovias em suas colônias africanas e asiáticas. A antiga União Soviética concluiu, em 1916, a construção dos 9 mil quilômetros de linhas da Transiberiana, a ferrovia mais extensa do mundo. Nessa mesma época, a Austrália inaugurava seu primeiro sistema ferroviário (SANTOS, 2011).

Depois da metade do Século XIX, as ferrovias introduziram o uso do aço na fabricação de trilhos, produzindo trilhos com duração 20 vezes superior a dos antigos trilhos de ferro. Grande parte das ferrovias mencionadas já utilizava os novos trilhos. Os vagões de carga e de passageiros deixaram de ser fabricados em madeira e também aderiram ao aço. Os primeiros vagões totalmente de aço entraram em circulação em 1896. No final da década de 1920, todos os vagões de madeira já haviam sido praticamente substituídos (SANTOS, 2011).

As primeiras viaturas para passageiros foram construídas pelos fabricantes de diligências e apresentavam índices de acidente muito elevados. Rapidamente, importantes inovações, como o freio a ar e os circuitos de linha, melhoraram o grau de segurança das ferrovias. Vagões longos, atraentes e confortáveis convenciam um número crescente de pessoas a viajar de trem. Em 1867, o norte-americano George Pullman começou a fabricar vagões-dormitórios. Consequentemente luxuosos vagões-restaurantes e vagões-salão também foram disponibilizados para atender aos viajantes (SANTOS, 2011).

Em um instante, as locomotivas passaram do vapor à eletricidade. Locomotivas elétricas eram estudadas por Robert Davidson desde 1842. No entanto, foi somente em 1895 que o primeiro bonde foi colocado em operação na cidade de Baltimore, nos Estados Unidos da América. A novidade foi aceita com entusiasmo e muitos países aderiram à tecnologia. Em 1896, Hornsby construiu a primeira locomotiva a diesel. Com o avanço tecnológico dos motores a diesel, as locomotivas a vapor desapareceram em princípios da década de 1930 (SANTOS, 2011).

O comboio que já circulava em muito por terra e vencia obstáculos como a água, através de pontes, passou a realizar o transporte subterrâneo. O metropolitano, como era chamado, fez sua viagem inaugural em Londres em 1863. Em 1890, com o advento dos trens elétricos, foi impossível conter o desenvolvimento de sistemas de metrô pelo mundo. Hoje, é uma ótima solução para quem tem pressa e quer fugir do trânsito nas grandes cidades. Outra opção seria o *Light Rail* ou Veículo Leve sobre Trilhos (VLT), uma espécie de trem de passageiros, cujo equipamento e infraestrutura são tipicamente mais leves que as usadas normalmente em sistemas de metropolitano. O termo *Light Rail* foi mencionado pela primeira vez em 1972 pela *Urban Mass Transportation Administration* (UMTA) dos Estados Unidos (SANTOS, 2011).

Mais recentemente, foram desenvolvidas também locomotivas com turbinas a gás e com elas chegou-se aos comboios de alta velocidade, capazes de atingir de 300 a 400 km/h. Os japoneses foram os primeiros a usufruírem da agilidade dos novos trens, em 1964, em passeios no trecho Tóquio-Osaka com as famosas locomotivas Shinkansen. A França se interessou muito pelo assunto e se tornou um dos maiores impulsionadores desse tipo de comboio com o seu *Train à Grande Vitesse* (TGV). A primeira via para TGV, do sul de Paris a Lyon, foi concluída em 1983 e conseguiu uma velocidade contínua de 270 km/h. Em 1993, foi inaugurada a linha que une Paris à Bélgica através do Túnel da Mancha e em 2007, o trem francês bateu o recorde de velocidade de sistemas sobre trilhos ao alcançar a marca de 514,8 km/h (SANTOS, 2011).

O monotrilho e o comboio de levitação magnética, mais conhecido por Maglev, são as últimas novidades na tecnologia ferroviária. O sistema japonês tem o diferencial de não tocar os trilhos, ou seja, o trem flutua por ondas magnéticas. Atingindo 581 km/h, o Maglev se tornou o trem mais veloz do mundo. A previsão é de que em um futuro próximo, os comboios de levitação magnética possam chegar até a 800 km/h. Atualmente, além do Japão, a Alemanha tem estudado o novo sistema. A grande diferença é que os sistemas alemães são de suspensão eletrodinâmica e foram batizados de Transrapid. Já no Brasil, foi desenvolvido um projeto de trem propulsado a ar, intitulado de Aeromóvel (SANTOS, 2011).

Neste Século, a evolução das estradas de ferro tem sido marcada pela

exploração da eletrônica e pela preocupação socioambiental. As descobertas cada vez mais contribuem para a competitividade dos trens em relação ao transporte rodoviário nas viagens curtas e médias e em relação ao transporte aéreo em viagens médias e longas. Em países da Europa e até nos Estados Unidos e Japão, o transporte de passageiros por via férrea é bastante popular, seja em ambiente urbano, seja nas ligações interurbanas. O item 2.3.2 aborda a história do transporte ferroviário de passageiros no Brasil e suas dificuldades em chegar ao nível dos sistemas ferroviários desses países.

### **2.3.2 No Brasil**

As primeiras iniciativas nacionais de transporte aconteceram em 1828, durante o reinado de Dom Pedro I, onde o Governo autorizou a construção de estradas – rodovias e ferrovias - no País por meio da Lei José Clemente (DNIT, 2011). Especificamente quanto às ferrovias, o grande marco do início do transporte ferroviário brasileiro se deu em 1835, período da regência provisória, quando o regente Feijó traçou uma política para implantação de ferrovias no Brasil por meio da Lei Geral nº. 101 (ANTF, 2004). Entretanto, essas primeiras tentativas de adaptar-se à nova tendência mundial foram frustradas.

Somente em 1854, com o empresário Irineu Evangelista de Souza - o Visconde de Mauá -, foi inaugurado o primeiro trecho ferroviário no País: a Imperial Cia de Navegação e Estrada de Ferro Petrópolis, mais tarde conhecida como Estrada de Ferro Mauá. A primeira linha ligava o Rio de Janeiro, então capital do País, a Raiz da Serra, de onde a realza seguia por estrada até Petrópolis para passar o verão (ANTF, 2004). A locomotiva utilizada nesse deslocamento recebeu o nome de “Baroneza” em homenagem à mulher do Barão de Mauá e continuou prestando seus serviços ao longo de 30 anos. Atualmente, faz parte do acervo do Centro de Preservação da História Ferroviária, situado no bairro de Engenho de Dentro, na cidade do Rio de Janeiro (DNIT, 2011).

Quatro anos depois foi inaugurada a segunda ferrovia do Brasil, a Estrada de Ferro Recife - São Francisco. No mesmo ano, a Companhia da Estrada de Ferro Dom Pedro II iniciou seu serviço, com o primeiro trecho aberto entre as estações do Campo - atual Dom Pedro II - e Queimados e, posteriormente, até Belém – atual Japeri. Em 1864, a linha já alcançava a Barra do Pirai transpondo os 412 metros de altura

da Serra do Mar por 8 km. Após a Proclamação da República, ganhou o nome de Estrada de Ferro Central do Brasil e foi consagrada uma das mais importantes obras de engenharia ferroviária do País (DNIT, 2011).

Na época, o café era o principal produto de exportação do País e as plantações alastravam-se pelo sul de Minas até o Vale do Paraíba, em São Paulo. O caminho entre as plantações e os mercados consumidores era longo e a solução foi construir ferrovias para chegar ao Porto de Santos. Em 1867, foi concluída a primeira ferrovia de São Paulo, a São Paulo Railway, mais conhecida como “A Inglesa”, que ligava o Porto de Santos a Jundiaí. Como resultado, o custo do transporte de café que antes era conduzido em sacas nos lombos de burros teve uma redução de 35% (BENTO, 2011).

O monopólio do transporte ferroviário para o litoral ficou nas mãos dos acionistas da São Paulo Railway, que não se interessaram em estender sua linha além de Jundiaí. Em meio a essa problemática, os próprios Barões do Café bancaram a implantação das outras estradas de ferro em São Paulo, fundando a Companhia Paulista de Estradas de Ferro em 1872. Primeiramente eles construíram o trecho Jundiaí-Campinas e a partir de então a empresa se desenvolveu a ponto de tornar-se uma ferrovia padrão em termos de equipamentos e organização. O entusiasmo dos fazendeiros e comerciantes paulistas era tanto que o período foi apelidado de “febre dos trilhos” (BENTO, 2011).

Em 1877, ocorreu um dos fatos mais importantes na história do desenvolvimento da ferrovia no Brasil, que foi a ligação Rio - São Paulo, através da união da E. F. São Paulo com a E. F. Dom Pedro II. O trecho contemplava as duas cidades mais importantes do País e se tornou um dos principais eixos de desenvolvimento (DNIT, 2011). Segundo Delellis et al. (1999), a expansão cafeeira e ferroviária contribuiu para o início de um processo de industrialização nessas cidades e estimulou o povoamento interior, bem como a aceitação de mão de obra assalariada.

Cabe ressaltar que apesar de serem construídas para transportar basicamente mercadorias, especialmente as sacas de café, o deslocamento de passageiros logo foi incorporado à rotina dessas ferrovias. Tendo como grande precursora a Companhia Paulista que introduziu os vagões-restaurante e dormitório, o transporte de passageiros por ferrovias se expandiu em larga escala.

O emprego da tração elétrica no País começou tímido em 1892, pela Companhia Ferro Carril do Jardim Botânico, no Rio de Janeiro. A cidade foi a primeira da América Latina a ter uma linha de bonde elétrico (BENTO, 2011). Apesar dos avanços tecnológicos, até o fim da era imperial as ferrovias paulistas continuavam a transportar mais cargas – 80% - que passageiros – 20% (DELELLIS et. al, 1999).

Em 1899, Dom Pedro II foi deposto e o Segundo Reinado teve fim. A essa altura, outras concessões foram delegadas (Tabela 2.1) e já existiam no Brasil quase dez mil quilômetros de linhas ferroviárias. Contudo, a política de incentivos à construção de ferrovias, adotada pelo Governo Imperial, trouxe alguns entraves: grande diversidade de bitolas<sup>1</sup>; estradas de ferro localizadas no País de forma dispersa e isolada; traçados excessivamente sinuosos e extensos; entre outros. Tais conflitos refletem consequências no País até hoje ao dificultar a integração de todas as estradas de ferro (DNIT, 2011).

**Tabela 2.1 – Outras ferrovias outorgadas até o final do Século XIX**

<b>Ferrovia</b>	<b>Data de Inauguração</b>
Companhia Mogiana	03/05/1875
Companhia Sorocabana	10/07/1875
Central da Bahia	02/02/1876
Santo Amaro	02/12/1880
Paranaguá a Curitiba	19/12/1883
Porto Alegre a Novo Hamburgo	14/04/1884
Dona Tereza Cristina	04/09/1884
Corcovado	09/10/1884

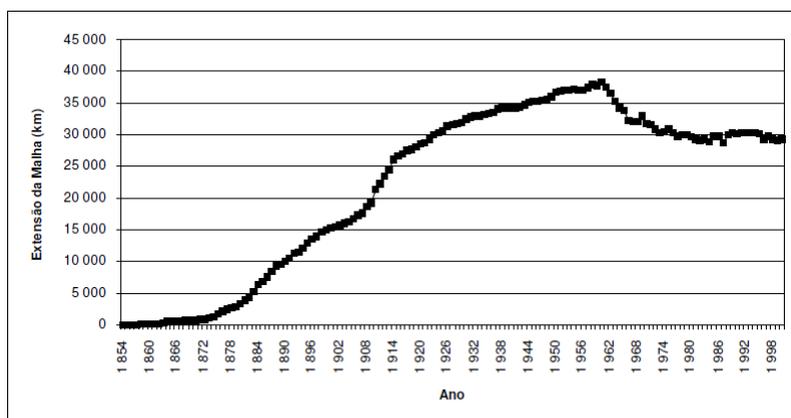
(Fonte: DNIT, 2011)

No início da República Velha, as ferrovias brasileiras iniciaram, então, uma fase de grande desenvolvimento, tendo sido construídos mais cinco mil quilômetros de linhas férreas entre 1911 e 1916. Em 1910, iniciou-se a eletrificação da E. F. do Corcovado e em 1922, a da Companhia Paulista de Estradas de Ferro. Nessa época, sistemas sobre trilhos atravessaram praticamente todos os estados do Brasil e somavam aproximadamente vinte e nove mil quilômetros de extensão. A partir de 1937 muitas outras ferrovias iniciaram a substituição de trechos a vapor pela eletrificação, mas devido à obsolescência dos equipamentos

<sup>1</sup>Largura da via férrea, determinada pela distância medida entre as faces interiores das cabeças de dois trilhos.

existentes e aos altos custos de manutenção a tecnologia entrou em declínio. Em 1938, a primeira locomotiva a diesel chegou ao Brasil e a primeira ferrovia a dar início efetivo à dieselização foi a E. F. Central do Brasil, a partir de 1943 (LANG, 2007).

Por meio de incentivos do Governo Vargas, que iniciou um processo de reorganização das estradas de ferro e promoção de investimentos, as ferrovias atingiram seu ápice em 1958 alcançando uma extensão de quase trinta e oito mil quilômetros (LANG, 2007). Segundo Lang (2007), foi o ponto culminante tanto do transporte de carga quanto de passageiros, assim como da tecnologia e da operação. Na Figura 2.2 observa-se a evolução da malha ferroviária brasileira, do seu surgimento à situação atual. Nesse âmbito, não se pode deixar de mencionar a criação da Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), em 1942, que absorveu e modernizou a Estrada de Ferro Vitória a Minas com a finalidade de suportar o tráfego pesado dos trens que transportavam minério de ferro (DNIT, 2011).



**Figura 2.2 – Evolução da malha ferroviária brasileira (ANTF apud LANG, 2007)**

No final da década de trinta, o próprio Governo Vargas incorporou ao patrimônio da União várias estradas de ferro, cuja administração ficou a cargo da Inspeção Federal de Estradas (IFE) que, posteriormente, deu origem ao Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) e Departamento Nacional de Estradas de Ferro (DNEF). No início dos anos cinquenta, o Governo Federal decidiu pela unificação administrativa das 18 estradas de ferro que tinham sido incorporadas à

União e que totalizavam 30.000 km dos 37.000 km de linhas espalhadas pelo País. Foi criada a sociedade anônima Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA), pela Lei nº 3.115, de 16 de março de 1957. Em 1974, o DNEF foi extinto e suas funções foram transferidas para a Secretaria Geral do Ministério dos Transportes e parte para a RFFSA. Em 2001 foi a vez do DNER ser extinto e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) passou a ocupar o seu lugar (DNIT, 2011).

A RFFSA foi criada com o objetivo de administrar, explorar, conservar, reequipar, ampliar e melhorar o tráfego das estradas de ferro que atravessavam o País, servindo as regiões Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e Sul com exceção de São Paulo. Em 1969, as ferrovias que compunham a RFFSA foram agrupadas em quatro sistemas regionais e, em 1976, a RFFSA foi subdividida em doze Superintendências Regionais (SR). Também na década de setenta, inspirado na RFFSA, o Governo do Estado de São Paulo decidiu unificar os cinco mil quilômetros de vias férreas que pertenciam ao Estado e criou a Ferrovia Paulista S.A (FEPASA) (DNIT, 2011).

No ano de criação da RFFSA, as ferrovias brasileiras chegaram a responder por cerca de 90% do déficit público brasileiro. Embora o esforço de saneamento efetuado nos quarenta anos seguintes à criação da RFFSA tenha obtido resultados realmente positivos, a crise ferroviária se alastrava. Incentivada pelo *slogan* “governar é abrir estradas” de Washington Luís, em 1920, e depois, pela promoção da indústria automobilística por Juscelino Kubitschek, em 1959, iniciou-se no País um favoritismo pelas rodovias. A partir desse ponto, houve um incremento forte na construção de rodovias no Brasil e o desenvolvimento rodoviário ocorreu de forma acelerada. Assim, ônibus, carros e caminhões passaram a ser o principal meio de transporte de mercadorias e pessoas (LANG, 2007).

Com a crise ferroviária em vista, o Governo Federal decidiu por afastar da RFFSA os transportes urbanos, passando a mesma a ser especializada apenas no transporte de cargas. Criou-se, assim, por meio do Decreto n.º 89.396 de 22/02/84, a Companhia Brasileira de Transporte Urbano (CBTU) que ficou responsável pela prestação de serviços de transporte urbano. Contudo, apesar da iniciativa ter facilitado a obtenção da melhoria da rentabilidade operacional, o Governo não tinha recursos necessários para continuar financiando os investimentos (DNIT, 2011). Em vista da situação insustentável das ferrovias, o Governo Federal

resolveu colocar em prática ações voltadas para a privatização, concessão e delegação de serviços públicos de transporte a Estados, Municípios e, principalmente, à iniciativa privada. O Programa Nacional de Desestatização (PND) foi instituído por meio da Lei nº. 8.031/90 e o processo de desestatização da RFFSA foi realizado com base na Lei nº. 8.987/95 – Lei das Concessões (DNIT, 2011). De acordo com a ANTT (2011), a estrutura institucional do PND é composta por dois grandes agentes: o Conselho Nacional de Desestatização (CND), órgão decisório, e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), na qualidade de gestor do Fundo Nacional de Desestatização (FND). Uma sucinta cronologia da efetivação do processo de desestatização está descrita na Tabela 2.2. Em 1997, foi outorgada à Companhia Vale do Rio Doce a exploração da E.F. Vitória a Minas e E.F. Carajás, e, em 1999, é extinta a RFFSA (DNIT, 2011).

**Tabela 2.2 – A desestatização das malhas da RFFSA**

<b>Malhas Regionais</b>	<b>Data do Leilão</b>	<b>Concessionárias</b>	<b>Início da Operação</b>	<b>Extensão (km)</b>
Oeste	05/03/96	Ferrovia Novoeste S.A.	01/07/96	1.621
Centro-Leste	14/06/96	Ferrovia Centro-Atlântica S.A.	01/09/96	7.080
Sudeste	20/09/96	MRS Logística S.A.	01/12/96	1.674
Tereza Cristina	22/11/96	Ferrovia Tereza Cristina S.A.	01/12/97	164
Nordeste	18/07/97	Cia Ferroviária do Nordeste	01/01/98	4.534
Sul	13/12/98	Ferrovia Sul-Atlântico S.A. <sup>2</sup>	01/03/97	6.586
Paulista	10/11/98	Ferrovia Bandeirantes S.A.	01/01/99	4.236

(Fonte: RFFSA e BNES apud DNIT, 2011)

Esperava-se que o processo de privatização, como ocorreu na Europa, recuperasse as ferrovias, equiparasse as qualidades dos meios de transportes e promovesse a multimodalidade. No entanto, a melhoria foi observada apenas no transporte ferroviário de carga que praticamente monopolizou a rede ferroviária, sendo que no limiar do Século XXI, com exceção das chamadas linhas sociais da Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), já não havia mais trens de passageiros no País.

<sup>2</sup>Hoje denominada América Latina Logística do Brasil S.A. (ALL)

## 2.4 SITUAÇÃO BRASILEIRA

### 2.4.1 Sistema ferroviário brasileiro

Atualmente, o Sistema Ferroviário Brasileiro (Figura 2.3) tem 29.706 km de extensão, distribuídos pelas Regiões Sul, Sudeste, Nordeste e parte da Centro-Oeste e Norte. Desse total, 28.840 km são concedidos, o que equivale a praticamente 97% do sistema. A única concessionária pública é a VALEC, que detém a concessão da Ferrovia Norte-Sul nos Estados de Maranhão, Tocantins e Goiás. As outras malhas são concedidas à iniciativa privada (ANTF, 2011).



**Figura 2.3 – Mapa ferroviário brasileiro (ANTF, 2011)**

Além de a sua extensão ser pequena se comparada com a extensão da malha ferroviária de países com dimensões similares como os Estados Unidos – com 224.792 km de extensão de rede ferroviária -, somente 10% da malha brasileira está em pleno uso atualmente, sendo que 7.000 km são usados abaixo da capacidade total e 13.000 km estão sendo subutilizados (ALVES, 2011).

De acordo com a Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2011), o transporte sobre trilhos no Brasil representa 19,46% da matriz de cargas

e apenas 1,37% da matriz de passageiros, incluindo transporte metroviário e ferroviário. Ressalta-se que na década de 1960 as linhas férreas recebiam aproximadamente 100 milhões de usuários por ano, mas devido à erradicação de grande parte dessas linhas este número caiu drasticamente nas últimas décadas (ANPTrilhos, 2011). Hoje, tem-se um fluxo atual de quase 1,5 milhão de pessoas anuais (VALE, 2011) distribuído nas poucas opções de trens de passageiros de longa distância - os trens da CVRD, que percorrem os trechos Belo Horizonte-Vitória (MG) e São Luiz-Carajás (MA/PA). Ainda fazem parte do sistema trens de turismo<sup>3</sup>, os bondinhos e os trens metropolitanos de algumas capitais - São Paulo, Rio de Janeiro, Porto Alegre, Belo Horizonte, Salvador, Recife, João Pessoa, Natal, Fortaleza e Teresina.

## **2.4.2 Aparelho regulatório brasileiro**

A regulamentação do setor de transporte ferroviário brasileiro, no geral é feita por meio dos Decretos n.º 1.832 de 04/03/1996 – que aprova o Regulamento dos Transportes Ferroviários – e n.º 6.018 de 22/01/2007 – que regulamenta a Medida Provisória n.º 353, de 22/01/2007, que dispõe sobre o término do processo de liquidação e a extinção da RFFSA, altera dispositivos da Lei n.º 10.233, de 05/06/2001, e dá outras providências (ANTT, 2011).

Cabe destacar que os Contratos de Concessão exigiram a manutenção, pelos operadores privados de carga, de apenas duas janelas diárias para a circulação de composições de passageiros e, posteriormente, foi dada ao operador a alternativa de desativar as linhas remanescentes que não fossem de seu interesse (ANTT, 2011). Logo, a eliminação dos serviços existentes foi rápida, e, em meados do Século XX, os trens de passageiros no País tornaram-se raridade. Essa deficiência do transporte ferroviário de passageiros pode ser sentida no aparelho regulatório brasileiro que se foca mais no transporte ferroviário de cargas. Sobre a regulamentação do transporte de passageiros, há poucas resoluções, as quais podem ser visualizadas na Tabela 2.3:

---

<sup>3</sup>A relação dos trens de turismo pode ser vista em:  
<http://www.antt.gov.br/destaques/trensdepassageiros.asp>

Tabela 2.3 – Aparelho regulatório brasileiro

<b>REGULAMENTAÇÃO COMPLEMENTAR</b>		
<b><u>Resolução n.º</u></b> <b><u>359/ANTT</u></b> (Alterada pelas Res. n.º 26/11/2003, 467 e 490 e pela n.º 2305/07)		Dispõe sobre os procedimentos relativos à prestação não regular e eventual de serviços de transporte ferroviário de passageiros com finalidade turística, histórico-cultural e comemorativa.
<b><u>Resolução n.º</u></b> <b><u>652/ANTT</u></b>	21/07/2004	Dispõe sobre a divulgação nos trens de passageiros das formas de comunicação dos usuários com a ANTT.
<b><u>Resolução n.º</u></b> <b><u>654/ANTT</u></b>	27/07/2004	Dispõe sobre procedimentos a serem observados na aplicação do Estatuto do Idoso, no âmbito dos serviços de transporte ferroviário interestadual regular de passageiros e dá outras providências.
<b><u>Resolução n.º</u></b> <b><u>1603/ANTT</u></b>	29/08/2006	Estabelece critérios e procedimentos para o acompanhamento do treinamento do pessoal operacional e administrativo, próprio ou de terceiros, das concessionárias de serviço público de transporte ferroviário de cargas e de passageiros.
<b><u>Resolução n.º</u></b> <b><u>2305/ANTT</u></b> (Altera a Resolução n.º 359)	02/10/2007	Altera a Resolução n.º 359, de 26 de novembro de 2003, que dispõe sobre o transporte ferroviário de passageiros com finalidade turística para incluir a obrigatoriedade de a autorizatária manter apólice de seguro de viagem.
<b><u>Resolução n.º</u></b> <b><u>2495/ANTT</u></b>	17/12/2007	Determina que as concessionárias do Serviço Público de Exploração da Infraestrutura Rodoviária Federal e as concessionárias do Serviço Público de Transporte Ferroviário de Cargas e Passageiros ou exploração da infraestrutura ferroviária prestem informações trimestrais e anuais, e dá outras providências.

(Fonte: ANTT, 2011)

### 2.4.3 Plano de revitalização das ferrovias brasileiras

Como citado anteriormente, durante muito tempo o transporte de passageiros através do modal ferroviário deixou de receber investimentos, só voltando a recebê-los recentemente. Desses investimentos, merece destaque o Programa de Resgate do Transporte Ferroviário de Passageiros, inserido no Plano de Revitalização das Ferrovias. O Programa de Resgate do Transporte Ferroviário de Passageiros tem como finalidade criar condições para o retorno do transporte de passageiros às ferrovias, promovendo o atendimento regional, social e turístico, onde viável, e a geração de emprego e renda. Estão previstas intervenções para implantação de trens modernos para transporte de passageiros regionais e interestaduais, especialmente entre cidades de alta concentração populacional (MT, 2009).

Especificamente sobre os Trens Regionais, os objetivos são promover a integração regional, desenvolver empreendimentos imobiliários e de serviços ao longo do trecho e minimizar a ociosidade de trechos ferroviários. O estudo de viabilidade da retomada está pronto e foram escolhidas 14 ligações ferroviárias (Tabela 2.4), com distância de até 200 km entre as cidades atendidas para se iniciar o projeto (MT, 2009).

**Tabela 2.4 – As 14 ligações ferroviárias escolhidas**

<b>Estado</b>	<b>Trecho</b>
BA	Cons. Feira – Salvador - Alagoinhas
MA/PI	Codó – Teresina - Altos
MG	Belo Horizonte - Conselheiro Lafaiete / Ouro Preto
MG	Bocaiúva – Janaúba
PE	Recife – Caruaru
PR	Londrina – Maringá
RJ	Campos – Macaé
RJ	Niterói – Itaboraí
RS	Bento – Caxias
RS	Pelotas – Rio Grande
SC	Itajaí – Rio do Sul
SE	São Cristóvão – Laranjeiras
SP	Campinas – Araraquara
SP	São Paulo – Itapetininga

(Fonte: MT, 2009)

Nesses trechos o BNDES investirá R\$ 1 bilhão, financiando até 70% dos projetos para melhoria das linhas, das estações e dos acessos. No entanto, o governo garante que não haverá limite de recursos para a reativação do transporte ferroviário (MT, 2009).

#### **2.4.4 Setor industrial ferroviário brasileiro**

Além de investimentos públicos, atualmente empresas particulares vêm investindo no setor ferroviário. Um grande exemplo é a companhia Bom Sinal Indústria e Comércio, sediada na cidade de Barbalha no Estado do Ceará. Presente no mercado há mais de 10 anos, a fábrica produzia inicialmente carteiras escolares, móveis para hospitais e assentos para estádios. Em 2004, a empresa inovou reformando carros de passageiros do metrô de Fortaleza e chamou a atenção do ex-governador Lúcio Alcântara (BOM SINAL, 2011).

Instigado, Lúcio lançou um desafio à empresa: construir trens para que dessa forma a linha férrea de 13 km de extensão, que cruza as cidades de Juazeiro do Norte e Crato, voltasse a funcionar. O Trem do Cariri (Figura 2.4), como foi apelidado, foi inaugurado em 1º de dezembro de 2009, e, desde então, a empresa tem se destacado pela fabricação de Veículos Leves sobre Trilhos (VLT) (BOM SINAL, 2011).



**Figura 2.4 – Trem do Cariri (BOM SINAL, 2011)**

Seus Veículos Leves sobre Trilhos (VLT) são fabricados em grande parte com tecnologia nacional e possuem as seguintes características: motorização a diesel; tração diesel-hidráulica; construído em aço galvanizado; sistema bidirecional; e, com ar condicionado. Outra característica que tem agradado seus compradores diz respeito às bitolas métricas<sup>4</sup>, medida que não é padrão entre fornecedores. Seu sucesso, porém, se deve principalmente ao fato de produzir um trem de qualidade a um preço relativamente barato. Levantamento recente realizado pela empresa apontou custos mais baixos de R\$ 1 milhão por carro de passageiros da Bom Sinal comparado com um importado, sem contar o valor do frete cobrado por empresas internacionais.

Isso tudo fez com que a carteira de pedidos da empresa aumentasse consideravelmente nesse último ano, chegando a fechar muitos contratos - VLT de Fortaleza (CE), Sobral (CE), Recife (PE), Maceió (AL), Arapiraca (AL) e Macaé (RJ) – e aumentando a esperança dos defensores de ferrovias do País (BOM SINAL, 2011).

Segundo notícias recentes, a popularidade da empresa cresceu tanto que a empresa alemã Vossloh, também fabricante de Veículos Leves sobre Trilhos (VLT), mostrou interesse em negociar a compra do controle da Bom Sinal. No entanto, até o momento a Bom Sinal ainda se manifestou sobre o assunto (CARIRI, 2011).

## **2.5 COMENTÁRIOS GERAIS DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE PASSAGEIROS**

Da revisão bibliográfica do Transporte Ferroviário de Passageiros – Capítulo 2 – pode-se concluir:

Em relação às características do transporte ferroviário de passageiros, o modo de transporte rodoviário é mais eficiente em relação aos custos de implantação e manutenção, quando comparado às ferrovias. Essa constatação poderia explicar o aporte de recursos públicos direcionados para o modo rodoviário historicamente no Brasil. No entanto, acredita-se que quando se considera os custos ambientais e sociais implícitos em sistemas ferroviários de passageiros o alto custo de implantação e

---

<sup>4</sup>Bitola igual a 1.000 mm, sendo mais estreita que a bitola internacional ou padrão de 1.453 mm.

manutenção desses serviços passa a ser justificável para a melhoria da qualidade de vida nas regiões urbanas.

Os serviços ferroviários de passageiros e seus desdobramentos são utilizados em vários países desenvolvidos, particularmente na Europa, pioneira nesse modal. Nesse continente o trem regional é visto como um sistema de conexão territorial e essencial para uma boa ocupação e uso do solo, desafogando os grandes centros urbanos.

No passado, o Brasil tentou acompanhar a evolução dos sistemas sobre trilhos dos outros países e obteve sucesso por certo período. Posteriormente, os governos passaram a destinar grandes somas de recurso para investimentos no setor rodoviário e as ferrovias ficaram estagnadas. Trata-se de um cenário paradoxal, pois, apesar da evolução de tecnologias de veículos e de infraestrutura ferroviária, tem-se hoje uma sobrecarga e saturação dos sistemas urbanos rodoviários.

Na tentativa de mudar esse cenário o Governo decidiu empregar o processo de desestatização das ferrovias, o que produziu alguns resultados positivos, tais como: ganhos de desempenho operacional, melhoria dos indicadores financeiros, maior quantidade e qualidade dos serviços oferecidos pelas empresas, reaquecimento da indústria ferroviária, entre outros. No entanto, esperava-se alcançar mudanças com a privatização que levariam ao incentivo da multimodalidade, pois uma das suas consequências seria a redução das tarifas que possivelmente provocaria um acirramento da concorrência. Porém, isso não ocorreu até porque nem se conseguiu recuperar as ferrovias como se imaginava.

Com o tempo o transporte ferroviário de passageiros passou a operar somente nos períodos ociosos e depois foi praticamente abandonado. Hoje, o sistema sobre trilhos representa apenas 1,37% (CNT, 2011) da matriz de passageiros, mas há esperanças que o Brasil chegue ao nível dos sistemas ferroviários dos outros países. Atualmente o setor ferroviário vive a expectativa de que o Governo Federal formule uma visão estratégica para as questões de infraestrutura de transporte, com a devida atenção para o modal ferroviário.

Para isso, ter-se-á que encarar algumas dificuldades atuais advindas do histórico do transporte ferroviário de passageiros brasileiro, tais como: ferrovias antigas e com traçados antieconômicos, curvas de pequeno

raio, rampas com taxa excessiva e bitolas diferentes. Obstáculos como a má conservação da via permanente, as invasões na faixa de domínio e a quantidade excessiva de passagens de nível, geram problemas sérios em relação à segurança e à velocidade com que se consegue fazer a movimentação dos vagões. Tais obstáculos acarretam em custos mais altos e conseqüentemente em maiores preços para o setor.

Além disso, também é necessária uma integração concreta e equilibrada entre os diversos modos de transporte. Para isso é imprescindível a melhoria dos modais, individualmente, introduzindo novas tecnologias para resolver os problemas nacionais de transporte.

Concluindo, o setor ferroviário ainda tem muitas necessidades a serem sanadas para que as ferrovias alcancem a participação esperada na Matriz de Transportes e reduzam o Custo Brasil.



## CAPÍTULO 4 - ESTIMATIVA DE DEMANDA POR TRANSPORTES

Existe demanda para os sistemas de transporte sobre trilhos no Brasil? Como medir essa demanda? Quais são os tipos de modelo de previsão de demanda em transportes? Quais as inconveniências e conveniências de cada método? Como os outros países estimam a demanda de seus sistemas de transporte de passageiros? Neste capítulo são apresentados alguns aspectos relevantes à Estimativa de Demanda de Transportes. A abordagem do presente capítulo é feita com a exposição inicial de alguns conceitos sobre a demanda por transportes e suas características – **item 3.1**. Em seguida, é introduzido o tema de estimativa de demanda por transportes – **item 3.2** –, bem como os modelos de previsão de demanda existentes – convencional e comportamental, **item 3.3 e item 3.4** - e os últimos avanços nessa área – **item 3.5**. No **item 3.6** são levantadas as técnicas para coleta de dados que alimentem os modelos comentados e no **item 3.7** é visto algumas aplicações práticas desses modelos e técnicas. Enfim, no **item 3.8** são feitos alguns comentários sobre essa revisão bibliográfica a fim de juntar subsídios para a elaboração do procedimento metodológico proposto nesse trabalho.

### 3.1 DEMANDA POR TRANSPORTES

#### 3.1.1 Considerações iniciais

Um sistema é um conjunto de elementos que interagem para desempenhar uma tarefa ou um objetivo pré-determinado, por exemplo, o sistema de atividades de uma zona urbana pode ser considerado como o conjunto de subsistemas, tais como: comércio, saúde, educação, indústria, transportes, serviços, entre outros. No caso dos sistemas de transporte, estes desempenham o papel de conectar e integrar funções realizadas em diferentes partes de uma localidade através da mobilização de pessoas e bens, permitindo, então, o desenvolvimento econômico e social das cidades, estados, países, etc. (MOLINERO, ANGEL & ARELLANO e IGNACIO, 1996).

O planejamento dos sistemas de transportes públicos é baseado especificamente na comparação da oferta com a procura, levando em consideração os anos de horizonte de projeto. Isso permite prever os investimentos necessários em infraestrutura e equipamentos, além de determinar a ordem de prioridade no atendimento da demanda por

transportes (MOLINERO, ANGEL & ARELLANO e IGNACIO, 1996).

### **3.1.2 Conceito**

Em uma visão geral, demanda pode ser explicada como sendo o volume de bens ou serviços que a sociedade está disposta a adquirir mediante um preço, em determinado período de tempo em certa área geográfica (WERNER, 2004). Adaptando essa visão para o setor de transportes, tem-se que demanda de transportes é a quantidade de pessoas que possuem o desejo de deslocar a si próprio, outras pessoas ou mercadorias de um lugar para outro em um determinado dia e horário através de uma despesa “x” (EESC/USP, 2011). Ou seja, seria o equivalente a “procura” por sistemas de transportes.

É importante destacar que os desejos por produtos ou serviços específicos só são computados como demanda quando estes realmente forem respaldados pela habilidade e disposição para comprá-los (KOTLER e ARMSTRONG, 1998 apud VERRUCK, BAMPI e MILAN, 2009). Ou seja, a demanda de transportes não seria a quantidade de pessoas que simplesmente desejam utilizar uma determinada rota ou modalidade de transporte, mas sim a quantidade de pessoas que possuem esse desejo apoiados por poder de compra.

Como raramente alguém se locomove apenas pelo prazer de se locomover, pode-se dizer que a demanda de transportes geralmente é motivada pela necessidade das pessoas de realizarem outras atividades, tais como: trabalho, estudo, compras, turismo, lazer, etc. Logo, “a demanda de transportes é o tronco para a interação entre atividades sociais e econômicas dispersas no espaço” como afirma Medeiros (2007).

Segundo Kanafani (1983) apud Mendonça (2008):

“a diversidade dos padrões da interação socioeconômica e a complexidade resultante na evolução da necessidade de transporte indicam que as análises formais e sistemáticas são essenciais para entender as relações entre a distribuição espacial das atividades e transporte”.

Identificar esses determinantes da demanda e a maneira como eles interagem e afetam a evolução do volume de viagens (Ferreira, 1999)

não é uma tarefa fácil. Para isso, precisa-se primeiramente entender as características e os tipos de demanda envolvidos na área de transportes e que são explicados a seguir.

### 3.1.3 Características

A demanda de transporte tem como característica ser (CAMPOS, 2007):

- a) **diferenciada:** a demanda varia de acordo com a hora do dia e com o dia da semana, com o propósito da viagem, com o tipo de transporte oferecido, etc.;
- b) **derivada:** as pessoas viajam para satisfazer uma necessidade em seu destino;
- c) **concentrada:** a demanda é sempre maior nos horários de pico.

Ainda no âmbito de transportes, Queiróz (2009) menciona dois tipos de demanda:

- a) **demanda transferida:** mede o potencial de atração sobre usuários que utilizam outros modais concorrentes;
- b) **demanda induzida ou gerada:** são os usuários que anteriormente não realizavam viagens no sistema de transporte da região – demanda reprimida -, mas em função do novo projeto de transportes se sentem estimulados a fazer tais deslocamentos.

A demanda reprimida acontece quando as pessoas se vêem impedidas de satisfazer sua demanda por transportes, quer seja pela inexistência daquela viagem específica, ou até mesmo por não ter condições de pagar o preço da tarifa do meio de locomoção existente. A demanda reprimida pode ser satisfeita tão logo seja removido o impedimento (EESC/USP, 2011).

Em regiões com sistemas de transporte consolidados, os usuários tendem a se adaptar a uma oferta existente e, por isso, muitas vezes não são levadas em conta as viagens que não foram feitas por falta de transporte. No entanto, isso leva a um problema de comparação da demanda real com uma demanda observada e uma demanda latente que poderia fazer viagens se a oferta fosse suficiente ou atraente. Esta situação geralmente não é considerada no processo de predição da demanda, mas é recomendável caso se necessite fazer uma análise

rigorosa (MOLINERO, ANGEL & ARELLANO e IGNACIO, 1996).

### **3.2 ESTIMATIVA DE DEMANDA POR TRANSPORTES**

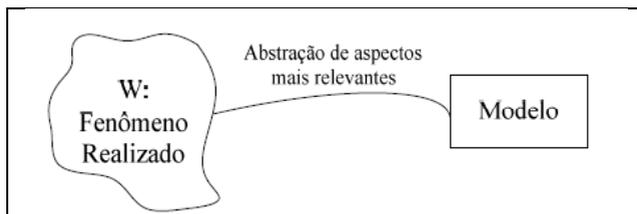
Como citado anteriormente, as previsões de demanda por transportes desempenham papel-chave no planejamento de transportes de uma região ou de uma cidade. Elas são essenciais à operacionalização de diversos aspectos do planejamento e gerenciamento de produção, bem como no estabelecimento de prioridades no atendimento e dimensão da oferta de transportes. Pode ainda indicar a quantidade e a localização, atual ou futura, da população beneficiada por um determinado projeto de transporte, objeto desse estudo.

Encontrar o equilíbrio entre a oferta do serviço e a sua demanda real é um desafio, especialmente para o ramo de serviços de transporte público. Esse equilíbrio é delicado, uma vez que variações entre a demanda real e sua previsão são inevitáveis. Pode-se dizer que sempre haverá um erro de previsão. No entanto, dependendo da dimensão desse erro, os impactos podem ser bastante prejudiciais para o processo de planejamento e até mesmo comprometer a viabilidade do empreendimento. Erros de superestimativa de demanda podem gerar desperdício de recursos, uma vez que a aplicação de capital em certo investimento não será compensada pela receita obtida através da demanda. Já na subestimativa de demanda, podem ocorrer perdas de receita e inconveniências operacionais por parte das empresas e queda no nível de serviços para os usuários daquele modal.

Para se alcançar uma maior compreensão da realidade estudada e analisar a demanda por transporte são utilizados modelos. De acordo com Ortúzar e Willumsen (1994), modelo é uma representação simplificada das características mais relevantes de um fenômeno ou de uma situação real, que busca abstrair maior clareza conceitual destes, reduzindo suas variedades e complexidades a níveis que permitam compreendê-los e possibilitem a sua análise de um ponto de vista particular (Figura 3.2).

Desse modo, além de representar a realidade, essa ferramenta permite prever posteriores alterações (COSTA, SANTOS e YAMASHITA, 2008) através do uso de combinações matemáticas, computacionais, comportamentais, entre outros. Segundo Novaes (1986) apud Mendonça (2008), esses modelos podem ser utilizados para previsões de curto

prazo com análise da situação presente, de médio e longo prazo com projeções detalhadas de variáveis socioeconômicas e ainda, de longo prazo envolvendo planejamento regional e de uso do solo.



**Figura 4.1 – Relação realidade-modelo (ORTÚZAR e WILLUMSEN, 1994)**

Tem-se como vantagem na modelagem em transportes a possibilidade de se facilitar o processo de previsão de demanda em situações de estabilidade socioeconômica. Como principal desvantagem tem-se o fato de não conseguir acompanhar situações de rápidas mudanças nos setores econômicos, sociais e tecnológicos (LOPES FILHO, 2003 e LEMES, 2005).

Como fatores determinantes para a previsão de demanda, Kuyven e Cunha (2001) citam: (i) geográfico, (ii) circunstâncias econômicas do local analisado, (iii) níveis de preços do produto, (iv) climático, (v) valor reconhecido do produto pelo cliente, (vi) nível de saturação do produto no mercado.

De forma geral, pode-se dizer que as características da demanda por transportes são basicamente de origem socioeconômicas (ORTÚZAR E WILLUMSEN, 1994). Ou seja, a concentração de população e atividades econômicas são os principais responsáveis pelo incremento ou redução da demanda por transporte (TERRABUIO JUNIOR, 2010).

Mais particularmente, pode-se citar como fatores importantes para a definição de variáveis a serem estudadas na estimativa de demanda: o comportamento da viagem e distância a ser percorrida (MENDONÇA, 2008). De acordo com Kanafani (1983) apud Mendonça (2008), os motivos de viagem do transporte urbano são, em sua maioria, estudo/trabalho e possuem como característica marcante as viagens rotineiras, enquanto que as pessoas realizadoras de viagens no sistema interurbano geralmente têm o objetivo de visitar parentes, turismo ou negócios pessoais. Quanto à distância, Kanafani (1983) apud Mendonça

(2008) afirma que para percursos menores que 100 km entre uma cidade a outra, os comportamentos são bastante semelhantes com os do transporte urbano.

Morlok (1987) apud Terrabuio Junior (2010) acredita que os modelos de previsão de demanda por viagem urbana são diferenciados, pois, ao contrário dos demais, possuem uma complexidade de equações. Como existem muitos modais e rotas disponíveis para satisfazer o mesmo propósito de viagem, o modelo de previsão para viagem urbana traz a necessidade da utilização conjunta de uma série de equações distintas e não de uma única equação (TERRABUIO JUNIOR, 2010).

O modelo mais convencional para se estimar demanda por transportes e amplamente usado nas décadas de 60 e 70 é o modelo “4 etapas”, conhecido como “abordagem tradicional”. Mais recentemente, foram criados modelos baseados nas escolhas individuais provenientes dos diferentes comportamentos humanos.

### **3.3 MODELO CONVENCIONAL**

McNally (2000) considera que a publicação de Ortúzar e Willumsen (1994) é a que melhor descreve o modelo “4 Etapas” de planejamento de transportes, também conhecido como *Urban Transportation Planning System* (UTPS). Segundo Ortúzar e Willumsen (1994), os modelos convencionais nasceram após anos de experimentação na década de 60 e tinham como objetivo a simplificação do problema dividindo-o em partes menores. Apesar do aperfeiçoamento das técnicas de modelagem até a década de 80, o modelo permaneceu praticamente inalterado e a divisão do problema é realizada por meio do que se imaginava ser a sequência de decisão do usuário (Figura 3.3).

Observando-se a Figura 3.3, percebe-se que o modelo inicia-se com a composição da base de dados formada pela rede viária e pelo zoneamento, pelos dados referentes ao ano-base e pelas variáveis previstas para o ano-horizonte, obtidas nos modelos calibrados. Os dados do ano-base incluem variáveis socioeconômicas da população em cada zona da área estudada e informações sobre o sistema de transportes. De acordo com Mendonça (2008) é um modelo que geralmente utiliza dados agregados das variáveis associadas às características socioeconômicas e demográficas das zonas de tráfego de

áreas urbanas. Entretanto, o nível de agregação dos dados nessas áreas depende do estudo realizado, ou seja, além da divisão por zonas, há também domiciliar e individual (Carneiro, 2005).

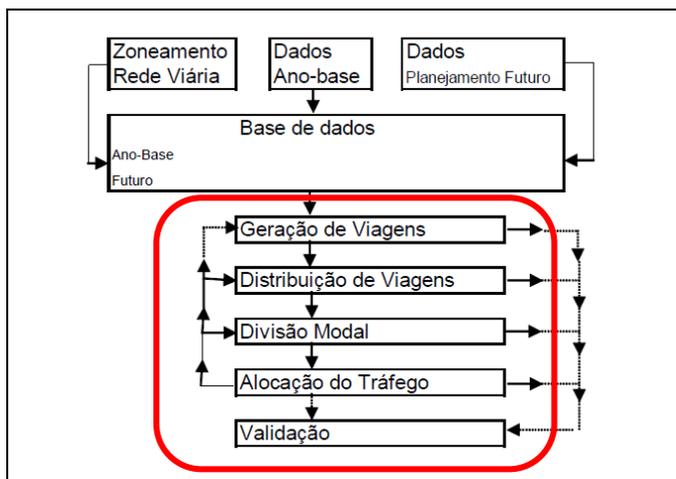


Figura 4.2 – Modelo Convencional (ORTÚZAR e WILLUMSEN, 1994)

Esse modelo “clássico” é representado como uma sequência de quatro submodelos, conforme é apresentado na Tabela 3.1.

Tabela 4.1 – Modelo convencional

Etapa do Planejamento	Resultado
Geração de Viagens	$P_i, A_j$ : Total de produção na zona $i$ e total de atrações na zona $j$
Distribuição de Viagens	$T_{ij}$ : número de viagens produzidas na zona $i$ e atraídas à zona $j$ (fluxos interzonais)
Divisão Modal	$T_{ijm}$ : fluxos interzonais pelos modos de transporte $m$
Alocação de Viagens	$T_{ijmr}$ : fluxos interzonais pelos modos de transporte $m$ , utilizando a rota $r$

(Fonte: LOPES FILHO, 2003)

Uma desvantagem desse modelo é que muitas vezes a sequência das

etapas pode não representar fielmente as decisões do usuário, não atendendo a diversos problemas no que tange ao planejamento em transportes. Todavia, apesar dessas críticas, essas etapas ainda são bastante utilizadas em contínuo ou até mesmo em separado (MENDONÇA, 2008).

### **3.3.1 Técnicas de geração de viagens**

Como mencionado anteriormente, os modelos de geração de viagens têm como objetivo prever o número total de viagens produzidas e atraídas em cada zona de análise, dentro da região de estudo, para um dia típico do ano de projeto. A relevância desse modelo está no fato de que os seus resultados são o ponto inicial de todo o processo de planejamento dos transportes. Por isso, deve-se tomar cuidado para que o resultado desta etapa seja o mais preciso possível, uma vez que ele vai ser utilizado nas etapas posteriores.

Bons resultados dependem principalmente de três fatores: da quantidade e da qualidade dos dados e da forma estrutural dos modelos (OLIVA, CYBIS e PRETTO, 2001). Esses dados dizem respeito às relações observadas entre as características das viagens e informações sobre as atividades socioeconômicas da população (LOPES FILHO, 2003 e LEMES, 2005). É essencial que primeiramente se compreenda os atuais fatores que determinam a produção e atração de viagens antes de avaliar a natureza das futuras demandas de viagens (BRUTTON, 1979 apud LEMES, 2005).

Ortúzar e Willumsen (1994) definem como fatores que influenciam na produção de viagens: renda, propriedade de automóvel, estrutura do domicílio, tamanho da família, valor do solo, densidade residencial, acessibilidade, entre outros. Já a atração de viagens é influenciada pelos seguintes fatores: número de empregos ofertados e nível de atividade comercial (ORTÚZAR e WILLUMSEN, 1994). Esses dados combinados por meio de relações matemáticas com informações dos padrões do uso do solo e a capacidade do sistema de transporte existente resultam na previsão do número total de viagens que iniciam ou terminam em cada zona de tráfego (MENDONÇA, 2008).

Desde o início da década de 50, várias técnicas foram propostas para modelar a geração de viagens, entre elas, Ortúzar e Willumsen (1994) destacam: modelos de fator de crescimento; modelos de classificação

cruzada; e, modelos de regressão linear. Sendo que todas seguem o procedimento básico de: identificação dos fatores determinantes do ano base; determinação do modelo a ser utilizado; calibração do modelo; projeção dos dados socioeconômicos para o ano de projeto; aplicação do modelo calibrado; determinação das viagens futuras (MENDONÇA, 2008). Resultando em uma equação para a produção e outra para atração de viagens da seguinte forma (Equação 3.1):

$$Y = \alpha + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \dots + \beta_n \cdot X_n \quad (\text{Equação 3.1})$$

Onde:

- $Y$  = é a variável dependente (ou seja, número de viagens produzidas ou atraídas por modo e propósito);
- $X_1 \dots X_n$  = são as variáveis independentes relacionadas, por exemplo, o uso do solo ou características socioeconômicas e/ou capacidade do sistema;
- $\beta_1 \dots \beta_n$  = são os coeficientes das respectivas variáveis independentes;
- $\alpha$  = é uma constante cuja finalidade é representar a parcela de  $Y$  que não foi explicada pelas variáveis independentes.

De acordo com Taco et al. (1997), os modelos de geração de viagens aqui citados apresentam algumas restrições: necessitam de uma grande quantidade de dados para realização da modelagem, impossibilitando a atualização dos mesmos de uma forma rápida e contínua pelo seu alto custo operacional; demonstram um nível de análise tipicamente estático, já que não apresentam recursos que possibilitem captar com rapidez as mudanças urbanas relativas ao uso do solo; dificuldade de isolar os efeitos de todas as variáveis sobre o número de viagens geradas devido ao comportamento divergente das pessoas, o que dificulta o estabelecimento de uma forma única que seja capaz de representar a geração de viagens para diferentes pessoas ou grupos. Essas restrições tornam complexa a modelagem e, evidentemente, o tratamento dos problemas de transportes.

### 3.3.2 Técnicas de distribuição de viagens

O segundo passo do modelo 4 Etapas, diz respeito à distribuição do número de viagens entre pares de zona de tráfego, através do somatório

de linhas e colunas da matriz de origem/destino (O/D). Assim, o modelo de distribuição de viagens fornece os totais de viagens produzidos ( $P_i$ ) e de viagens atraídas ( $A_j$ ) por zonas de tráfego, determinando a parcela destas viagens ( $t_{ij}$ ) entre as  $n$  zonas de tráfego conforme mostra a Figura 3.4 (CAMPOS, 2007):

$I/j$	$z_1$	$z_2$	-----	$z_{n-1}$	$z_n$	Produção
$z_1$	$t_{11}$	$t_{12}$	-----	$t_{1,n-1}$	$t_{1n}$	$P_1$
$z_2$	$t_{21}$	$t_{22}$	-----	$t_{2,n-1}$	$t_{2n}$	$P_2$
----	-----	-----	-----	-----	-----	----
$z_{n-1}$	$t_{n-1,1}$	$t_{n-1,2}$	-----	$t_{n-1,n-1}$	$t_{n-1,n}$	$P_{n-1}$
$z_n$	$t_{n1}$	$t_{n,2}$	-----	$t_{n,n-1}$	$t_{n,n}$	$P_n$
Atração	$A_1$	$A_2$	----	$A_{n-1}$	$A_n$	

Figura 4.3 – Matriz de viagens (CAMPOS, 2007)

A distribuição de viagens é baseada na potencialidade de cada zona de gerar e atrair viagens, e na distância, tempo ou curso de transporte entre cada par de zonas de origem/destino. De forma geral, os modelos podem ser definidos pela Equação 2 (CAMPOS, 2007):

$t_{ij} = f$  (variáveis socioeconômicas dentre  $i$  e  $j$ ; viagens produzidas em  $i$ ; atraídas para  $j$ ; separação espacial ou custo entre  $i$  e  $j$ ) (Equação 3.2)

Onde:

- $t_{ij}$  = número de viagens entre  $i$  e  $j$  no intervalo de tempo considerado.

Bruton (1979) apud Lemes (2005) distingue dois grupos de modelos de distribuição de viagens:

- a) **métodos análogos:** método do fator uniforme de crescimento, método do fator de crescimento restringido simples, método do fator de crescimento duplamente restringido ou método de Fratar;
- b) **métodos sintéticos:** modelos gravitacionais.

Os primeiros são os mais simples e mais antigos, e usam fatores de crescimento para reproduzir o padrão de viagens no ano-base para um

ano-horizonte específico. Neste método, um determinado fator é empregado para multiplicar todas as viagens interzonais existentes, produzindo estimativas dos movimentos interzonais futuros. Segundo Ortúzar e Willumsen (1994), os métodos de fator de crescimento utilizam um procedimento de previsão da demanda futura baseado em uma matriz O/D histórica anterior e, por isso, são fáceis de entender e aplicar.

Os resultados são significativos quando se faz uma previsão de curto prazo ou para áreas que têm uma estrutura de desenvolvimento estável. Entretanto, de acordo com Mendonça (2008), estes modelos precisam dos mesmos dados de modelos mais sofisticados para produzirem resultados menos pontuais, além de, não indicarem as principais variáveis ou as causas dos deslocamentos de pessoas dentro de uma área de estudo antes da previsão dos padrões de viagens. Em geral, também não produzem viagens no futuro entre um par de zonas onde atualmente a frequência de viagens é nula e não levam em conta modificações no uso do solo (GERMANI et al., 1973). Logo, seu uso é restrito para planejamento previsões de poucos anos, não indicado para análise de opções envolvendo novos modos de transporte, novos *links*, políticas de preço ou novas zonas de tráfego (CAMPOS, 2007).

Já os métodos sintéticos estabelecem uma relação causal entre os movimentos interzonais e as leis físicas, projetando padrões futuros de viagens. Como exemplo tem-se o Modelo Gravitacional que se baseia em conceitos da teoria Newtoniana: “a força de atração entre dois corpos é diretamente proporcional ao produto das massas dos dois corpos e inversamente proporcional ao quadrado das distâncias entre eles”. Conforme Bruton (1979) apud Lemes (2005), o pressuposto do modelo é que os fluxos de viagens numa região ocorrem em função das características de produção e atração das zonas de origem e de destino e da resistência à sua realização – impedância.

A sua aplicação em transporte considera a hipótese de que o número de viagens produzidas pela zona *i* e atraída pela zona *j* é proporcional: ao número total de viagens produzidas pela zona *i*; ao número total de viagens atraídas pela zona *j*; a uma função de impedância que relacione a separação espacial ou custo de viagem entre as zonas de tráfego. Diversas medidas de impedância têm sido utilizadas para indicar o grau de separação entre zonas, dentre elas têm-se: distância de percurso, tempo de viagem e custo de viagem (CAMPOS, 2007).

Atualmente esse modelo é mais usado que os métodos de fator de crescimento, visto que é relativamente simples de ser manuseado com uma interpretação lógica das causas dos padrões de viagem. Também possui as seguintes vantagens: utilizam estudos de uso do solo; não requerem uma pesquisa de O/D completa; e, consideram fatores socioeconômicos das zonas (GERMANI et al., 1973).

### 3.3.3 Técnicas de divisão modal

A terceira etapa do modelo 4 Etapas de planejamento de transportes diz respeito a divisão proporcional das viagens realizadas pelas pessoas, entre diferentes modos de transporte. Ou seja, é feita a divisão do número total de viagens, entre viagens realizadas por transporte público e transporte privado, ou ainda entre diferentes modalidades de transportes tais como: automóvel, ônibus, trem, avião, etc.

Para isso, são utilizados modelos matemáticos baseados no comportamento das pessoas para analisar e prever as escolhas dos usuários acerca dos modos de transporte (CALIPER, 1996 apud LOPES FILHO, 2003). As correlações obtidas nesses modelos usualmente são representadas por equações matemáticas de variáveis independentes. De forma geral, as variáveis independentes utilizadas nesses modelos correspondem aos fatores que influenciam a escolha do modo de transportes e, conforme Ortúzar e Willumsen (1994) podem ser classificadas em três grupos:

- a) **características do usuário:** densidade residencial e de empregos, renda familiar, estrutura domiciliar, posse de veículos, etc.;
- b) **características da viagem:** motivo da viagem, hora do dia e dia da semana em que a viagem é realizada, extensão do percurso, etc.;
- c) **características do sistema de transporte:** tempo e custo de viagem, condição de conforto, grau de acessibilidade, preço do estacionamento, etc.

Com relação à utilização dos modelos de divisão modal, de acordo com Lopes Filho (2003), eles podem ser: modelos de geração direta, modelos anteriores à distribuição das viagens, e modelos posteriores à distribuição das viagens.

Os modelos de geração direta fazem a divisão modal das viagens concomitantemente com as etapas anteriores. Ou seja, a geração e distribuição das viagens já são feitas por modo de transporte. Segundo Ortúzar e Willumsen (1994), a abordagem sequencial pode acumular erros crescentes em cada etapa, enquanto que a abordagem direta não sofre desse problema. Cabe ainda ressaltar que se pode incluir atributos de competição entre modos e uma ampla extensão do nível de serviço e de variáveis de atividade no modelo (ORTÚZAR e WILLUMSEN, 1994). O que torna como vantagem da técnica seu uso em áreas onde as zonas são grandes como nos estudos interurbanos e como desvantagem o grande número de parâmetros a ser considerado nos cálculos (LOPES FILHO, 2003).

Já os modelos anteriores à distribuição das viagens são também chamados de modelos de pré-distribuição, pois nesses modelos a divisão das viagens pelos diversos modos é feita logo após os estudos de geração. Estes modelos geralmente não levam em conta as características da viagem e dos modos, assim mudanças significativas nos sistemas de transportes não influenciam nos resultados do padrão de viagens da população por modalidade utilizada (GERMANI et al., 1973). Dessa maneira, ele é indicado somente para o uso em pequenas áreas ou em áreas onde os transportes coletivos são pouco utilizados (GERMANI et al., 1973).

Por fim, os modelos posteriores à distribuição das viagens são aqueles que são utilizados logo após a etapa de distribuição de viagens, seguindo a sequência correta do Modelo 4 Etapas. O modelo mais usado de pós-distribuição é o modelo sintético, no qual se pode gerar modelos de distribuição e de escolha modal através de uma função Logit. A conveniência dessa aplicação é que dessa forma pode-se incluir características da viagem e de modos alternativos associados a essa viagem (LOPES FILHO, 2003).

Por outro lado, muitas vezes é difícil de incluir as características do viajante, visto que as mesmas já podem ter sido agregadas na matriz de viagens (LOPES FILHO, 2003). Ortúzar e Willumsen (1994) acreditam que, como os modelos são agregados, eles são improváveis de modelar corretamente as restrições e características dos modos disponíveis para os indivíduos. De modo que nos dias atuais os mesmos estão sendo substituídos por modelos desagregados, que respondem melhor aos elementos-chaves da escolha modal e fazem um uso mais eficiente de

esforços de coleta de dados.

### 3.3.4 Técnicas de alocação de viagens

A atribuição das viagens em uma rede viária ou de transportes públicos consiste no processo de se alocar os totais de viagens entre os pares de zona aos caminhos pré-determinados para a realização dessas viagens no que tange tanto aos cenários atuais quanto aos de planejamento futuro.

Segundo Lopes Filho (2003), os dados de entrada no modelo de alocação são: a matriz de fluxos que indica o volume de tráfego entre pares de origem e destino; uma rede, normalmente composta por *links* e seus atributos; e, princípios ou regras na seleção de rotas que possam ser pertinentes ao problema em questão. Os fluxos para cada par O/D são carregados na rede baseados no tempo, na distância ou no custo de viagem, ou ainda na impedância das rotas alternativas que poderiam transportar esse tráfego (LOPES FILHO, 2003). Assim, os processos de alocação do tráfego exigem que seja cadastrada a malha viária, medido o tempo total de viagem - composto pelo somatório dos tempos de espera na parada, de acesso ao sistema, dentro do veículo e/ou de eventuais transbordos - e a capacidade de cada trecho da rede (LEMES, 2005).

Os métodos específicos para identificação de rotas e alocação de fluxos em redes de transportes procuram seguir basicamente os critérios definidos por Wardrop (1952) apud Ortúzar e Willumsen (1994), também chamados de princípios extremos, que são: os tempos de viagem nas rotas utilizadas são iguais ou menores que aqueles que poderiam ser experimentados por um único veículo em qualquer outro caminho não usual; e, o tempo médio global de viagem de todos os motoristas é mínimo. A aplicação desses princípios envolve dois importantes problemas de alocação de fluxos em rede: a determinação da rota de menor custo - tempo - na rede; a minimização do custo total na rede (CAMPOS, 2007).

De acordo com Caliper (1996) apud Lopes Filho (2003), dentre os métodos de alocação de tráfego tem-se:

- a) **Atribuição All or Nothing (Tudo ou Nada):** Todo o fluxo de um par O/D é atribuído ao caminho mais curto que liga a origem e o destino. Além de utilizar somente um caminho entre todo par O/D, mesmo que existam outros caminhos com custo

ou tempo de viagem semelhante, também não considera problemas de capacidade ou o nível de congestionamento nos arcos, visto que o tempo de viagem é um parâmetro constante não variando com o fluxo no arco.

- b) **Atribuição STOCH (Estoque):** Distribui o fluxo entre os múltiplos caminhos dos pares O/D sendo que a proporção do fluxo nos diferentes caminhos é igual à probabilidade de escolha de cada um deles. Neste método, o menor tempo de viagem de um caminho é comparado com os tempos de viagens dos outros caminhos, no entanto não considera uma análise de volume de tráfego assim como o método anterior.
- c) **Atribuição Incremental:** Os volumes de tráfego são alocados por passos, no qual a cada passo uma proporção da demanda total é atribuída baseada em uma alocação “Tudo ou Nada”. Para cada passo a seguir os tempos são recalculados, baseando-se nos volumes dos trechos. Cabe ressaltar que nos cálculos pode haver inconsistências nos volumes dos trechos e nos tempos de viagens.
- d) **Restrição de Capacidade:** Procedimento no qual primeiro se realiza uma atribuição “Tudo ou Nada” para carregamento de tráfego e, depois, se recalcula os tempos de viagens através de uma função de congestionamento que reflete a capacidade nos arcos. Seus resultados dependem muito do número específico de interações efetuadas. Assim como os métodos já citados, este método não converge para uma solução de equilíbrio.
- e) **Equilíbrio de Usuários:** Neste processo é considerado que todos os viajantes têm conhecimento perfeito de todas as possibilidades de escolhas na rede, o que pode gerar resultados não tão precisos. Como todos os viajantes escolhem as rotas que minimizam seus tempos de viagens e custos, é então feito um processo iterativo para encontrar-se uma solução convergente.
- f) **Equilíbrio de Usuários Estocástico:** É uma generalização do modelo anterior que assume que os viajantes não têm um conhecimento perfeito da rede, consequentemente produzindo resultados mais realísticos.
- g) **Sistemas Ótimos:** Consiste num modelo que reduz o congestionamento da rede indicando a todos os usuários quais rotas eles devem usar ao calcular uma atribuição que minimiza o tempo total na rede. O inconveniente diz respeito à sua difícil aplicação em casos reais.

Ressalta-se ainda que diferentemente da alocação do tráfego de veículos, os problemas de escolha de rota e alocação de passageiros são, em geral, mais difíceis de formular que aqueles das redes que representam malhas viárias (LOPES FILHO, 2003).

### 3.4 MODELOS COMPORTAMENTAIS

Ao contrário da abordagem tradicional, a abordagem comportamental não se baseia na modelagem descritiva, mas sim nos princípios que tangem o comportamento humano (LOPES FILHO, 2003). Especificamente, os métodos tentam explicar a relação entre as necessidades individuais dos usuários com seus deslocamentos dentro do sistema de transporte a partir de conceitos da Teoria do Consumidor<sup>5</sup> (NOVAES, 1986 apud MENDONÇA, 2008). Como regra tem-se que embora as decisões adotadas por um indivíduo em relação à sua preferência tenham fundos subjetivos, elas apresentam padrões comportamentais dentro de determinadas circunstâncias ao longo do tempo (NOVAES, 1986 apud MENDONÇA, 2008).

Sintetizando, os modelos desagregados se baseiam em informações de comportamentos e individuais e, por causa disso, caracterizam-se como uma estrutura inovadora no planejamento de transportes.

Como vantagens da utilização de modelos comportamentais, Lopes Filho (2003) cita: o recurso de representar com maiores detalhes os atributos das redes de transportes estudadas, interferindo, então, no processo de escolha dos modos e das rotas que irão compor os deslocamentos; as etapas de distribuição de viagens e divisão modal podem ser realizadas simultaneamente, o que possibilita a integração de diversos modos de uma rede, cujos custos generalizados de cada rota são função dos links e dos modos utilizados, podendo, ainda, atribuir impedâncias específicas para cada combinação *link/modo*.

Ortúzar e Willumsen (1994) ainda afirmam que os modelos comportamentais, em geral, fazem um melhor uso das informações do que os modelos convencionais, pois são mais flexíveis na representação de variáveis que são relevantes para estudos em transporte e são mais estáveis no espaço e no tempo. Como desvantagem, Caldas (1998)

---

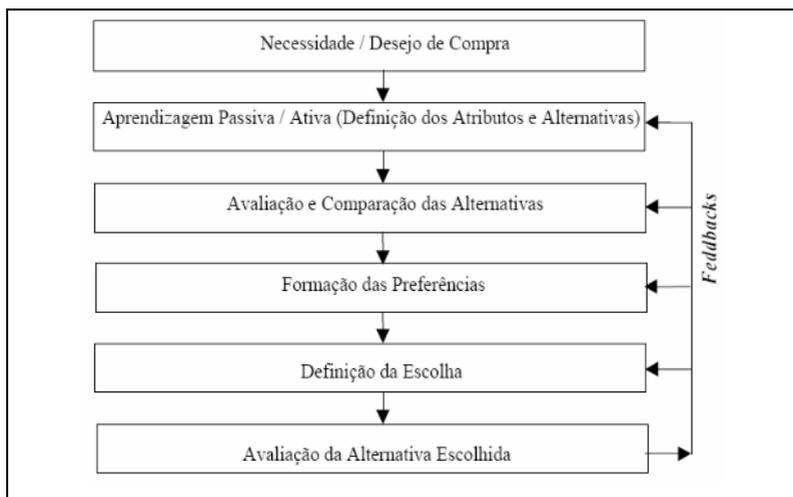
<sup>5</sup>Teoria do Consumidor: o usuário de transporte é considerado um consumidor deste serviço.

afirma que a modelagem comportamental não é uma tarefa fácil, pois envolve fatores subjetivos do comportamento dos indivíduos.

De acordo com Lopes Filho (2003), o processo de decisão individual das viagens segue a seguinte estrutura:

- a) dado certo local geográfico  $i$ , certo período de tempo e certa atividade - trabalho, estudo, compras, turismo, lazer, etc. -, uma pessoa eventual escolhe se vai realizar uma viagem ou não. A probabilidade incondicional de que essa pessoa faça essa viagem é então  $P_i$ , e, portanto, a de não a fazer é  $(1 - P_i)$ ;
- b) após a escolha, a pessoa seleciona um determinado local  $j$  que permita a realização da sua atividade. A probabilidade condicional dessa decisão é  $P_{j/i}$ ;
- c) posteriormente, o viajante decide qual modo de transporte  $m$  irá usar, dentre os vários modos alternativos disponíveis, para se deslocar do local  $i$  para o local  $j$ . A probabilidade condicional dessa escolha é  $P_{m/ij}$ ;
- d) assim, o viajante escolhe uma rota  $r$  entre as disponíveis para viagem. A probabilidade condicional dessa decisão é  $P_{r/ijm}$ .

Também representada pela Figura 3.5:



**Figura 4.4 – Processo de escolha dos consumidores (LOUVIERE, HENSHER e SWAIT, 2000)**

Embora o processo tenha essa proposta de estrutura, a ordem das etapas é aleatória, uma vez que as escolhas ocorrem praticamente de forma simultânea na mente do indivíduo e, assim, torna-se difícil separá-las e ordená-las com exatidão (LOPES FILHO, 2003).

Observando-se o processo apresentado, percebe-se que os modelos comportamentais são probabilísticos. Ou seja, são apresentadas várias opções aos entrevistados, nos quais em cima delas eles fazem escolhas que são utilizadas como informações para o cálculo da probabilidade de escolha de cada alternativa (ORTÚZAR E WILLUMSEN, 1994).

Com isso, para modelar os comportamentos individuais, devem-se medir quantitativamente as preferências qualitativas desses usuários, o que, de acordo com Novaes (1986) apud Mendonça (2008), se formaliza por meio da Teoria da Utilidade. A utilidade é um valor que um determinado indivíduo pode atribuir a um produto ou serviço por meio de uma combinação de fatores tal que esse valor seja máximo para a escolha realizada dentro de um conjunto de opções (SCHMITZ, 2001). A função Utilidade apresenta a seguinte configuração geral (Equação 3.3 de BEN-AKIVA e LERMAN, 1982):

$$V_{in} = \beta_1 \cdot x_{in1} + \dots + \beta_k \cdot x_{ink} \quad (\text{Equação 3.3})$$

Onde:

- $V_{in}$  = é a utilidade da opção i para o indivíduo n;
- $x_{in1} \dots x_{ink}$  = são os valores dos atributos da opção i;
- $\beta_1 \dots \beta_k$  = são os coeficientes do modelo para os atributos x;
- $k$  = é a quantidade de atributos de cada opção.

Logo, a Teoria da Utilidade possui a premissa de que uma viagem individual é gerada por uma alternativa que ofereça a mais alta utilidade. Essa, por sua vez, está vinculada aos fatores ou atributos que compõem o nível de serviço. Em geral, as variáveis são ligadas ao custo, ao tempo, à segurança, ao conforto e à conveniência e geralmente têm seus coeficientes estimados, podendo ser discretas ou contínuas. Os coeficientes das variáveis de serviço servem para refletir a importância relativa de cada atributo (ORTÚZAR E WILLUMSEN, 1994).

Entretanto, apesar da teoria permitir responder por vários indivíduos

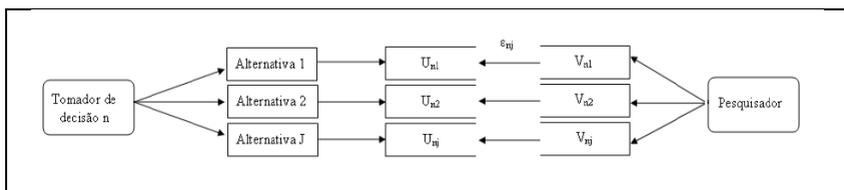
correlatos a uma mesma função de utilidade, os vários indivíduos pertencentes a um mesmo grupo nem sempre têm o mesmo comportamento e fazem as mesmas escolhas (MEDEIROS, 2007). Como solução, a função utilidade incorporou uma componente aleatória para explicar essas irracionalidades da escolha de um indivíduo (Equação 3.4 de BEN-AKIVA e LERMAN, 1982):

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \quad (\text{Equação 3.4})$$

Onde:

- $U_{in}$  = é a utilidade global de uma alternativa  $i$  para um indivíduo  $n$ ;
- $V_{in}$  = é a parcela determinística da alternativa  $i$  para um indivíduo  $n$ ;
- $\varepsilon_{in}$  = termo de erro associado à alternativa  $i$  para um indivíduo  $n$ .

Assim, o termo de erro pode ser definido como a diferença entre a utilidade verdadeira e a estimada (Figura 3.6). Ramos (2004) apud Medeiros (2007) afirma que a interpretação dos termos aleatórios pode ser feita de diversas formas, tanto que a variação da representação do termo de erro vem dando origem a vários modelos comportamentais. Segundo Mendonça (2008), os conceitos estatísticos e matemáticos mais utilizados para a construção de modelos comportamentais são os modelos de regressão de escolha qualitativa: Modelos de Probabilidade Linear (MPL), Logit e Probit.



**Figura 4.5 – Tomador de decisão x pesquisador ( $\varepsilon_{in}$ ) (CIARLINI, 2008)**

Ciarlini (2008) afirma que como o MPL viola certos pressupostos do modelo de regressão linear tradicional, ele não é considerado um modelo convencional ou racional. Nesse caso, sugere-se a aplicação de modelos Logit ou Probit. No modelo Logit a função de probabilidade

acumulada segue uma distribuição logística, enquanto que no modelo Probit, a função de probabilidade acumulada segue uma distribuição normal (CIARLINI, 2008). Como o modelo Logit possui a vantagem frente ao modelo Probit de facilidade de manipulação computacional (MEDEIROS, 2007), acabou se tornando o modelo popular em pesquisas de transporte e, por isso, vai ser visto com mais detalhes adiante.

### 3.4.1 Modelo Logit Padrão

Os modelos de escolhas discreta do tipo *Standard Logit* ou Logit Multinomial (MNL) caracterizaram-se num instrumento simples e eficiente de análise da demanda por transportes através de recursos computacionais e, por isso, estão entre os modelos desagregados mais utilizados em estudos. Para Train (1986), o modelo parte da hipótese de que “o erro de uma alternativa  $i$  não provê nenhuma informação ao analista sobre os erros de uma alternativa  $j$ .” Ou seja, os erros aleatórios são considerados independentes e identicamente distribuídos – hipótese iid.

Portanto, o termo  $\varepsilon_{in}$  da Equação 3.4 é iid para a abordagem do modelo MNL, sendo que a distribuição utilizada é chamada de Gumbel ou valor extremo tipo I. As funções de densidade de probabilidade e cumulativa são então dadas pela Equação 3.5 e 3.6, respectivamente (TRAIN, 2003):

$$f(\varepsilon_{in}) = e^{-\varepsilon_{in}} e^{-e^{-\varepsilon_{in}}} \quad (\text{Equação 3.5})$$

$$F(\varepsilon_{in}) = e^{-e^{-\varepsilon_{in}}} \quad (\text{Equação 3.6})$$

Onde:

- **f(ε<sub>in</sub>)** = função de densidade de probabilidade de (ε<sub>in</sub>);
- **F(ε<sub>in</sub>)** = função de distribuição acumulada de (ε<sub>in</sub>);
- **ε<sub>in</sub>** = termo de erro associado à alternativa  $i$  para um indivíduo  $n$ .

Como o termo  $\varepsilon_{in}$  é independente, a distribuição cumulativa que define a probabilidade de escolha de uma alternativa  $i$  é o produto das

distribuições cumulativas individuais de cada termo  $\varepsilon_{in}$  (Equação 3.7):

$$P_n(i) = \prod_{j \neq i} e^{-e^{(\varepsilon_{in} + V_{in} - V_{jn})}} \quad (\text{Equação 3.7})$$

Como o termo  $\varepsilon_{in}$  não é dado, então  $P_n(i)$  é calculado pela integral da Equação 3.7 (Equação 3.8):

$$P_n(i) = \int \left( \prod_{j \neq i} e^{-e^{(\varepsilon_{in} + V_{in} - V_{jn})}} \right) e^{-\varepsilon_{in}} e^{-e^{-\varepsilon_{in}}} d\varepsilon_{in} \quad (\text{Equação 3.8})$$

A partir da manipulação algébrica da Equação 3.8, considerando também que os termos aleatórios são idênticos, a probabilidade de escolha se resume a Equação 3.9:

$$P_n(i) = \frac{e^{V_{in}}}{\sum_{j \in C(n)} e^{V_{jn}}} \quad (\text{Equação 3.9})$$

Louviere, Hensher e Swait (2000) acredita que o modelo Logit Padrão apresenta algumas limitações, tais como: não existência de separação entre a forma dos componentes de ponderação, os quais definem o papel dos atributos em cada expressão de utilidade; os parâmetros escalares são constantes entre as alternativas; e, as componentes aleatórias não são correlacionadas. De acordo com Train (1986), o modelo Logit não pode ser usado para captar preferências que se modificam sistematicamente com variáveis não observadas ou puramente aleatórias, somente pode ser utilizado no caso de variáveis observadas.

### 3.4.2 A técnica da Preferência Revelada (PR) e Preferência Declarada (PD)

A técnica escolhida para a coleta dos dados que diz respeito ao comportamento dos indivíduos tem uma função bastante importante com relação à quantificação dos resultados desse comportamento, visto que ela produz os dados necessários para alimentar os modelos matemáticos (VIEIRA, 1996). Dentre as técnicas em uso na modelagem comportamental que utiliza o modelo Logit Multinomial, cabe destacar

a técnica de Preferência Revelada (PR) e a técnica de Preferência Declarada (PD) que são vistas com mais detalhes a seguir.

Conforme Medeiros (2007), os dados de PR são caracterizados por escolhas já realizadas pelos usuários de um determinado produto ou serviço, dentre um conjunto de alternativas existentes. Ou seja, essa técnica observa comportamentos reais e representam o equilíbrio atual do mercado, cujas informações são fundamentais na realização da previsão de demanda.

Entretanto, de acordo com Ortúzar e Willumsen (1994), esse método possui algumas limitações:

- a) os atributos que definem a função utilidade podem estar altamente correlacionados, de maneira que impossibilitam a separação dos efeitos na estimativa do modelo;
- b) as variáveis explicativas do modelo geralmente apresentam erros de medição;
- c) dificuldade na coleta de respostas sobre o impacto de políticas recentes nas preferências dos indivíduos, além de não permitir a inclusão de alternativas ainda não existentes no mercado.

Santi (2008) ainda ressalta que a coleta de dados através desta técnica pode ser uma tarefa bastante onerosa e que o método tem necessidade de pesquisas mais amplas. Resultados a partir das pesquisas de PR mostraram-se adequados para prever o comportamento de escolha dos entrevistados, especialmente quando combinados com alguma informação sobre suas PD (SENNÁ, 2011).

O diferencial da técnica de PD é que o comportamento do usuário é analisado com maiores detalhes, usando os dados subjetivos de atitude (MORIKAWA, 1989 apud ALVES, 2005). Para Kroes e Sheldon (1988) apud Santi (2008), a PD é um método para estimar as preferências dos usuários através de escolhas destes a respeito de um conjunto de alternativas desenvolvidas pelo pesquisador que representam situações de transporte. Embora possuam características realísticas, essas alternativas devem ser constituídas de cenários hipotéticos que possam ser imaginadas pelo entrevistado com o intuito de definir o que estes fariam dada uma determinada situação (SANTI, 2008). Logo, pode-se dizer que a PD não trata do comportamento real ou observado, mas sim do comportamento esperado (SANTI, 2008).

De acordo com Permain et al. (1991) apud Brandão Filho (2005), as principais vantagens da utilização de PD podem ser assim destacadas:

- a) permite a detecção das preferências dos indivíduos diante de cenários hipotéticos para o mercado de estudo, o que permite a inclusão de novas alternativas;
- b) permite a manipulação dos atributos e seus valores pelo analista, de modo que os erros provenientes dos dados de PR, referentes aos fatores não observados e à correlação entre as variáveis sejam evitadas;
- c) permite que variáveis qualitativas, tais como conforto e segurança, possam ser incorporadas ao experimento

De acordo com Medeiros (2007), as principais limitações existentes dizem respeito a falhas no modo de resposta do entrevistado, caracterizadas por três aspectos: indiferença do respondente, tendenciosidade da resposta e inércia na escolha. Fora isso, as técnicas de PD têm conseguido prever com sucesso o comportamento de escolha dos entrevistados (MEDEIROS, 2007).

De acordo com Lima (2001), em resumo, o processo de modelagem com dados de preferência declarada deve seguir os seguintes passos: especificação de um contexto do qual se deve coletar os dados; projeto das alternativas a serem apresentadas aos respondentes; desenvolvimento de um método para a apresentação do experimento; determinação da amostra designada para a pesquisa; estimativa do modelo (função utilidade); testes de validade das previsões do modelo. Sendo que a realização de um experimento de PD envolve os seguintes procedimentos (FREITAS, 1995):

- a) o entrevistado é submetido a uma série de escolhas, sendo o conjunto de alternativas construído de tal forma que considere os principais fatores que influenciam o problema de escolha relativo ao objeto do estudo;
- b) o conjunto de opções apresentado ao entrevistado consiste em alternativas hipotéticas, que não fazem parte do conjunto atual de alternativas, mas se aproximam o máximo possível da realidade;
- c) cada alternativa é representada por um conjunto de atributos que identificam o produto ou o serviço, devendo-se incluir no experimento aqueles atributos que mais identificam o produto

ou o serviço a ser analisado. A identificação desses atributos pode ser realizada através de uma pesquisa prévia;

- d) os níveis dos atributos em cada alternativa são especificados pelo pesquisador e apresentados ao entrevistado na forma de opções de escolha. A diferença entre os níveis considerados deve ser perceptível aos entrevistados. A quantidade de níveis não deve ser grande, pois isso poderia prejudicar o processo de escolha;
- e) o conjunto de alternativas é especificado com base num projeto experimental;
- f) os indivíduos, em geral, são solicitados a informarem as suas preferências com relação às alternativas, de três formas: colocando-as em ordem de preferência (ranking), submetendo-as a uma escala de avaliação (rating) ou escolhendo a opção preferida do conjunto de alternativas disponíveis (choice).

Esses dados coletados são processados por modelos estatísticos que ajustam os parâmetros de forma a definir uma função utilidade baseada no modelo Logit e a sua calibração é um processo iterativo, que, segundo Novaes (1995) apud Freitas (1995), pode ser feita através dos seguintes métodos: Mínimos Quadrados mais Busca Direta; Linearização Aproximada; e, Máxima Verossimilhança, que é o mais difundido. O ajuste por máxima verossimilhança tem por objetivo, a partir de uma amostra, estimar os parâmetros do modelo de forma a maximizar a probabilidade de se obter o evento particular analisado (MEDEIROS, 2007). Nos procedimentos numéricos para a determinação da máxima verossimilhança, usa-se a função log-verossimilhança, que é mais tratável computacionalmente por meio de softwares como o Limpdep e o Alogit (MEDEIROS, 2007).

Feita a calibração, é possível estimar parâmetros essenciais à estimativa de demanda. Lembrando que todos os resultados devem ter sua significância estatística testada, principalmente pelo teste-t e pelo índice de  $\rho^2$ .

### **3.5 AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA ÁREA DE MODELAGEM DE DEMANDA POR TRANSPORTES**

Nas últimas décadas, muitos foram os avanços tecnológicos na área de modelagem de demanda por transportes, principalmente no que diz respeito às técnicas para coleta de dados e às inter-relações entre as

variáveis intervenientes na geração e na distribuição de viagens.

Entre essas tecnologias, pode-se citar o uso de sensoriamento remoto ou de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) em modelos de geração de viagens baseado em padrões de uso do solo, como no estudo de Taco et al. (1997). Com isso, é possível identificar sistematicamente setores com características semelhantes e definir padrões geométricos/fotográficos na estrutura urbana através de recursos de fotointerpretação. Como resultados, têm-se, além de uma necessidade menor de dados obtidos em levantamento de campo, uma melhor compreensão e tratamentos das variáveis que influenciam nas viagens geradas (TACO et al., 1997).

Outras tecnologias que valem a pena ressaltar são os Sistemas Inteligentes, tais como: Lógica Fuzzy, Redes Neurais, Mineradores de Dados, Data Warehouse, entre outros. Em 1999, Abreu desenvolveu uma metodologia para distribuição de viagens utilizando, de forma integrada, a Lógica Fuzzy, o SIG e o Método de Análise Hierárquica. Em 2000, Dantas et al. elaboraram um modelo Neuro-Geo-Espacial, que buscava incorporar a dinâmica urbana como fator que mais afeta a demanda de viagens. Em 2001, Oliva, Cybis e Pretto prepararam um modelo baseado na aplicação da tecnologia de redes neurais, possibilitando um trabalho com maior número de variáveis. Em 2003, Silva desenvolveu um sistema inteligente, utilizando tecnologia Data Warehouse e OLAP, para apoio à tomada de decisão das empresas operadoras do transporte rodoviário de passageiros. Em 2005, Carneiro apresentou uma metodologia para a previsão da demanda do Transporte Rodoviário Intermunicipal de Passageiros (TRIP) nas ligações entre municípios utilizando mecanismos de Rede Neurais Artificiais. Por fim, em 2006, Aguiar Junior, Brasil e Figueiredo construíram um modelo para estimativa de demanda do TRIP aplicando técnicas de Mineradores de Dados e de RNA, com sua utilização em diversas tarefas, como planejamento estratégico, avaliação de corredores de transporte e estudos tarifários.

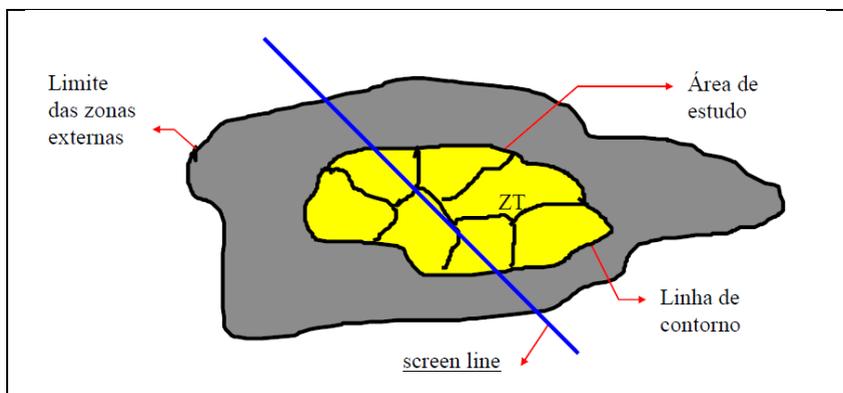
Todos esses modelos surgiram principalmente em virtude das limitações dos modelos convencionais e desagregados, e visavam basicamente a melhora da compreensão e da representação dos fenômenos estudados.

### 3.6 TÉCNICAS PARA COLETA DE DADOS

Segundo Mello (1975) apud Lemes (2005), para analisar os sistemas de transportes e formular modelos matemáticos que permitam prever o comportamento futuro da demanda por transportes faz-se necessário coletar, além de dados comportamentais, informações a respeito do sistema de transportes, da população, do uso e ocupação do solo no trecho em estudo e, por fim, da viagem propriamente dita – pesquisas origem/destino. No caso do transporte de passageiros, Lemes (2005) e Campos (2007) sugerem levantar:

- a) **dados sobre transportes:** frota, capacidade dos sistemas e condições físicas das vias, movimentação de cargas, frequência do modo, tarifa, política futura de transporte, etc.;
- b) **dados socioeconômicos da região:** população, densidade populacional, renda, empregos, escolas, etc.;
- c) **dados socioeconômicos do entrevistado:** número de residentes, renda familiar, tipo de atividade, número de pessoas empregadas, propriedade de veículos, etc.;
- d) **dados sobre uso e ocupação do solo:** legislação sobre o uso e ocupação do solo no município - Plano Diretor e Leis de Zoneamento - atividade predominante, sua localização e intensidade, etc.;
- e) **dados sobre a viagem:** modo de realização da viagem - por transporte público ou por transporte particular -, local de origem e local de destino, ponto de referência da viagem - viagens com base residencial ou viagens com base não-residencial -, motivo da viagem - escola, trabalho, negócios, recreativa, compras, outros – horário e frequência da viagem, etc.;
- f) **informações complementares:** propensão à transferência de modal, etc.

Ressalta-se que antes de iniciar a coleta de dados deve-se definir a área na qual serão levantadas as informações necessárias à elaboração dos projetos. De acordo com Lemes (2005), a fronteira que separa esta área das demais é denominada “Cordão Externo” ou “Linha de Contorno” e, por sua vez, a área interna delimitada por esta linha deverá ser subdividida em áreas menores chamadas de “Zonas de Tráfego” (Figura 3.1). Normalmente, as ZT são constituídas por uma região com características socioeconômicas similares, permitindo a coleta de um número homogêneo de informações (LEMES, 2005).



**Figura 4.6 – Divisão da área de estudo e linhas de contorno (CAMPOS, 2007)**

Após definida a área de estudo e as informações a serem coletadas, deve-se determinar a técnica para coleta de dados. A escolha da técnica a ser empregada para coleta de dados vai depender do objeto de estudo e dos recursos financeiro e de tempo disponíveis para a pesquisa, bem como da modelagem de demanda escolhida. De uma forma geral, Campos (2007) destaca as seguintes técnicas para a coleta de dados:

- a) **entrevistas domiciliares ou em empresas e indústrias:** a mais abrangente, pode verificar tanto as necessidades de deslocamento como o perfil sócio econômico da população;
- b) **contagem de tráfego:** realizada em locais críticos onde existe grande movimento de veículos e nos principais corredores de transporte, podem ser manuais ou mecânicas;
- c) **pesquisa no tráfego:** podem ser feitas por meio de entrevistas diretas na via ou pela entrega e recolhimento de cartões postais em locais pré-determinados como por exemplo em praças de pedágios;
- d) **pesquisa de embarque e desembarque em ônibus:** identifica as origens e os destinos dos usuários das linhas de ônibus em todo seu percurso, verificando o ponto em que o usuário pega o ônibus e onde desce;
- e) **pesquisa no cordão externo e na “screen line”:** realizada nos principais corredores que cortam estas linhas com o objetivo de checar os movimentos observados através da pesquisa domiciliar; etc.

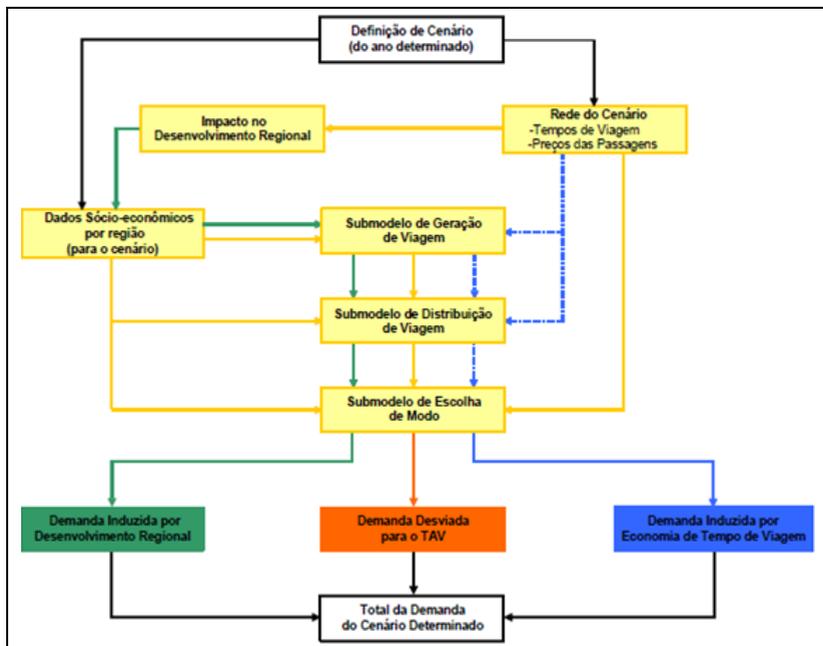
Geralmente, para a coleta de dados, são feitas entrevistas com os usuários e pesquisas complementares. Conforme Almeida (1999), essas entrevistas podem ser realizadas pessoalmente – face-a-face -, por meio de formulários enviados pelo correio, fax ou *internet* – questionários autoexplicativos -, ou ainda formulários enviados aos entrevistados seguidos de entrevistas por telefone – método híbrido. Ao contrário do emprego de questionários autoexplicativos e do método híbrido, as entrevistas face-a-face, apesar do alto custo referente à necessidade de entrevistadores experientes, possuem alta taxa de retorno (ALMEIDA, 1999).

### **3.7 EXEMPLOS DE UTILIZAÇÃO DE MODELAGEM DE DEMANDA POR TRANSPORTES**

No Brasil, são poucos os trabalhos práticos que contemplam uma metodologia para estimativa de demanda de novos sistemas de transportes, especialmente no que tange a sistemas sobre trilhos. O caso mais recente diz respeito ao Projeto TAV Brasil, trecho de 511 km de extensão ligando Campinas ao Rio de Janeiro. O volume 1 do Relatório Final trata particularmente sobre estimativas de demanda e receita e foi desenvolvido pelo Consórcio Halcrow – Sinergia Estudos e Projetos Ltda. - em junho de 2009.

Inicialmente levantaram-se informações socioeconômicas sobre a área de estudo e sobre os meios de transporte concorrentes - avião, ônibus e automóvel. A metodologia utilizada baseou-se em projetos de trem de alta velocidade no Reino Unido e na Espanha e pode ser vista na Figura 3.7.

Para estimar a demanda desviada, foram feitos Focus Groups – discussões de grupo - e foram utilizadas técnicas de Preferência Revelada (PR) e Preferência Declarada (PD) juntamente com modelos Logit. As pesquisas PR foram usadas para formar uma imagem abrangente da atual demanda de viagem e juntamente com dados de contagem de tráfego foram usados para desenvolver matrizes de origem e destino. As pesquisas de PD mediram as intenções futuras dos usuários nos cenários com base em escolha de modos de transporte alternados. Os modelos Logit foram estendidos para incorporar uma técnica de modelagem avançada que integra a geração da viagem e a distribuição da viagem e foram estimados no pacote do software Alogit.



**Figura 4.7 – Processo de previsão de demanda (SINERGIA, 2009)**

As pesquisas foram realizadas nos aeroportos, terminais rodoviários e postos da Polícia Rodoviária Federal. As pesquisas de ônibus fretado foram conduzidas em locais estratégicos ao longo da rede de rodovia para quantificar o número de ônibus que viajavam no trecho, sendo que a capacidade média desses ônibus foi determinada por meio de contato com as companhias de fretamento. O fretamento foi incorporado na modelagem de serviços de ônibus.

A demanda induzida foi obtida com a assistência de outras empresas consultoras. De acordo com o Relatório do TAV (SINERGIA, 2009), as experiências internacionais mostram que a maioria das viagens induzidas será fora do horário de pico e seus resultados se encontram na faixa de 20% a 30%. O TAV considerou na parcela da demanda de seu ano de abertura a demanda reprimida. Todavia, estudos mostram que a demanda reprimida é um processo que não ocorre de imediato, mas sim progressivamente ao longo do tempo. Técnicos do setor estimam que esse processo, nos projetos similares, ocorre de forma mais intensa entre os anos 2 e 5 após a conclusão dos mesmos (QUEIROZ, 2009).

Quanto à taxa de crescimento da demanda, espera-se que a demanda nos serviços regionais cresça 3,1% ao ano, de 2014 a 2024 e 3,6% ao ano de 2024 a 2034. Após 2034, foi usada uma taxa de crescimento de 3,7% ao ano com base na previsão de crescimento do PIB. Os resultados foram comparados com referências internacionais – GLEAVE, Steer Davis. Air and Rail Competition and Complementarity. Preparada para a Comissão Europeia DG TREN. 2006 – e mostraram-se dentro da linha de tendência.

Cabe ressaltar que Bent Flyvbjerg em 2007 (QUEIROZ, 2009) concluiu que em 22 projetos ferroviários de passageiros implementados no mundo desde 1966, foi constatado que a demanda real - observada efetivamente após a conclusão - se situou, em média, 50% inferior à prevista. Em três quartos dos projetos tal volume não alcançou 40% do volume estimado de passageiros.

No exterior, conseguiu-se acesso aos estudos de viabilidades elaborados pela empresa Parsons Brinckerhoff Australia Pty Limited. Dos trabalhos, o que mais se destacou foi o estudo de viabilidade para a implantação de um VLT na cidade de Stirling, na Austrália, desenvolvido em fevereiro de 2010, o que rendeu à empresa o prêmio BRW Client Choice Awards 2009. No estudo foi utilizado um modelo de avaliação estratégica de transporte baseado na abordagem tradicional de 4 Etapas. Foram feitas simulações com diversos cenários para se obter uma estimativa de demanda.

Como se pode observar pelos exemplos citados não existe uma abordagem definitiva apropriada para todas as situações. Logo, tem-se que analisar o contexto para definir a que melhor se aplica as circunstâncias exigidas.

### **3.8 COMENTÁRIOS GERAIS DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE ESTIMATIVA DE DEMANDA POR TRANSPORTES**

Da revisão bibliográfica da Estimativa de Demanda por Transportes – Capítulo 3 – pode-se concluir:

No caso da implantação de um sistema ferroviário de passageiros de média distância, a demanda se constituirá pelo somatório da parcela da demanda transferida de outros modais e da demanda induzida. No

entanto, em regiões com sistemas de transporte consolidados, os usuários tendem a se adaptar a uma oferta existente e, por isso, muitas vezes não são levadas em conta as viagens que não foram feitas por falta de transporte – demanda induzida.

A demanda transferida, grande contribuinte da parcela de demanda total e objeto desse trabalho, mede o potencial de atração sobre usuários que utilizam outros modais concorrentes – no caso desse estudo, o modal rodoviário. Sendo que a transferência dos usuários do modal rodoviário para o modal ferroviário tem maior probabilidade de acontecer se a oferta de serviço ferroviário apresentar benefícios diretos em relação à tarifa cobrada, ao tempo de viagem, ao conforto, à frequência de viagens, à acessibilidade, entre outros.

Em relação à modelagem da demanda e as técnicas para coleta de dados, pode-se verificar pela revisão bibliográfica que cada modelo tem suas vantagens e desvantagens e, portanto, não existe uma abordagem definitiva apropriada para todas as situações. Tem-se que analisar o contexto para definir a abordagem que melhor se aplica às circunstâncias exigidas.

O modelo convencional, por exemplo, foi muito utilizado até a década de 70, mas após a década de 80 o modelo desagregado surgiu e começou a ganhar espaço. Isso pode ser explicado pelo fato dos modelos convencionais modelarem a partir de observações feitas em um grupo de indivíduos, enquanto que os modelos desagregados se alicerçam na decisão individual do usuário em realizar ou não uma viagem. Deste modo, os resultados dos modelos comportamentais são mais interessantes para pesquisas envolvendo transferência modal de pessoas.

Para se medir quantitativamente as escolhas qualitativas de cada indivíduo é usada a Teoria da Utilidade. A utilidade é o valor que um determinado indivíduo pode atribuir a um produto através da análise de seus atributos - custo, tempo, conforto, etc. O valor da utilidade é dependente de cada indivíduo, sendo que ele assume o valor máximo para a escolha realizada dentro de um conjunto de opções.

Entretanto, apesar da teoria permitir responder por vários indivíduos correlatos a uma mesma função de utilidade, os vários indivíduos pertencentes a um mesmo grupo nem sempre têm o mesmo comportamento e fazem as mesmas escolhas. Como solução, a função

utilidade incorporou uma componente de erro aleatório.

Para interpretação dos termos aleatórios foram criados diversos modelos comportamentais, tais como: Modelos de Probabilidade Linear (MPL), Logit e Probit. O modelo Logit é o mais tratável computacionalmente e, por isso, é o mais difundido em pesquisas de transportes para o cálculo da probabilidade de escolha de uma opção frente à outra. Sendo que a calibração da função utilidade pelo modelo Logit é um processo iterativo, realizado por softwares como o ALOGIT.

Para alimentar essas funções comportamentais é necessária a coleta de dados, que pode ser feita através de técnicas de Preferência Revelada (PR) e/ou Preferência Declarada (PD). Para estudo de cenários hipotéticos como a implantação de novos sistemas de transportes a técnica de PD é a mais aconselhada.

Além dos dados comportamentais, é interessante coletar informações a respeito do entrevistado e de seus deslocamentos – Pesquisa Origem/Destino (O/D) – para auxílio na análise dos sistemas de transportes e na formulação de modelos matemáticos que permitam prever o comportamento futuro da demanda por transportes.

Por sua vez, para coletar as informações relevantes à pesquisa – dados de O/D e dados de PD - podem ser utilizadas as técnicas de: entrevistas domiciliares, pesquisa no tráfego, contagem de tráfego, pesquisa de embarque e desembarque em ônibus, pesquisa embarcada em ônibus, entre outras. A sua escolha vai depender do objeto de estudo e dos recursos disponíveis para a pesquisa, sendo que para garantir uma alta taxa de retorno dos questionários deve ser utilizada a técnica de entrevistas face-a-face.

## CAPÍTULO 5 - PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Neste capítulo será apresentado o procedimento metodológico elaborado neste trabalho para a estimativa da demanda transferida de transporte ferroviário de passageiros com característica semiurbana – **item 4.1** -, objetivo principal desta dissertação. Para melhor compreender o procedimento metodológico foi construído um item com detalhes e conselhos de como aplicá-lo na prática – **item 4.2**. Um exemplo da sua aplicação pode ser visto no Capítulo 5 correspondente ao estudo de caso do trecho Florianópolis (SC) – Itajaí (SC).

### 4.1 APRESENTAÇÃO GERAL DO PROCEDIMENTO

O procedimento metodológico para a estimativa da demanda transferida de transporte ferroviário de passageiros com característica semiurbana abordado neste trabalho se constitui de uma proposta nova elaborada a partir do conhecimento adquirido na revisão bibliográfica – Capítulos 2 e 3 – aliado a experiência profissional da autora e pode ser visualizado na Figura 4.1.

Como citado anteriormente, entende-se, nessa dissertação, por **transporte ferroviário de passageiros com característica semiurbana**, o transporte ferroviário de média distância – de até 200 km -, realizado entre dois ou mais municípios em região adensada populacionalmente, com demanda acentuada e concentrada em determinados horários e com deslocamento pendular de passageiros. Ou seja, **é o serviço equivalente aos trens regionais**.

De acordo com o procedimento metodológico proposto (Figura 4.1), a previsão da demanda transferida para transporte ferroviário de passageiros com característica semiurbana se dá por meio da aplicação de questionários com os atuais usuários dos sistemas de transporte existentes na região. As informações que devem ser coletadas junto a esses usuários, de forma geral, referem-se a:

- a) **pesquisas Origem/Destino (O/D)**; e,
- b) **pesquisas de Preferência Declarada (PD)** para os usuários que viajam no trecho, pelo menos, uma vez por semana.

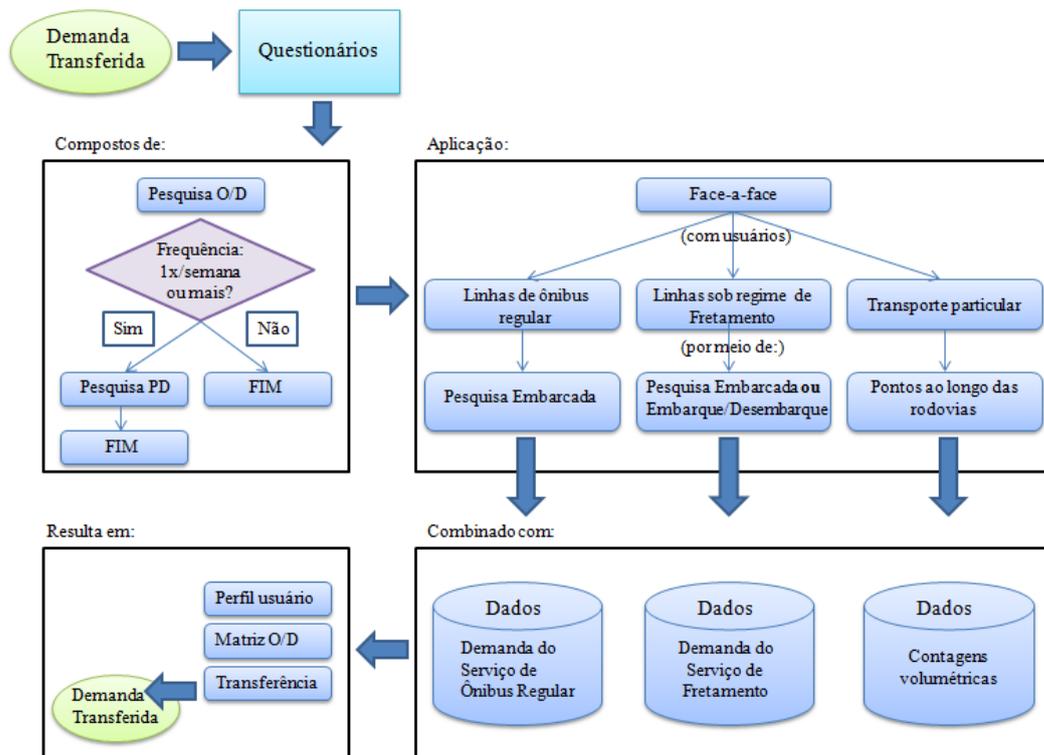


Figura 5.1 – Procedimento metodológico de estimativa de demanda transferida para trens regionais

Ressalta-se que, baseado no Termo de Referência dos Estudos de viabilidade de sistemas de transporte ferroviário de passageiros de interesse regional dos trechos Maringá (PR) – Londrina (PR) e Bento Gonçalves (RS) – Caxias do Sul (RS) elaborado pelo Ministério dos Transportes (MT), o levantamento deverá contemplar toda a população. Ou seja, a amostra aleatória incluirá tanto os habitantes não usuários, isto é, a população que não viaja regularmente entre os municípios dos trechos ferroviários, quanto os potenciais usuários do sistema, que são aqueles que fazem uma ou mais viagens intermunicipal por semana no trecho ferroviário denominados de “viajantes rotineiros”.

Todos os entrevistados deverão ser cadastrados quanto às suas características socioeconômicas. No entanto, somente os potenciais usuários deverão ser questionados sobre a propensão de transferência para a modalidade de transporte ferroviário. Esse critério adotado tem como finalidade garantir que o procedimento seja tradicional e conservador quanto aos seus resultados finais de estimativa de demanda transferida para o trem regional. Lembrando que a demanda induzida não é objeto de estudo dessa dissertação.

Ainda segundo o procedimento, para o levantamento das informações necessárias ao estudo, recomenda-se a utilização da **técnica de entrevistas face-a-face**, visto que, apesar do alto custo referente à necessidade de entrevistadores experientes, essa técnica possui alta taxa de retorno e possibilita que o respondente esclareça quaisquer dúvidas sobre a pesquisa.

Quanto aos entrevistados, foram considerados como potenciais usuários do trem regional os atuais usuários do serviço de linhas regulares de transporte coletivo rodoviário intermunicipal de passageiros, dos serviços sob regime de fretamento e de transporte particular. Se na região existir sistemas de transporte hidroviário realizando o percurso estudado, o mesmo deve ser incluído no procedimento.

**Nas linhas de ônibus regulares**, o procedimento preconiza a realização de **pesquisas embarcadas**, ou seja, pesquisadores entrevistam usuários do transporte rodoviário de passageiros dentro dos ônibus que realizam viagens regulares. O uso dessa técnica se justifica pelo fato do usuário em viagem estar mais disposto a responder um questionário, relativamente complexo e demorado, do que aquele que está embarcando ou desembarcando de um ônibus.

**Nos serviços de ônibus sob regime de fretamento**, sugere-se também a realização de **entrevistas embarcadas** nas empresas que autorizaram tal tipo de pesquisa. Caso seja negado o embarque de pesquisadores, os usuários podem ser **entrevistados nos terminais de embarque e/ou nos seus locais de destino** – como nas universidades e indústrias da região pesquisada.

Já as **entrevistas com usuários de automóveis** devem ser realizadas em **pontos pré-selecionados ao longo das rodovias**, onde haja condições para a parada segura de veículos por tempo suficiente para a aplicação do questionário completo – cerca de 7 a 8 minutos – com o usuário.

As respostas dos usuários devem ser tabuladas e **combinadas com dados** a serem levantados previamente a respeito da demanda do serviço das linhas regulares de ônibus e das linhas sob regime de fretamento, bem como com dados de contagens de veículos no trecho para a expansão da amostra. Finalmente, da análise desses resultados são obtidos **o perfil socioeconômico, as matrizes origem e destino e a taxa de transferência dos entrevistados**, que é, então, utilizada para estimar a demanda do novo sistema proveniente da transferência modal.

## 4.2 DETALHAMENTO DO PROCEDIMENTO

### 4.2.1 Levantamento de informações

Como primeiro passo anterior a aplicação prática do procedimento metodológico proposto se faz necessário o levantamento de informações que permitam realizar a programação da pesquisa de campo, tais como:

- a) **Informações sobre as linhas de ônibus regular:** empresas e respectivas linhas de ônibus regular que percorrem o trecho de estudo de caso, seus itinerários, pontos de parada, horários, assim como as características dessas linhas (direta, semidireta, paradora), tarifas, tempos de viagem e demanda das mesmas;
- b) **Informações sobre as linhas sob regime de fretamento:** empresas e seus respectivos contratantes de serviços de fretamento na região, tipo do fretamento (funcionários ou estudantes), os horários e endereços completos de embarque/desembarque de passageiros (terminais de embarque e indústrias, universidades, etc.), custo, tempo de viagem e número total de passageiros transportados;

- c) **Informações sobre o transporte particular:** velocidade máxima da rodovia, custos do quilômetro rodado de um automóvel padrão, contagens volumétricas, levantamento de pontos de interesse para pesquisa nas rodovias (postos de polícia, postos de informações aos usuários, postos de gasolina, lojas de conveniência, restaurantes, etc.).
- d) **Informações sobre o transporte ferroviário:** tarifa média do transporte ferroviário de passageiros com característica semiurbana, velocidade máxima, média e mínima de um trem regional, etc.

Recomenda-se que essas informações sejam levantadas através de revisão bibliográfica ou de contato direto com o órgão gestor do sistema de transporte coletivo rodoviário intermunicipal de passageiros da região, com as empresas de ônibus regulares e fretados, com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), com as concessionárias da rodovia, com o Departamento de Polícia Rodoviária Federal (DPRF), entre outros.

#### **4.2.2 Definição da população e amostra**

Nessa etapa, em geral, devem ser tomados os seguintes cuidados:

- a) a amostra deve ser retirada aleatoriamente da população ou de um grupo que esteja diretamente envolvido no processo;
- b) para fazer parte da amostra não é necessário que os indivíduos já tenham vivenciado as opções apresentadas, mas para aumentar o realismo do experimento é necessário que os entrevistados consigam visualizar as situações apresentadas como se as mesmas fossem reais.

A população estudada consiste nos usuários dos sistemas de transporte rodoviário que realizam viagens no trecho em estudo. Para a amostragem, foi adotado, como política de pesquisa, o levantamento da maior quantidade possível de dados de modo a se atingir um tamanho amostral com um erro absoluto máximo de 0,5% a um nível de confiança de 95%, considerando toda a amostra da pesquisa e admitindo-se a variância máxima para estimativas de proporções populacionais.

Fez-se, então, uma simulação de tamanho da amostra e precisão das

estimativas, supondo-se uma amostragem aleatória simples. Como já citado, adotou-se o nível de confiança de 95%, que é usual nesse tipo de pesquisa, e a formulação baseada em estimativas de proporções, já que as principais características a levantar são atributos. Sob essas condições a “margem de erro” é dada por (Equação 4.1):

$$E = 1,96 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \leq 1,96 \sqrt{\frac{1}{4n}} \quad (\text{Equação 4.1})$$

Onde:

- **n** = tamanho da amostra; e,
- **p** = proporção que se quer estimar com base na amostra.

Como, na prática,  $p$  é desconhecido, adota-se  $p = \frac{1}{2}$  que exige o maior valor de  $n$ . Assim, a parte direita da expressão é usada para se ter uma avaliação da relação entre tamanho da amostra e precisão e esses resultados são mostrados na Tabela 4.1.

**Tabela 5.1 – Precisão global das estimativas**

n	Precisão Global
10	31,0%
50	13,9%
60	12,7%
70	11,7%
80	11,0%
90	10,3%
96	10,0%
100	9,8%
1.000	3,1%
2.000	2,0%
10.000	1,0%

Logo, para fins acadêmicos recomenda-se a amostra mínima de 96 entrevistas de Pesquisa de Origem/Destino (O/D) com usuários das linhas de regulares do transporte coletivo, 96 entrevistas de O/D com os usuários das linhas sob regime de fretamento do transporte coletivo e 96 entrevistas de O/D com os usuários de transporte privado. Esse número

foi extraído através de métodos estatísticos que assegurem uma precisão global de 10%.

Para estudos mais rigorosos e, conseqüentemente, resultados mais precisos, acredita-se que uma amostra de 2.000 entrevistas ou até mesmo de 10.000 seja mais adequada.

Como a Pesquisa de Preferência Declarada (PD) requer uma amostra menor que a Pesquisa de O/D, visto que seus experimentos são estatisticamente mais eficientes (ORTÚZAR e WILLUMSEN, 1994), será adotada a política de entrevistar somente os "viajantes rotineiros" (ver item 4.1 na página 63) da amostra mínima levantada para a Pesquisa de O/D.

### **4.2.3 Programação da pesquisa de campo**

Depois de levantadas as informações descritas no item 4.2.1, devem ser definidas a programação da pesquisa de campo. Ou seja, devem ser escolhidas as linhas de ônibus regular e sob regime de fretamento a serem investigadas, bem como definidos quais serão os pontos de pesquisa nas rodovias.

Destaca-se que algumas questões devem ser respondidas antes do início da elaboração da programação da pesquisa de campo, tais como:

- a) A pesquisa vai abordar seções ou somente serão considerados os usuários que percorrem o trecho em estudo por inteiro?
- b) Os pontos de pesquisa, principalmente no caso das rodovias, foram escolhidos de modo a levar em conta o tempo de aplicação do questionário de 7 a 8 minutos?

Respondidas essas questões, pode-se, então, iniciar a programação das linhas a serem pesquisadas – diretas ou todos os tipos – tanto no caso de linhas regulares quanto de linhas sob regime de fretamento. Independente da escolha, a programação deve tentar abranger o máximo das linhas e dos horários existentes para garantir uma melhor amostragem.

Quanto às pesquisas com usuários do transporte privado, deverão ser selecionados os pontos ao longo da rodovia - postos de polícia, postos de informações aos usuários, postos de gasolina, lojas de conveniência,

restaurantes, etc. - de acordo com o objetivo e os recursos disponibilizados para a pesquisa de campo. Os pontos devem estar distribuídos de forma homogênea por toda a extensão do trecho de interesse.

Cabe ressaltar ainda que, depois de terminada a programação, o órgão gestor do sistema de transporte coletivo rodoviário intermunicipal de passageiros da região, o Departamento de Polícia Rodoviária Federal (DPRF), a concessionária da rodovia, e as empresas envolvidas na pesquisa de campo devem ser previamente comunicados em relação à execução da pesquisa.

#### **4.2.4 Definição da data para pesquisa de campo**

Nesta etapa, devem ser definidos os prazos e datas para iniciar a coleta de dados, considerando-se períodos típicos. Ou seja, períodos que não coincidam com festas e feriados regionais e nacionais e nem com férias escolares.

Ainda, se possível, a pesquisa deve ser planejada para abranger os horários de vale e pico durante o dia, os diferentes dias da semana (dias úteis e finais de semana), assim como os diversos meses do ano, de maneira a permitir a avaliação de alterações na demanda devido à sazonalidade horária, diária e mensal.

Todas as datas devem ser definidas em comum acordo com todos os pesquisadores, órgãos, instituições e empresas envolvidas na pesquisa.

#### **4.2.5 Questionários para a pesquisa Origem/Destino (O/D)**

A Pesquisa de Origem e Destino (O/D) consiste basicamente de entrevistas com os usuários dos sistemas de transporte rodoviário, coletivo e individual, os quais são indagados sobre:

- c) perfil socioeconômico do entrevistado;
- d) município de origem do deslocamento;
- e) município de destino do deslocamento;
- f) motivo da viagem; e,
- g) frequência da viagem.

O perfil socioeconômico do entrevistado contempla os seguintes itens:

idade, sexo, grau de instrução, setor de ocupação, renda familiar, casa própria ou alugada, posse ou não de motocicletas e automóveis, entre outros, conforme mostra a Figura 4.2.

Pesquisa Origem/Destino:	
Município de Origem:	
<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> G <input type="checkbox"/> H
Município de Destino:	
<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> G <input type="checkbox"/> H
Idade:	
<input type="checkbox"/> até 25 anos	<input type="checkbox"/> de 25 a 35 anos <input type="checkbox"/> de 35 a 45 anos <input type="checkbox"/> acima de 45 anos
Sexo: <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F	Grau de Instrução: <input type="checkbox"/> 1° <input type="checkbox"/> 2° <input type="checkbox"/> 3°
Renda Familiar (em salários mínimos):	
<input type="checkbox"/> até 1	<input type="checkbox"/> 1 a 2 <input type="checkbox"/> 2 a 3 <input type="checkbox"/> 3 a 5 <input type="checkbox"/> 5 a 10 <input type="checkbox"/> 10 a 20 <input type="checkbox"/> acima de 20
Casa Própria: <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N	Quantas pessoas moram na casa: _____
Posse de carros: _____	Posse de motos: _____
Quem paga a sua passagem: <input type="checkbox"/> Você <input type="checkbox"/> Seu empregador	
Motivo da Viagem:	
<input type="checkbox"/> trabalho	<input type="checkbox"/> estudo <input type="checkbox"/> saúde <input type="checkbox"/> compras <input type="checkbox"/> turismo <input type="checkbox"/> parentes <input type="checkbox"/> outros
Quantas vezes realiza este tipo de viagem por semana:	
<input type="checkbox"/> menos de 1x (Fim)	<input type="checkbox"/> 1x <input type="checkbox"/> 2 a 4x <input type="checkbox"/> 5 a 7x

**Figura 5.2 – Questionário de pesquisa de Origem/Destino (O/D)**

O questionário é o mesmo para todos os entrevistados, com a diferenciação de que na pesquisa com usuários de sistemas de transporte coletivo – linhas regulares e sob regime de fretamento -, o questionário levanta a questão de quem paga a passagem de ônibus – se o próprio entrevistado ou o seu empregador. Nesse caso, também são anotados dados sobre a viagem, tais como: empresa, linha, horário de partida e horário de chegada. Na pesquisa com usuários de transporte particular, essa pergunta é substituída pelo número de ocupantes do automóvel, bem como são anotados dados como: veículo, placa, cidade, data e horário da pesquisa. Os questionários completos podem ser visualizados nos Apêndices A.1 e A.2.

Os dados coletados nessa etapa possibilitarão a elaboração do perfil socioeconômicos dos entrevistados e das matrizes Origem/Destino (O/D), bem como o desenvolvimento de estudos envolvendo a desagregação da amostra, seja por municípios de O/D, idade, classe de

renda, escolaridade ou motivo da viagem.

#### 4.2.6 Questionário para a pesquisa de Preferência Declarada (PD)

A pesquisa referente à propensão de transferência do modo rodoviário para o ferroviário é parte integrante dos questionários utilizados para levantar a pesquisa Origem/Destino (O/D). No entanto, ela só deve ser aplicada aos entrevistados que realizam aquela viagem pelo menos uma vez por semana, os quais foram chamados de “viajantes rotineiros”. Uma frequência menor determina o fim da entrevista.

A realização de um experimento de Preferência Declarada (PD) envolve os seguintes procedimentos:

##### 4.2.5.1 Definição do método de entrevistas

Como citado anteriormente, optou-se pelo método de entrevistas face-a-face, ou seja, as entrevistas são realizadas pessoalmente junto ao indivíduo. No caso da pesquisa de PD, as alternativas são apresentadas sob a forma de cartões (Figura 4.3), cada um deles representando um cenário idealizado, no qual há duas alternativas que representam as combinações dos atributos definidos para a pesquisa.

SET 01			SET 01		
ATRIBUTOS	TREM 	ÔNIBUS 	ATRIBUTOS	TREM 	CARRO 
TARIFA	R\$ 21,00	R\$ 18,00	TARIFA	R\$ 21,00	R\$ 24,00
TEMPO DE VIAGEM	40 min	1 h e 20 min	TEMPO DE VIAGEM	40 min	50 min

Figura 5.3 – Exemplo ilustrativo de cartão de PD a) ônibus b) automóvel

##### 4.2.5.2 Seleção da amostra

Como citado anteriormente, a população estudada consiste nos usuários dos sistemas de transporte rodoviário que realizam viagens no trecho em estudo. Para a amostra de pesquisa de PD, foi adotado o critério de entrevistar somente os “viajantes rotineiros” (ver item 4.2.2 na página 67) da amostra mínima levantada para a pesquisa de O/D.

#### 4.2.5.3 Definição das Variáveis

Um bom experimento de PD deve ter um número de atributos e um conjunto de escolha suficientemente rico, junto com uma variação satisfatória dos níveis dos atributos, necessária para produzir respostas comportamentais significativas no contexto das estratégias em estudo.

Logo, nesta etapa são definidos os atributos que refletem os principais efeitos que condicionam as preferências dos usuários de um determinado produto ou serviço. Segundo Ortúzar e Willunsem (1994), é importante que os mesmos sejam escolhidos de maneira adequada e que as opções sejam de fácil entendimento.

Geralmente as variáveis operacionais correspondem aos atributos que pesam na escolha e refletem as variações de tarifa e de tempo de deslocamento. No delineamento proposto foram considerados uma escolha genérica e dois atributos, cada qual com três níveis, como são apresentados na Tabela 4.2:

**Tabela 5.2 – Definição das variáveis**

<b>ATRIBUTOS\MODO</b>	<b>FERROVIÁRIO</b>	<b>RODOVIÁRIO</b>
<b>CUSTO OU TARIFA</b>	BAIXO	BAIXO
	MÉDIO	MÉDIO
	ALTO	ALTO
<b>TEMPO DE VIAGEM</b>	BAIXO	BAIXO
	MÉDIO	MÉDIO
	ALTO	ALTO

**a) Escolha Genérica = Modal:**

A escolha de modal entre o modal ferroviário e o rodoviário está diretamente associada aos atributos custo e tempo e indiretamente associada a questões de praticidade, conforto, segurança, flexibilidade, acessibilidade, pontualidade, preocupações com o trânsito e o meio ambiente, entre outros.

**b) Atributo 1 = Tarifa/Custo:**

O Atributo 1, correspondente ao custo, possui três níveis para cada

escolha genérica: nível baixo, nível médio e nível alto.

O valor do atributo, a ser utilizado como valor intermediário para o modal rodoviário, deve ser estimado a partir dos custos médios<sup>6</sup> relativos aos atualmente observados. Quanto aos valores de extremo – nível baixo e alto -, sugere-se estabelecer variações para mais e para menos da ordem de 10% a 20% do valor intermediário.

Para o valor do intermediário do modal ferroviário, como não há valores nacionais para comparação, considera-se que o valor intermediário do modal ferroviário não pode possuir preço superior ao adotado pelo transporte rodoviário coletivo e nem inferior ao preço adotado pelo transporte rodoviário individual. Assume-se também para o nível baixo e alto desse atributo variações para mais e para menos da ordem de 10% a 20% do valor intermediário.

### c) Atributo 2 = Tempo de viagem:

Assim como o Atributo 1, o Atributo 2 possui três níveis para cada escolha genérica: nível baixo, nível médio e nível alto.

Tomam-se valores de duração das viagens o mais próximo possível dos valores reais, considerando o produto das velocidades máximas, médias e mínimas para cada modalidade de transporte – trem regional, ônibus regular, fretamento e automóveis - e a extensão do trecho de estudo de caso.

Na Tabela 4.3 é apresentada a configuração do delineamento experimental:

**Tabela 5.3 – Configuração do delineamento experimental**

(continua)

ATRIBUTOS\MODO	FERROVIÁRIO	RODOVIÁRIO
	VM - 15%VM	VM - 15%VM
<b>CUSTO OU TARIFA</b>	<b>VALOR MÉDIO (VM)</b>	<b>VALOR MÉDIO (VM)</b>
	VM + 15%VM	VM + 15%VM

<sup>6</sup>Custos médios de linhas diretas ou custos médios de todos os tipos de linha, conforme critérios estabelecidos no item 4.2.3.

(conclusão)		
ATRIBUTOS\MODO	FERROVIÁRIO	RODOVIÁRIO
<b>TEMPO DE VIAGEM</b>	TEMPO PARA $V_{m\acute{a}x}$	TEMPO PARA $V_{m\acute{a}x}$
	TEMPO PARA $V_{m\acute{e}d}$	TEMPO PARA $V_{m\acute{e}d}$
	TEMPO PARA $V_{m\acute{i}n}$	TEMPO PARA $V_{m\acute{i}n}$

Vale a pena ressaltar que, caso seja considerado as seções no trecho de estudo, existe a possibilidade de se trabalhar com custo e tempo em valores percentuais. Entretanto, acredita-se que tal procedimento dificulta a análise dos cartões por parte dos entrevistados, o que pode vir a gerar falhas dos respondentes.

Por outro lado, também há a opção de gerar cartões com diferentes valores unitários para cada par origem/destino investigado. No entanto, numerosos conjuntos de cartões podem gerar confusão no momento da apresentação desses aos entrevistados por parte dos pesquisadores, o que também pode vir a comprometer os resultados.

A apresentação de um só conjunto de cartões com valores unitários correspondentes ao trecho inteiro para todos os entrevistados, independente do par origem/destino em questão, pode ser uma solução desde que seja frisado na entrevista que os cartões se referem a cenários hipotéticos. Ou seja, é pedido para o entrevistado imaginar que há apenas duas opções de sistemas de transporte para a realização daquela viagem - modal ferroviário com um custo " $c_1$ " e um tempo " $t_1$ " ou modal rodoviário com um custo " $c_2$ " e um tempo " $t_2$ " - e assim, solicitado para que ele analise e escolha a alternativa de sua preferência. Estudos anteriores - Estudo de viabilidade técnica e econômico-financeira de sistemas de transporte ferroviário de passageiros de interesse regional: trechos Maringá (PR) - Londrina (PR) e Bento Gonçalves (RS) - Caxias do Sul (RS) - mostraram que os entrevistados conseguem fazer essa distinção entre o cenário real que estão vivenciando e o cenário hipotético, uma vez que os custos e os tempos de viagem dos cenários reais dos diversos pares de origem/destino do trecho geralmente possuem grandeza numérica semelhante aos valores apresentados nos cenários hipotéticos.

#### 4.2.5.4 Formação dos cartões e medição das escolhas

O número total de alternativas que podem ser definidas é função do número de atributos e de seus níveis. Como os entrevistados podem avaliar um número limitado de alternativas ao mesmo tempo – entre 9 e 16 (KROES e SHELDON, 1988 apud SANTI, 2008) -, só poderão ser incorporadas todas as combinações possíveis - Projeto Fatorial Completo (PFC) - se existir um pequeno número de atributos e de níveis. No PFC, o número de combinações é dado pela seguinte expressão (Equação 4.2):

$$\text{Conjuntos de escolha} = L^{M \times A} \quad (\text{Equação 4.2})$$

Considera-se  $M$  como as escolhas genéricas (trem ou ônibus/automóvel),  $A$  o número total de atributos (tarifa e tempo de viagem), cada qual com um número  $L$  de níveis (inferior, intermediário e superior). Logo, a quantidade total de alternativas deste experimento é:

$$\text{Conjuntos de escolha} = L^{M \times A} = 3^{2 \times 2} = 3^4 = 81 \text{ combinações}$$

Como o experimento Fatorial Completo gerou muitas alternativas, optou-se pelo uso de um Projeto Fatorial Fracionário (PFF) que é uma das soluções mais utilizadas dentre os projetistas de experimentos. O PFF permite considerar apenas alguns dos efeitos que se acredita como essenciais para a análise do mercado, desprezando-se os demais ditos “negligenciáveis” (BRANDÃO FILHO, 2005).

Exemplos de PFF estão disponíveis em literaturas, como em Kocur et al. (1982) citado por Medeiros (2007) e por Brandão Filho (2005). Nesse material, são listados diferentes tipos de PFF baseados em um catálogo para *design* e análise ortogonal de experiências fatoriais fracionárias. Segundo Kocur et al. (1982), a ortogonalidade é uma propriedade que permite que todos os efeitos e interações possam ser estimados sem correlação com outros efeitos principais ou sem interações assumidas como insignificantes. De acordo com Louviere, Hensher e Swait (2000), a ortogonalidade que deve ser buscada refere-se à diferença entre os níveis dos atributos de cada uma das alternativas consideradas em uma situação de escolha. Ou seja, as alternativas devem ser combinadas de modo que as diferenças dos atributos tenham a menor correlação possível. Uma das maneiras de viabilizar a construção destas alternativas é através da utilização de planos fatoriais (*Master Plans*).

Segundo Permain et al. (1991) apud Brandão Filho (2005), os planos fatoriais (*Master Plans*) conduzem a uma combinação de atributos que refletem os seguintes efeitos:

- a) **Efeitos principais:** efeitos individuais de cada atributo, também chamados de efeitos de primeira ordem; e,
- b) **Efeitos de interação entre os atributos:** classificados em 2ª ordem – interação entre dois atributos – e 3ª ordem – interação entre três ou mais atributos.

Kocur et al. (1982) confeccionou um catálogo de modo que o usuário possa selecionar facilmente um projeto experimental (*Plan Code*) que se adapte ao seu conjunto de requisitos – número de variáveis e número de níveis de cada variável, bem como definição dos efeitos a serem estudados e definição do número de linhas de combinações.

Para quatro variáveis – custo e tempo do modal ferroviário e custo e tempo do modal rodoviário - com três níveis cada – baixo, médio e alto – e considerando um PFF que permita a estimativa apenas dos efeitos principais e 9 linhas de combinações, o mais indicado seria o projeto experimental *Plan Code* n.º.17<sup>a</sup>, montado a partir das colunas 1, 2, 3 e 4 do *Master Plan* III conforme mostra a Tabela 4.4:

**Tabela 5.4 – Configuração do projeto experimental (efeitos básicos)**

Cartão	MODAL FERROVIÁRIO		MODAL RODOVIÁRIO	
	Custo	Tempo	Custo	Tempo
01	0	0	0	0
02	0	1	1	2
03	0	2	2	1
04	1	0	1	1
05	1	1	2	0
06	1	2	0	2
07	2	0	2	2
08	2	1	0	1
09	2	2	1	0

(KOCUR et al., 1982)

Cabe destacar que em Preferência Declarada (PD), o bom estabelecimento dos atributos da pesquisa, pode garantir altos níveis de variância explicada. Assim, efeitos principais contribuem com 70 a 90% da variância explicada, efeitos de interações duplas com 5 a 15% e interações de alta ordem com o restante (LOUVIERE et al., 1999).

Logo, optou-se por levar em consideração não só os efeitos principais, mas também as compensações entre os 2 atributos, nos diferentes níveis e em relação as 2 escolhas genéricas, o que resultou em uma adaptação do *Plan Code* n°. 19ª com 18 linhas de combinações, formado pelas colunas 1, 2, 3 e 4 do *Master Plan* VI conforme mostra a Tabela 4.5:

**Tabela 5.5 – Configuração do projeto experimental (efeitos adicionais)**

Cartão	MODAL FERROVIÁRIO		MODAL RODOVIÁRIO	
	Custo	Tempo	Custo	Tempo
01	0	0	0	0
02	0	1	1	2
03	0	2	2	1
04	1	0	1	1
05	1	1	2	0
06	1	2	0	2
07	2	0	2	2
08	2	1	0	1
09	2	2	1	0
10	0	0	2	1
11	0	1	0	0
12	0	2	1	2
13	1	0	0	2
14	1	1	1	1
15	1	2	2	0
16	2	0	1	0
17	2	1	2	2
18	2	2	0	1

(KOCUR et al., 1982)

Como o número de alternativas ainda é grande – 18 linhas de combinações -, decidiu-se dividir as alternativas em blocos menores:

- a) Bloco I: representado pela cor vermelha: do cartão 01 ao 06;
- b) Bloco II: representado pela cor azul: do cartão 07 ao 12;
- c) Bloco III: representado pela cor verde: do cartão 13 ao 18.

O experimento prevê a distribuição dos três blocos para fechar um ciclo completo. Por exemplo, se o bloco vermelho foi apresentado a cinco entrevistados, os blocos azuis e verdes também devem ser apresentados a outros cinco entrevistados.

No caso, como o projeto experimental em questão (Tabela 4.5) foi dividido em blocos recomenda-se a coleta de maior número de entrevistas do que se fosse utilizado o projeto experimental mostrado na Tabela 4.4, no qual os 9 cartões não precisariam ser divididos em blocos e poderiam ser apresentados apenas para um entrevistado.

Uma vez definidas as alternativas, o analista possui três maneiras de medição das escolhas dos respondentes: ordenação (*ranking*); avaliação (*rating*); e, escolha discreta (*choice*). Recomenda-se utilizar o método de escolha discreta, uma vez que este método é mais simples de ser executado que os outros dois.

Nesse tipo de experimento, a cada entrevistado foi apresentado um dos blocos, resultando em seis escolhas, uma por cartão. As anotações sobre a escolha do usuário são feitas no questionário, conforme mostra a Figura 4.4:

Preferência Declarada:	
Cor do Cartão: <input type="checkbox"/> vermelho <input type="checkbox"/> azul <input type="checkbox"/> verde	
Opção 1 (ônibus)	Opção 2 (trem)
001: <input type="checkbox"/>	001: <input type="checkbox"/>
002: <input type="checkbox"/>	002: <input type="checkbox"/>
003: <input type="checkbox"/>	003: <input type="checkbox"/>
004: <input type="checkbox"/>	004: <input type="checkbox"/>
005: <input type="checkbox"/>	005: <input type="checkbox"/>
006: <input type="checkbox"/>	006: <input type="checkbox"/>

Figura 5.4 – Questionário de pesquisa de Preferência Declarada (PD)

Os questionários completos se encontram nos Apêndices A.1 e A.2.

#### 4.2.5.5 Análise dos dados

A determinação do potencial de propensão à mudança de modal é realizada através da análise direta dos resultados da pesquisa de Preferência Declarada (PD). Para isso, considerando a configuração do delineamento experimental, adotou-se a seguinte função utilidade (Equação 4.3):

$$U = \beta_1 \cdot \text{Modal} - \beta_2 \cdot \text{Tarifa} - \beta_3 \cdot \text{Tempo} \quad (\text{Equação 4.3})$$

Para a calibração dessa função utilidade sugere-se o uso do *software* Alogit, o qual é utilizado, com muita frequência, nessa área de Preferência Declarada (PD). Esse *software* maximiza uma função de verossimilhança, determinando os valores dos coeficientes da função utilidade e a significância estatística de cada um deles.

Os principais parâmetros obtidos da estimação, que avaliam a qualidade do modelo, são os seguintes (ORTÚZAR e WILLUMSEM, 1994):

a) **Teste t-student:**

Avalia se a variável em questão contribui de forma significativa para o poder de explicação do modelo. Valores do teste-t, para mais de 30 observações, maiores que 1,96 (em módulo) significam que a variável tem um efeito significativo e deve ser mantida no modelo.

b) **Índice  $\rho^2$ :**

Avalia o ajuste geral do modelo e varia entre 0 – nenhum ajuste – e 1 – ajuste perfeito. Segundo Ben-Akiva e Lerman (1985), não há limites mínimos fixados para se afirmar qual  $\rho^2$  é suficiente, mas pode-se afirmar que maiores valores de  $\rho^2$  indicam modelos melhores. Por outro lado, Ortúzar e Willumsen (1994) acreditam que um valor acima de 0,2 e próximo a 0,4 indica um ajuste excelente para o modelo Logit Multinomial.

Também devem ser analisados os sinais dos coeficientes das variáveis para verificar se estão de acordo com o esperado. Por exemplo, uma

variável que se espera que contribua positivamente para sua utilidade deve ter um coeficiente com sinal positivo (MEDEIROS, 2007).

Após a verificação da significância estatística dos resultados, deve ser feito o cálculo das utilidades de cada alternativa substituindo as variáveis na Equação 4.3. Com isso, pode-se prosseguir com o cálculo da probabilidade de escolha de cada modo (Equações 4.4 e 4.5):

$$P_1 = \frac{e^{U_1}}{e^{U_1} + e^{U_2}} \quad (\text{Equação 4.4})$$

$$P_2 = \frac{e^{U_2}}{e^{U_1} + e^{U_2}} \quad (\text{Equação 4.5})$$

O resultado dessa probabilidade indica a percentagem de permanência dos usuários em cada modal. Ou seja, indica a taxa de propensão de transferência dos usuários do modal rodoviário para o modal ferroviário ( $P_1$ ) e a taxa de permanência no modal rodoviário ( $P_2$ ). Combinando o resultado dessas probabilidades com os dados levantados acerca da demanda das linhas de ônibus regular, linhas sob regime de fretamento e contagens volumétricas de veículos nas rodovias se pode estimar a demanda transferida para o novo modal.

#### 4.2.7 Pesquisas complementares

Se possível, recomenda-se que sejam feitas contagens volumétricas de veículos – linhas de ônibus regular e sob regime de fretamento, e transporte individual - automatizadas e contínuas, em todos os segmentos representativos da região atravessada, como forma de complementação da pesquisa e expansão dos resultados abrangendo a sazonalidade.

Como complemento de cada viagem pesquisada, também sugere-se a realização de contagem do número de passageiros – identificados por sexo: feminino e masculino - em todos os veículos coletivos e particulares abordados de modo a verificar, além do número médio de ocupantes dos veículos, se a população dos usuários entrevistados – mulher e homem – condiz com a percentagem da amostra levantada.

#### 4.2.8 Pesquisa piloto

Após montagem dos questionários, foi realizada uma pesquisa piloto com o intuito de verificar até que ponto os instrumentos desenvolvidos para a pesquisa de campo têm, realmente, condições de garantir resultados isentos de possíveis erros e visou:

- a) verificar se a forma de apresentação dos elementos da pesquisa está adequada;
- b) verificar se o número de atributos e a quantidade de cartões apresentada aos respondentes não causa fadiga; e,
- c) verificar se as diferenças entre os níveis dos atributos proporcionam alternativas realmente concorrentes.

Durante a execução da pesquisa piloto foi indagada a relevância da pergunta sobre a posse de casa própria ou não. Optou-se pela conservação dessa questão no questionário devido ao intuito de se verificar a existência de alguma correlação da renda familiar com a posse de casa própria.

Dúvidas também surgiram sobre a pergunta referente a quem paga a passagem no caso das pesquisas de O/D com usuários de sistemas de transporte coletivo, devendo apenas ser ressaltado no treinamento dos pesquisadores que a resposta “empregador” corresponde ao vale-transporte.

Como citado anteriormente, não é necessário que os indivíduos já tenham vivenciado todas as opções apresentadas, mas para aumentar o realismo do experimento é necessário que os entrevistados consigam visualizar as situações apresentadas como se as mesmas fossem reais. Nesse caso, foi sugerido na pesquisa piloto o uso de ferramentas visuais, como, por exemplo, a apresentação de fotos de Veículos Leves sobre Trilhos (VLT) de maneira a facilitar essa visualização por parte dos entrevistados.

Respeitando as recomendações citadas acima, a execução da pesquisa piloto mostrou que os questionários e cartões de PD se encontram adequados para aplicação prática do procedimento.

## **4.2.9 Treinamento dos pesquisadores**

O treinamento dos pesquisadores, nos dias anteriores a pesquisa de campo, é um fator essencial para garantir o bom funcionamento da mesma, sendo que no treinamento devem ser abordados todos os aspectos considerados relevantes para a execução da pesquisa:

### **4.2.9.1 Introdução**

Uma introdução ao tema deverá ser feita aos entrevistadores de modo a repassar conhecimento e compreensão sobre a relevância e justificativa da pesquisa de campo, assim como seus objetivos.

### **4.2.9.2 A pesquisa de campo**

Em seguida, a pesquisa de campo deve ser abordada através dos seguintes tópicos: programação da pesquisa de campo e informações sobre os questionários.

Simulações de aplicação e preenchimento dos questionários são importantes para preparar os entrevistadores no caso de falhas por indiferença do respondente, tendenciosidade da resposta e inércia na escolha no modo de resposta do entrevistado.

### **4.2.9.3 Esclarecimento de dúvidas**

Por fim, informações sobre os procedimentos e pessoal envolvido com a pesquisa fazem-se necessários. No mínimo, devem ser sanadas todas as dúvidas sobre: coordenadores envolvidos, identificação dos entrevistadores, divisão da programação da pesquisa, procedimentos para pesquisa não realizada, devolução dos questionários, entre outros.



## CAPÍTULO 5 - ESTUDO DE CASO

Inicialmente, este capítulo aborda o objeto de estudo de caso: o trecho Florianópolis (SC) – Itajaí (SC) – **item 5.1**. Em seguida, é descrita a pesquisa de campo em si, a qual se trata da aplicação prática do procedimento metodológico para a estimativa da demanda transferida de transporte ferroviário de passageiros com característica semiurbana elaborado no capítulo anterior – **itens 5.2 e 5.3**. No final, são apresentados os resultados obtidos das compilações de dados da pesquisa de campo – **item 5.4** -, tais como: o perfil dos entrevistados, a matriz Origem e Destino (O/D) de viagens, o potencial de propensão à transferência de modal, a expansão da amostra e, finalmente, o total da demanda estimada para o modal ferroviário.

### 5.1 ÁREA DE ESTUDO DE CASO

No Brasil não há praticamente trens de passageiros com características semiurbanas, sendo que o mais próximo disso seria os trens da Vale Rio Doce que percorrem os trechos Belo Horizonte-Vitória (MG) e São Luiz-Carajás (MA/PA). No entanto, ambos os trechos são inviáveis economicamente para a realização dessa pesquisa.

Em relação a projetos de ferrovias (Figura 5.1), em Santa Catarina pode-se citar o projeto da Ferrovia Litorânea que terá 236 quilômetros, interligando a Ferrovia Tereza Cristina, no Sul do Estado, às ferrovias da América Latina Logística (ALL). Quando estiver pronta, a estrada de ferro vai ligar os portos de Imbituba, Itajaí e São Francisco do Sul. O projeto da Ferrovia do Frango também vem se destacando, visto que será uma obra de 700 quilômetros de extensão ligando a fronteira Brasil/Argentina com o litoral. A expectativa é de que ambas as ferrovias realizem transportes de cargas, com possibilidade de abertura de janelas para o transporte de passageiros.

No âmbito de transportes de passageiros em si, está incluso no Programa de Resgate do Transporte Ferroviário de Passageiros o trecho Rio do Sul – Itajaí em Santa Catarina. Esse trecho seria o mais recomendado para a realização do estudo de caso em questão. Entretanto, como os pesquisadores são alunos da graduação e tinham algumas restrições de horários devido às aulas, por causa de questões de logística foi delimitada a área de pesquisa ao trecho Florianópolis (SC) – Itajaí (SC), como mostra a Figura 5.2.



Figura 5.1 – Ferrovias de Santa Catarina (SIE, 2011)

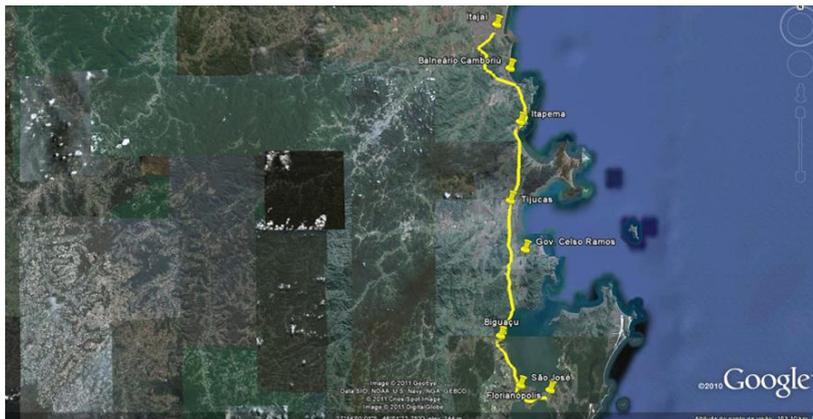


Figura 5.2 – Mapa de localização da região de estudo de caso

Esse trecho contempla parte da região da Ferrovia Litorânea e se inicia na capital do Estado, cidade sede desse estudo, terminando em Itajaí, cidade sede do Porto de Itajaí. O trajeto possui fortes Polos Geradores de Viagens (PGVj), tais como: UFSC, UNISUL, UNIVALI, Intelbrás, Portobello, Centro de Distribuição do Angeloni, entre outros; e, se caracteriza por um aglomerado urbano. Além disso, o forte fretamento existente na região poderia indicar a implantação de um novo serviço de passageiros e, portanto, justificaria a escolha dessa área como estudo de caso.

Os municípios abordados são estes aqui citados: Florianópolis, São José, Biguaçu, acesso a Governador Celso Ramos, Tijucas (incluído acesso a

Portobello e Bombinhas), Itapema, Balneário Camboriú e Itajaí (Figura 5.3).



**Figura 5.3 – Municípios da região de estudo de caso (GOOGLE EARTH, 2011)**

A caracterização da área de estudo de caso, no qual se buscou destacar as características mais importantes em termos demográficos e socioeconômicos dos municípios, além da situação de sua infraestrutura relacionada ao transporte rodoviário, se encontra no Apêndice B.

Cabe ressaltar ainda a importância de uma calibração futura desse estudo com um projeto real, como por exemplo, o projeto da Ferrovia Litorânea, caso hajam janelas para transportes de passageiros.

## **5.2 APLICAÇÃO DO PROCEDIMENTO METODOLÓGICO**

Como forma de validação, foi feita uma aplicação prática do procedimento metodológico proposto no Capítulo IV no trecho Florianópolis (SC) - Itajaí (SC) com o intuito de verificar as vantagens e desvantagens para se obter a demanda transferida para o trem regional.

A metodologia de pesquisa de campo foi determinada por fatores espaciais e técnico-financeiros que permitissem sua realização e conclusão, sendo apresentada na Figura 5.4:

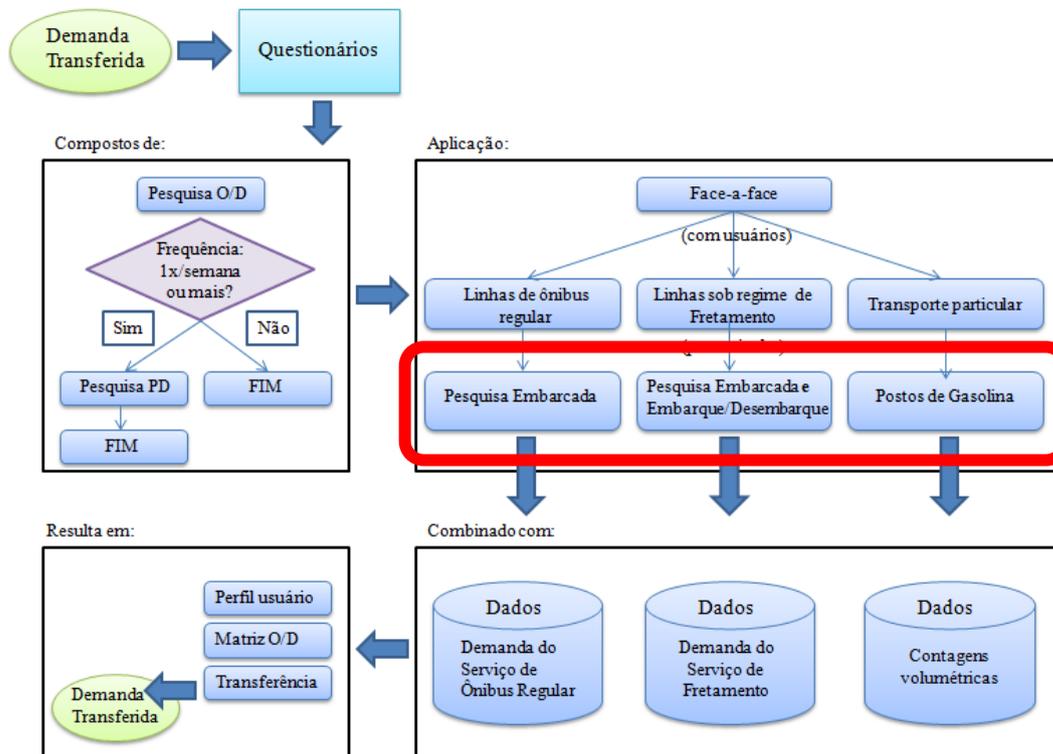


Figura 5.4 – Aplicação prática do procedimento metodológico proposto

Logo, foram aplicados os **questionários** propostos através de **método face-a-face** com os usuários de linhas intermunicipais regulares de transporte rodoviário, os usuários dos serviços sob regime de fretamento e os usuários de transporte individual da região de estudo de caso.

**Nos ônibus regulares** foram feitas **pesquisas embarcadas** devido aos benefícios já citados no capítulo anterior. Enquanto que, nos **ônibus fretados**, foram realizadas **pesquisas embarcadas** nas linhas de fretamento autorizadas pelos contratantes e **pesquisas nos terminais de embarque/desembarque** nas demais linhas.

Como as pesquisas nas rodovias necessitam do acompanhamento de autoridades policiais com jurisdição sobre a via para a realização de sinalização do local e abordagem aos veículos, para fins acadêmicos, optou-se por não realizar pesquisas nas rodovias, mas sim **entrevistas com os usuários de veículos particulares em postos de gasolina** distribuídos nas marginais da via de interesse.

Os resultados dessa etapa foram, então, **combinados com dados** de demanda das linhas de ônibus regular e fretado e contagens volumétricas de veículos na região para a expansão da amostra. Por fim, obteve-se o **perfil socioeconômico e matrizes Origem/Destino (O/D)** dos usuários que realizam viagens semiurbanas no trecho e **a demanda do novo sistema de transporte proveniente da transferência modal**.

## **5.3 DETALHAMENTO DA APLICAÇÃO**

### **5.3.1 Levantamento de informações**

Conforme preconiza o procedimento, antes da sua aplicação prática foram levantados dados sobre:

#### **5.3.1.1 Linhas de ônibus regular**

Foi feita uma visita ao Departamento de Transportes e Terminais (DETER) de Santa Catarina (SC), para levantar as linhas de transporte regular com características semiurbanas que percorrem o trecho em questão. Ou seja, o transporte regular de passageiros de média distância – de até 200 km -, realizado entre dois ou mais municípios em região adensada populacionalmente, com demanda acentuada e concentrada em determinados horários e com deslocamento pendular de passageiros.

Logo, não foram levadas em consideração as linhas intermunicipais que prestam serviços classificados como “urbanos” pelo DETER – tais como: linhas da Empresa Biguaçu, Praiana, etc. -, uma vez que suas características – pinga-pinga - não se enquadram nas estabelecidas pelo trabalho. Foram consideradas apenas as linhas intermunicipais classificadas como “rodoviárias” por prestarem um serviço semelhante ao previsto para o trem regional.

Essas linhas e o seu respectivo movimento de passageiros no ano de 2011 podem ser vistas na Tabela 5.1:

**Tabela 5.1 – Linhas de ônibus regular (janeiro a dezembro de 2011)**

<b>AUTO VIACAO CATARINENSE LTDA</b>			
<b>Linha</b>	<b>Origem</b>	<b>Destino</b>	<b>Demanda (pass.)</b>
9- 0	JOINVILLE	FPOLIS	1.800
13- 0	BLUMENAU	FPOLIS	5.825
45- 0	ITAJAI	FPOLIS	1.208
45- 1	ITAJAI	FPOLIS	3.132
264- 0	FPOLIS	JARAGUA	1.030
305- 0	MAFRA	FPOLIS	2.604
321- 0	ENSEADA	FPOLIS	22
479- 1	TAIO	FPOLIS	2.153
484- 0	ITAJAI	FPOLIS	361
568- 0	BLUMENAU	FPOLIS	2.044
569- 0	FPOLIS	JOINVILLE	1.124
686- 0	JOINVILLE	FPOLIS	991
687- 0	BLUMENAU	FPOLIS	2.049
688- 0	FPOLIS	JARAGUA	7.090
726- 0	OTACILIO COSTA	FPOLIS	2.246
867- 0	CURITIBA	FPOLIS	15.697
868- 0	CURITIBA	FPOLIS	1.047
			<b>50.423</b>

(Fonte: DETER, 2011)

Ressalta-se que todas as linhas listadas acima são operadas pela empresa Auto Viação Catarinense e que a demanda de passageiros levantada é referente ao trecho Florianópolis (SC) – Itajaí (SC), considerando as seções existentes no trecho.

Também foram levantadas informações sobre a tarifa e o tempo de viagem de cada uma dessas linhas junto ao site da transportadora Auto Viação Catarinense Ltda.<sup>7</sup>, sendo que o preço varia de R\$21,83 a R\$23,98 com seguro - R\$1,10 -, taxas - R\$1,90 - e pedágio - R\$0,15 - inclusos, enquanto que o tempo varia de uma hora e vinte minutos a duas horas e quarenta minutos dependendo da linha e do número de paradas. Mais detalhes sobre cada linha, como horários e itinerários, podem ser encontrados no site da empresa Auto Viação Catarinense Ltda.

#### 5.3.1.2 Linhas sob regime de fretamento

Ainda com o DETER, levantaram-se informações acerca das linhas sob regime de fretamento na região, tais como: empresas, contratantes, tipo de fretamento (funcionários ou estudantes), pontos de origem/destino e seus respectivos endereços, número de passageiros transportados, entre outras. Essas informações são apresentadas na Tabela 5.2.

Para levantamento das tarifas, tempo de viagens, horários e itinerários buscou-se fazer contatos com as empresas e seus contratantes. Com isso, descobriu-se que esses dados não possuíam a consistência necessária para a programação da pesquisa de campo, devido principalmente as inúmeras disparidades das informações levantadas com o DETER com a realidade em si.

Como solução recomenda-se levantamento aprofundado das linhas sob regime de fretamento existentes na região. Entretanto, devido à falta de recursos para o estudo e considerando que este trabalho se trata de uma pesquisa acadêmica, para a programação da pesquisa de campo foram utilizados os dados levantados com o DETER combinados com as atualizações obtidas através de contato com as empresas e seus contratantes.

---

<sup>7</sup><http://www.catarinense.net/pt/>

Tabela 5.2 – Linhas de ônibus fretado

(continua)

Empresa	Contratante	Tipo	Origem	Destino	Pass.
4 ILHAS	UNIVALI	ESTUDANTES	ITAJAI	BAL. CAMBORIU	15
4 ILHAS	UNIVALI	ESTUDANTES	ITAJAI	BAL. CAMBORIU	25
4 ILHAS	UNIVALI	ESTUDANTES	ITAJAI	BAL. CAMBORIU	16
ALEXANDRE TUR.	SPECTO	FUNCIONARIOS	FPOLIS	SAO JOSE	N.I.
ALEXANDRE TUR.	C-PACK	FUNCIONARIOS	FPOLIS	SAO JOSE	N.I.
ALEXANDRE TUR.	SUL IMAGEM	FUNCIONARIOS	FPOLIS	SAO JOSE	N.I.
ALEXANDRE TUR.	SUL IMAGEM	FUNCIONARIOS	FPOLIS	SAO JOSE	N.I.
<b>ALEXANDRE TUR.</b>	<b>KOMLOG</b>	<b>FUNCIONARIOS</b>	<b>ACESSO GOV CR</b>	<b>TIJUCAS</b>	<b>N.I.</b>
ALEXANDRE TUR.	SCHAEFER YACHTS	FUNCIONARIOS	SAO JOSE	BIGUACU	N.I.
ALEXANDRE TUR.	INTELBRAS	FUNCIONARIOS	FPOLIS	SAO JOSE	N.I.
ALEXANDRE TUR.	INTELBRAS	FUNCIONARIOS	FPOLIS	SAO JOSE	N.I.
ALEXANDRE TUR.	INTELBRAS	FUNCIONARIOS	FPOLIS	SAO JOSE	N.I.
ALEXANDRE TUR.	INTELBRAS	FUNCIONARIOS	FPOLIS	SAO JOSE	N.I.
ALEXANDRE TUR.	INTELBRAS	FUNCIONARIOS	FPOLIS	SAO JOSE	N.I.
ALEXANDRE TUR.	INTELBRAS	FUNCIONARIOS	BIGUACU	SAO JOSE	N.I.
ANDRADE VIAGENS	EMP. DE C.T.	FUNCIONARIOS	FPOLIS	SAO JOSE	N.I.
BENNTUR	UNIVALI	ESTUDANTES	ACESSO GOV CR	BIGUACU	18
BENNTUR	UNIVALI	ESTUDANTES	FPOLIS	BIGUACU	3
BRENOTUR	HCL	FUNCIONARIOS	FPOLIS	SAO JOSE	10

(continua)

Empresa	Contratante	Tipo	Origem	Destino	Pass.
BRUSQUETUR	UFSC	ESTUDANTES	ITAJAI	FPOLIS	46
BRUSQUETUR	UFSC	ESTUDANTES	ITAJAI	FPOLIS	45
BRUSQUETUR	UFSC e UDESC	ESTUDANTES	ITAJAI	FPOLIS	46
BRUSQUETUR	UFSC e UDESC	ESTUDANTES	ITAJAI	FPOLIS	22
<b>DESTERRO TUR.</b>	<b>PORTOBELLO</b>	<b>FUNCIONARIOS</b>	<b>FPOLIS</b>	<b>TIJUCAS</b>	<b>N.I.</b>
<b>DESTERRO TUR.</b>	<b>PORTOBELLO</b>	<b>FUNCIONARIOS</b>	<b>FPOLIS</b>	<b>TIJUCAS</b>	<b>N.I.</b>
DESTERRO TUR.	PORTOBELLO	FUNCIONARIOS	ACESSO GOV CR	TIJUCAS	N.I.
DUNA TUR.	ESTÁCIO DE SÁ	ESTUDANTES	FPOLIS	SAO JOSE	15
DUNA TUR.	ESTÁCIO DE SÁ	ESTUDANTES	FPOLIS	SAO JOSE	15
FLAVIOTUR	SALESIANO	ESTUDANTES	BAL. CAMBORIU	ITAJAI	23
FLAVIOTUR	SALESIANO	ESTUDANTES	BAL. CAMBORIU	ITAJAI	28
FLAVIOTUR	SALESIANO	ESTUDANTES	BAL. CAMBORIU	ITAJAI	28
FLAVIOTUR	SALESIANO	ESTUDANTES	BAL. CAMBORIU	ITAJAI	15
FLAVIOTUR	SALESIANO	ESTUDANTES	BAL. CAMBORIU	ITAJAI	28
FLAVIOTUR	SALESIANO	ESTUDANTES	BAL. CAMBORIU	ITAJAI	27
FORTELLATUR	UNIVALI	ESTUDANTES	SAO JOSE	TIJUCAS	16
J.L.MACHADO	UNISUL	ESTUDANTES	BIGUACU	FPOLIS	15
J.L.MACHADO	UNISUL	ESTUDANTES	SAO JOSE	FPOLIS	11
JULIVA	UNIVALI	ESTUDANTES	TIJUCAS	ITAJAI	40
JULIVA	UNIVALI	ESTUDANTES	TIJUCAS	ITAJAI	40

(continua)

Empresa	Contratante	Tipo	Origem	Destino	Pass.
JULIVA	UNIVALI, AVANTI e FLC	ESTUDANTES	TIJUCAS	BAL. CAMBORIU	40
JULIVA	UNIVALI, AVANTI e FLC	ESTUDANTES	TIJUCAS	BAL. CAMBORIU	24
JV TUR.	PLASC-PLAST.	FUNCIONARIOS	ACESSO GOV CR	BIGUACU	16
JV TUR.	PLASC-PLAST.	FUNCIONARIOS	ACESSO GOV CR	BIGUACU	61
MACROTUR	UNIVALI	ESTUDANTES	BAL. CAMBORIU	ITAJAI	15
MACROTUR	UNIVALI	ESTUDANTES	ITAJAI	TIJUCAS	10
MAEDER	SENAI	ESTUDANTES	FPOLIS	SAO JOSE	N.I.
MAEDER	SENAI	ESTUDANTES	FPOLIS	SAO JOSE	N.I.
<b>MBMTUR</b>	<b>UNIVALI</b>	<b>ESTUDANTES</b>	<b>TIJUCAS</b>	<b>ITAJAI</b>	<b>16</b>
MMB TRANSP.	UNISUL	ESTUDANTES	BIGUACU	SAO JOSE	15
MMB TRANSP.	ESTÁCIO DE SÁ	ESTUDANTES	FPOLIS	SAO JOSE	20
MMB TRANSP.	ANDREOLI	ESTUDANTES	BIGUACU	SAO JOSE	15
MMB TRANSP.	NÃO INFORMADA (N.I.)	FUNCIONARIOS	BIGUACU	FPOLIS	14
MOISES D. TRANSP.	SALESIANO	ESTUDANTES	BAL. CAMBORIU	ITAJAI	25
MOISES D. TRANSP.	QUINTAL MÁGICO	ESTUDANTES	ITAJAI	BAL. CAMBORIU	15
MS TURISMO	ADVENTISTA	ESTUDANTES	ACESSO GOV CR	FPOLIS	24
OLTRAMARI TRANSP.	SENAI	ESTUDANTES	ITAPEMA	TIJUCAS	28
OLTRAMARI TRANSP.	UNIVALI e AVANTE	ESTUDANTES	ITAPEMA	BAL. CAMBORIU	24
<b>RB AG. VIAG. e TUR.</b>	<b>UNIVALI</b>	<b>ESTUDANTES</b>	<b>FPOLIS</b>	<b>ITAJAI</b>	<b>26</b>
<b>RB AG. VIAG. e TUR.</b>	<b>UNIVALI</b>	<b>ESTUDANTES</b>	<b>FPOLIS</b>	<b>ITAJAI</b>	<b>26</b>

(continua)

<b>Empresa</b>	<b>Contratante</b>	<b>Tipo</b>	<b>Origem</b>	<b>Destino</b>	<b>Pass.</b>
RB AG. VIAG. e TUR.	UNIVALI	ESTUDANTES	FPOLIS	ITAJAI	26
ROKEI	UNIVALI	ESTUDANTES	ITAJAI	BAL. CAMBORIU	20
ROTA DO SOL V.TUR	UNIVALI	ESTUDANTES	ITAPEMA	ITAJAI	15
SIGIRON TUR	ENERGIA, UFSC e UDESC	ESTUDANTES	TIJUCAS	FPOLIS	16
STA TEREZINHA R	TYSON	FUNCIONARIOS	FPOLIS	SAO JOSE	48
STA TEREZINHA R	TYSON	FUNCIONARIOS	BIGUACU	SAO JOSE	46
STA TEREZINHA R	TYSON	FUNCIONARIOS	BIGUACU	SAO JOSE	45
TEFTUR	MULTILOG	FUNCIONARIOS	BAL. CAMBORIU	ITAJAI	N.I.
TRANSDAY	UNIVALI	ESTUDANTES	ITAPEMA	ITAJAI	15
TRANSP. AMANDA	SENAI	ESTUDANTES	TIJUCAS	BAL. CAMBORIU	15
TRANSP. AMANDA	PORTOBELLO	FUNCIONARIOS	BIGUACU	TIJUCAS	15
TRANSPORTES F.GOMS	UNIVALI	ESTUDANTES	FPOLIS	SAO JOSE	30
TRANSPORTES F.GOMS	ENERGIA	ESTUDANTES	FPOLIS	SAO JOSE	25
TRANSPORTES MAFEI	PORTOBELLO	FUNCIONARIOS	ITAJAI	TIJUCAS	27
TRANSPORTES MAFEI	PORTOBELLO	FUNCIONARIOS	ITAPEMA	TIJUCAS	40
TRANSSILVY	UNIVALI	FUNCIONARIOS	FPOLIS	TIJUCAS	16
TRIPPIN TRANSP.	NÃO INFORMADO (N.I.)	FUNCIONARIOS	ACESSO GOV CR	FPOLIS	15
<b>TURISSUL</b>	<b>UNIVALI</b>	<b>ESTUDANTES</b>	<b>FPOLIS</b>	<b>ITAJAI</b>	<b>20</b>
<b>TURISSUL</b>	<b>UNIVALI</b>	<b>ESTUDANTES</b>	<b>FPOLIS</b>	<b>ITAJAI</b>	<b>20</b>
UGA UGA	UNIVALI	ESTUDANTES	ITAJAI	BAL. CAMBORIU	28

(conclusão)

Empresa	Contratante	Tipo	Origem	Destino	Pass.
UGA UGA	UNIVALI	ESTUDANTES	ITAJAI	BAL. CAMBORIU	15
UGA UGA	UNIVALI	ESTUDANTES	ITAJAI	BAL. CAMBORIU	15
UGA UGA	UNIVALI	ESTUDANTES	ITAJAI	BAL. CAMBORIU	11
UGA UGA	UNIVALI	ESTUDANTES	ITAJAI	BAL. CAMBORIU	11
UNIVERSO TUR	NÃO INFORMADO (N.I.)	FUNCIONARIOS	ITAPEMA	ITAJAI	15
VANDER TUR.	ESTÁCIO DE SÁ e UFSC	ESTUDANTES	TIJUCAS	FPOLIS	15
VISANTE TUR.	PEDRO PP	ESTUDANTES	ITAJAI	BAL. CAMBORIU	20
XANDE TUR.	NÃO INFORMADO (N.I.)	FUNCIONARIOS	SAO JOSE	FPOLIS	15
ZISKI	UNIVALI	ESTUDANTES	BAL. CAMBORIU	ITAJAI	N.I.
ZISKI	SALESIANO	ESTUDANTES	BAL. CAMBORIU	ITAJAI	N.I.
ZISKI	UNIVALI	ESTUDANTES	ITAPEMA	ITAJAI	20
ZISKI	UNIVALI	ESTUDANTES	ITAPEMA	ITAJAI	12
ZISKI	SALESIANO	ESTUDANTES	BAL. CAMBORIU	ITAJAI	N.I.
FUNCIONÁRIOS (31 VIAGENS)					383
ESTUDANTES (61 VIAGENS)					1209
<b>TOTAL</b>					<b>1592</b>

(Fonte: DETER, 2011)

### 5.3.1.3 Transporte particular

Em relação ao transporte particular, foram levantadas informações sobre:

- **Velocidade máxima da rodovia:**

Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), o trecho duplicado da BR-101 Norte no Estado de Santa Catarina possui como velocidade máxima permitida os valores de 110 km/h para automóveis e 90 km/h para caminhões e ônibus.

- **Custos do quilômetro rodado de um automóvel padrão:**

Para o cálculo do custo do quilômetro rodado de um automóvel padrão, foram utilizados os seguintes parâmetros:

- a) Veículo = automóvel a gasolina 1.0 de R\$ 30.000,00;
- b) Quilometragem por ano = 10.000 km;
- c) Consumo médio na estrada = 14 km/l;

Assim, considerando que o valor do litro de combustível seja de R\$ 2,30, o valor gasto com combustível por ano será de:

$$(10.000 \text{ km/ano} \times \text{R\$ } 2,30/\text{l}) \div 14 \text{ km/l} = \text{R\$ } 1.643,00/\text{ano}$$

Considerando ainda o gasto de R\$ 100,00 com manutenção por ano referente à troca de óleo e filtro a cada 5.000 km, têm-se:

$$(10.000 \text{ km/ano}) \times (\text{R\$ } 100,00 \div 5.000 \text{ km}) = \text{R\$ } 200,00/\text{ano}$$

Por fim, levando em conta o gasto de R\$ 1.500,00 com seguro e de R\$ 1.200,00 com licenciamento e IPVA por ano, o custo operacional do veículo padrão é de:

$$\text{R\$ } 1.643,00/\text{ano} + \text{R\$ } 200,00/\text{ano} + \text{R\$ } 1.500,00/\text{ano} + \text{R\$ } 1.200,00/\text{ano} \\ = \text{R\$ } 4.543,00/\text{ano}$$

O que resulta em um custo por quilômetro rodado de:

$$\text{R\$ } 4.543,00/\text{ano} \div 10.000 \text{ km/ano} = \text{R\$ } 0,45/\text{km}$$

- **Contagens volumétricas na rodovia:**

As contagens de veículos e estimativas de Volume Médio Diário Anual (VMDA) mais recentes no trecho de estudo de caso foram disponibilizadas pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), as quais se encontram na Tabela 5.3:

**Tabela 5.3 – VMDA do trecho Florianópolis (SC) – Itajaí (SC)**

<b>LOCAIS DE INÍCIO E FIM</b>	<b>VMDA 2009</b>
CONTAGEM DEPOIS DO TRECHO	40.660
CONTAGEM NO TRECHO, PONTO 1	41.370
CONTAGEM NO TRECHO, PONTO 2	49.760
CONTAGEM NO TRECHO, PONTO 3	49.330
CONTAGEM NO TRECHO, PONTO 4	62.330
CONTAGEM NO TRECHO, PONTO 5	48.250
CONTAGEM NO TRECHO, PONTO 6	40.670
CONTAGEM NO TRECHO, PONTO 7	39.660
CONTAGEM NO TRECHO, PONTO 8	39.660
CONTAGEM NO TRECHO, PONTO 9	38.880
CONTAGEM NO TRECHO, PONTO 10	38.880
CONTAGEM ANTES DO TRECHO	34.970

(Fonte: DNIT, 2011)

É importante destacar que os dados são referentes ao ano de 2009. Como a partir de fevereiro de 2008 a rodovia BR-101 passou a ser administrada pela ANTT e pela concessionária Autopista Litoral Sul, o DNIT não realizou mais contagens no trecho. A empresa Autopista Litoral Sul possui somente dados do número de veículos passantes no pedágio localizado no km 159 da BR-101, em Portobello, e, por isso, optou-se por utilizar os dados do DNIT mesmo que defasados. Recomenda-se em estudos mais aprofundados o uso de contadores automáticos nos principais pontos de interesse da região.

#### 5.3.1.4 Transporte ferroviário

Devido ao fato de que no Brasil não há trens de passageiros com características semiurbanas, não se conseguiu levantar a tarifa média desse serviço.

No entanto, com base na realização de entrevistas com profissionais da área foram levantados os valores de velocidades médias dos trens regionais. Lembrando que a velocidade depende de fatores, tais como: projeto geométrico da via férrea, tipo de trem utilizado e número de paradas consideradas. Na França, os trens regionais chegam a atingir uma velocidade média de 180 km/h, já nos Estados Unidos grande parte dos trens regionais circulam com uma velocidade média de aproximadamente 90 km/h. No Brasil, o Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) do Cariri alcança uma velocidade média de cerca de 60 km/h.

### **5.3.2 Definição da população e amostra**

Conforme citado anteriormente, a população estudada consiste nos usuários dos sistemas de transporte rodoviário que realizam viagens no trecho em estudo.

Através de cálculos estatísticos foi adotado um tamanho amostral mínimo de 96 entrevistas de Pesquisa de Origem/Destino (O/D) para cada modalidade de transporte investigada – ônibus regular, fretamento e automóveis -, levando em consideração uma precisão global de 10%. Já para a Pesquisa de Preferência Declarada (PD), foi adotada a política de entrevistar somente os "viajantes rotineiros" (ver item 4.1 na página 63) da amostra mínima levantada para a Pesquisa de O/D.

### **5.3.3 Programação da pesquisa de campo**

#### **5.3.3.1 Linhas de ônibus regular**

Os horários das viagens dos ônibus regulares foram obtidos com o órgão gestor – DETER - e com a empresa que executa os serviços rodoviários específicos – Auto Viação Catarinense. A partir do quadro de horários das linhas, foram planejadas as viagens que foram acompanhadas por cada pesquisador.

Inicialmente selecionaram-se as linhas que faziam exclusivamente o trecho em questão – Florianópolis (SC) – Itajaí (SC) – tanto diretas, quanto semidiretas e paradoras. Contudo, devido à escassa disponibilidade de horários dessa linha, optou-se por selecionar outras linhas que faziam o percurso mais próximo possível do trecho de estudo de caso.

Portanto, linhas como Florianópolis (SC) – Joinville (SC) foram investigadas, uma vez que seus itinerários - Florianópolis, São José, Biguaçu, Tijucas, Itapema, Balneário Camboriú, Itajaí, Piçarras, Barra Velha e Joinville - contemplam poucos municípios que não são de interesse – apenas três: Piçarras, Barra Velha e Joinville. Já linhas mais extensas como Florianópolis (SC) – Taió (SC) que servem os municípios de Florianópolis, São José, Biguaçu, Tijucas, Itapema, Balneário Camboriú, Itajaí, Gaspar, Ponta Aguda, Blumenau, Indaial, Subida, Ibirama, Rio do Sul, Laurentino, Rio do Oeste e Taió não foram levadas em consideração na pesquisa de campo.

Seguindo os critérios estabelecidos, pode-se montar a programação das linhas de ônibus regular a serem pesquisadas nesse estudo de caso. Foram realizadas um total de oito viagens embarcadas com horários de saída e chegada entre as 06:00 e 18:00, conforme é apresentado na Tabela 5.4. A cobertura dessas viagens foi suficiente para atingir o número de entrevistas necessárias.

**Tabela 5.4 – Linhas regulares selecionadas para a pesquisa de campo**

Origem	Destino	Horários		Pass.	Preço	Tipo
ITAJAÍ	FPOLIS	06:00	08:25	44	18,70	CONVENC
ITAJAÍ	FPOLIS	06:30	07:50	46	20,60	SEMI DRT
FPOLIS	BLUMENAU	09:05	11:30	44	18,70	CONVENC
FPOLIS	ITAJAÍ	10:15	12:15	44	18,70	CONVENC
FPOLIS	JOINVILLE	12:15	14:10	44	18,70	CONVENC
FPOLIS	BLUMENAU	13:30	15:10	12	18,70	CONVENC
JARAGUA	FPOLIS	14:55	16:30	46	20,60	SEMI DRT
CURITIBA	FPOLIS	16:25	18:10	44	20,80	CONVENC

(Fonte: AUTO VIAÇÃO CATARINENSE, 2011)

Para o embarque dos pesquisadores, foi necessário contribuir com 50% dos preços das passagens e, o restante, foi dado como gratificação pela empresa.

### 5.3.3.2 Linhas sob regime de fretamento

Primeiramente, tentou-se contato com as empresas listadas na Tabela 5.2 através de telefones disponibilizados em *sites* na *internet*. Por meio

desses contatos, verificou-se que muitas das informações adquiridas com o DETER não correspondiam com a atual situação dos serviços de fretamento na região, o que pode indicar falhas de fiscalização. Por exemplo, algumas das empresas listadas na Tabela 5.2 não estavam mais executando os trechos registrados no DETER, mas sim executando serviços em trechos fora da área de estudo de caso. Enquanto que outras empresas que não estavam listadas, pois, segundo o DETER, não contemplavam o trecho Florianópolis (SC) – Itajaí (SC), se encontravam executando serviços na região em questão.

Das empresas contatadas foram selecionadas as que realmente prestavam serviços no trecho de interesse, sendo que algumas não tiveram permissão dos contratantes para a realização da pesquisa de campo. Logo, foram autorizadas pesquisas embarcadas ou pesquisas embarque/desembarque nas viagens listadas na Tabela 5.5. Ressalta-se que a Turissul transporta professores ao invés de estudantes para a UNIVALI. Deste modo, no total foram pesquisadas oito viagens – cinco viagens de funcionários e três de estudantes -, as quais se mostraram suficientes para atingir o número mínimo de entrevistas necessárias.

Tabela 5.5 – Linhas de ônibus fretado selecionadas para pesquisa de campo

Empresa	Contratante	Tipo	Origem	Destino	Obs.
ALEXANDRE TUR.	KOMLOG	FUNCIONARIOS	ACESSO GOV CR	TIJUCAS	EMBARCADA
DESTERRO TUR.	PORTOBELLO	FUNCIONARIOS	FPOLIS	TIJUCAS	EMBARCADA
DESTERRO TUR.	PORTOBELLO	FUNCIONARIOS	FPOLIS	TIJUCAS	EMBARCADA
MBMTUR	UNIVALI	ESTUDANTES	TIJUCAS	ITAJAI	EMBARCADA
RB AG. VIAG. e TUR.	UNIVALI	ESTUDANTES	FPOLIS	ITAJAI	TERMINAL
RB AG. VIAG. e TUR.	UNIVALI	ESTUDANTES	FPOLIS	ITAJAI	TERMINAL
TURISSUL	UNIVALI	FUNCIONARIOS	FPOLIS	ITAJAI	TERMINAL
TURISSUL	UNIVALI	FUNCIONARIOS	FPOLIS	ITAJAI	TERMINAL

FUNCIONÁRIOS	5 VIAGENS
ESTUDANTES	3 VIAGENS
<b>TOTAL</b>	<b>8 VIAGENS</b>

### 5.3.3.3 Transporte particular

Para a programação da pesquisa com usuários de veículos de passeio, a autora percorreu todo o trecho Florianópolis (SC) – Itajaí (SC) com automóvel de forma a levantar os postos de gasolina existentes nas marginais do trecho da rodovia de interesse.

Desses postos levantados, selecionaram-se seis postos de gasolina ao longo da rodovia que possuíam infraestrutura (hotel, restaurantes, lojas de conveniência, promoção de combustível, fornecimento de gás natural, etc.) capaz de atrair um número maior de usuários. A pedido, não foram especificados os nomes e nem endereços desses postos.

### 5.3.4 Definição da data para pesquisa de campo

Para garantir uma amostra mínima requerida, dentro dos limites impostos pela disponibilidade de recursos, a pesquisa abrangeu viagens em três dias úteis das 06:00 às 18:00.

A pesquisa de campo contou com o apoio de uma equipe de pesquisadores do Programa Educacional Tutorial (PET) da Engenharia Civil da UFSC e o treinamento foi realizado nos dias anteriores à pesquisa.

As datas da pesquisa foram estabelecidas em comum acordo com os pesquisadores, em períodos que não coincidisse com festas e feriados regionais e nacionais e nem com férias escolares, sendo, então, realizadas nos dias 25, 26 e 27 de outubro de 2011, correspondentes a uma terça, quarta e quinta-feira.

### 5.3.5 Questionário para a pesquisa de Origem/Destino (O/D)

Um exemplo do questionário utilizado para a pesquisa Origem/Destino (O/D) pode ser visualizado na Figura 5.5. Os questionários completos aplicados aos usuários dos sistemas de transporte rodoviário da região podem ser vistos nos Apêndices A.3 e A.4.

Pesquisa Origem/Destino:	
Município de Origem:	
<input type="checkbox"/> Fpolis <input type="checkbox"/> S. José <input type="checkbox"/> Biguaçu <input type="checkbox"/> Gov. Celso R. <input type="checkbox"/> Tijuca <input type="checkbox"/> Itapema <input type="checkbox"/> Balneário C. <input type="checkbox"/> Itajaí	
Município de Destino:	
<input type="checkbox"/> Fpolis <input type="checkbox"/> S. José <input type="checkbox"/> Biguaçu <input type="checkbox"/> Gov. Celso R. <input type="checkbox"/> Tijuca <input type="checkbox"/> Itapema <input type="checkbox"/> Balneário C. <input type="checkbox"/> Itajaí	
Idade:	
<input type="checkbox"/> até 25 anos <input type="checkbox"/> de 25 a 35 anos <input type="checkbox"/> de 35 a 45 anos <input type="checkbox"/> acima de 45 anos	
Sexo: <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F	Grau de Instrução: <input type="checkbox"/> 1° <input type="checkbox"/> 2° <input type="checkbox"/> 3°
Renda Familiar (em salários mínimos):	
<input type="checkbox"/> até 1 <input type="checkbox"/> 1 a 2 <input type="checkbox"/> 2 a 3 <input type="checkbox"/> 3 a 5 <input type="checkbox"/> 5 a 10 <input type="checkbox"/> 10 a 20 <input type="checkbox"/> acima de 20	
Casa Própria: <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N	Quantas pessoas moram na casa: _____
Posse de carros: _____	Posse de motos: _____
Quem paga a sua passagem: <input type="checkbox"/> Você <input type="checkbox"/> Seu empregador	
Motivo da Viagem:	
<input type="checkbox"/> trabalho <input type="checkbox"/> estudo <input type="checkbox"/> saúde <input type="checkbox"/> compras <input type="checkbox"/> turismo <input type="checkbox"/> parentes <input type="checkbox"/> outros	
Quantas vezes realiza este tipo de viagem por semana:	
<input type="checkbox"/> menos de 1x (Fim) <input type="checkbox"/> 1x <input type="checkbox"/> 2 a 4x <input type="checkbox"/> 5 a 7x	

**Figura 5.5 – Questionário de pesquisa de Origem/Destino (O/D) para usuários de linhas de ônibus regular e sob regime de fretamento**

### 5.3.6 Questionário para a pesquisa de Preferência Declarada (PD)

A montagem do experimento de Preferência Declarada (PD) e elaboração do respectivo questionário consistiram nas etapas listadas em ordem:

#### 5.3.6.1 Definição do método de entrevistas

Pelas vantagens já apontadas no corpo desse trabalho, definiu-se como método de entrevistas o método face-a-face utilizando cartões contendo as alternativas de importância para a pesquisa de PD.

#### 5.3.6.2 Seleção da amostra

Como citado anteriormente, para a amostra de pesquisa de PD, foi adotado o critério de entrevistar somente os “viajantes rotineiros” (ver item 4.2.2 na página 67) da amostra mínima levantada para a Pesquisa de O/D.

### 5.3.6.4 Definição das variáveis

No delineamento proposto foram considerados uma escolha genérica e dois atributos, cada qual com três níveis (Tabela 5.6):

**Tabela 5.6 – Definição das variáveis**

<b>ATRIBUTOS\MODO</b>	<b>FERROVIÁRIO</b>	<b>RODOVIÁRIO</b>
<b>CUSTO OU TARIFA</b>	VM - 15%VM	VM - 15%VM
	VALOR MÉDIO (VM)	VALOR MÉDIO (VM)
	VM + 15%VM	VM + 15%VM
<b>ATRIBUTOS\MODO</b>	<b>FERROVIÁRIO</b>	<b>RODOVIÁRIO</b>
<b>TEMPO DE VIAGEM</b>	TEMPO PARA V <sub>máx</sub>	TEMPO PARA V <sub>máx</sub>
	TEMPO PARA V <sub>méd</sub>	TEMPO PARA V <sub>méd</sub>
	TEMPO PARA V <sub>mín</sub>	TEMPO PARA V <sub>mín</sub>

#### a) Escolha Genérica = Modal:

Foi definida como escolha genérica a escolha entre o modal ferroviário e o rodoviário.

#### b) Atributo 1 = Custo:

O Atributo 1, correspondente ao custo, possui três níveis para cada escolha genérica: nível baixo, nível médio e nível alto.

No presente estudo, para a pesquisa com os usuários dos sistemas de transporte rodoviário coletivo – ônibus regular e fretamento - o valor intermediário utilizado é a tarifa média cobrada pela empresa Auto Viação Catarinense – R\$ 22,00 (ver item 5.3.1.1 na página 89) -, considerando-se todas as linhas diretas, semidiretas e paradoras que percorrem o trecho de estudo de caso (Tabela 5.1).

Para compor o nível baixo e alto, estabeleceram-se variações para mais e para menos da ordem de 15% do valor intermediário, resultando em:

- nível 0 (baixo) = R\$ 18,00;
- nível 1 (médio) = R\$ 22,00;
- nível 2 (alto) = R\$ 26,00.

Para a pesquisa com os usuários dos sistemas de transporte rodoviário individual o valor intermediário foi calculado através do produto do custo do quilômetro rodado de um automóvel padrão (ver item 5.3.1.3 na página 97) – R\$ 0,45/km – pela extensão do trecho – aproximadamente 95 km -, considerando uma taxa de ocupação de 1,5 pessoas/automóvel:

$$(R\$ 0,45/km \times 95 \text{ km}) \div 1,5 = R\$ 28,00$$

Os valores correspondentes ao nível baixo e médio foram compostos a partir de variações para mais e para menos da ordem de 15% do valor médio adotado, resultando em:

- nível 0 (baixo) = R\$24,00;
- nível 1 (médio) = R\$28,00;
- nível 2 (alto) = R\$32,00.

Como não existem parâmetros de valores praticados por serviços de trens regionais no Brasil, admitiu-se a premissa de que o valor intermediário do modal ferroviário não poderia possuir preço superior ao adotado pelo transporte rodoviário coletivo e nem inferior ao preço adotado pelo transporte rodoviário individual. Então:

$$(R\$ 22,00 + R\$ 28,00) \div 2 = R\$ 25,00$$

Assumiu-se também para o nível baixo e alto desse atributo variações para mais e para menos da ordem de 15% do valor intermediário:

- nível 0 (baixo) = R\$ 21,00;
- nível 1 (médio) = R\$ 25,00;
- nível 2 (alto) = R\$ 29,00.

#### **a) Atributo 2 = Tempo de viagem:**

Assim como o Atributo 1, o Atributo 2 possui três níveis para cada escolha genérica: nível baixo, nível médio e nível alto.

No caso da pesquisa com usuários do transporte rodoviário coletivo – ônibus regular e fretamento – tomaram-se os valores de tempo mínimo, médio e máximo praticados respectivamente pelas linhas diretas, semidiretas e paradoras da Auto Viação Catarinense (ver item 5.3.1.1 na

página 89):

- nível 0 (baixo) = uma hora e vinte minutos;
- nível 1 (médio) = duas horas;
- nível 2 (alto) = duas horas e quarenta minutos.

Para a pesquisa com usuários do transporte rodoviário individual tomam-se valores de duração das viagens o mais próximo possível dos valores reais, considerando o produto das velocidades máximas, médias e mínimas pela extensão do trecho de estudo de caso. Ou seja, considerando-se uma velocidade máxima em torno de 110 km/h (ver item 5.3.1.3 na página 97), velocidade média de 90 km/h e uma velocidade mínima de 70 km/h para o trecho de 95 km de extensão, têm-se:

- nível 0 (baixo) = cinquenta minutos;
- nível 1 (médio) = uma hora;
- nível 2 (alto) = uma hora e vinte minutos.

O cálculo do tempo para o trem foi similar ao cálculo realizado para o automóvel. Considerou-se uma velocidade máxima de aproximadamente 140 km/h, velocidade média de 90 km/h e uma velocidade mínima de 40 km/h para o trecho de 95 km, o que resultou em:

- nível 0 (baixo) = quarenta minutos;
- nível 1 (médio) = uma hora;
- nível 2 (alto) = duas horas e vinte minutos.

Na Tabela 5.7 é apresentado o resumo da configuração do delineamento experimental para o transporte rodoviário coletivo – ônibus regular e fretamento:

**Tabela 5.7 – Configuração do delineamento experimental (ônibus regular e fretamento)**

ATRIBUTOS\MODO	(continua)	
	TREM	ÔNIBUS
	21,00	18,00
CUSTOU OU TARIFA (R\$)	25,00	22,00
	29,00	26,00

(conclusão)		
ATRIBUTOS\MODO	TREM	ÔNIBUS
TEMPO DE VIAGEM (HH:MM)	00:40	01:20
	01:00	02:00
	02:20	02:40

Na Tabela 5.8 pode-se visualizar a configuração utilizada na pesquisa com usuários do transporte particular:

**Tabela 5.8 – Configuração do delineamento experimental (automóvel)**

ATRIBUTOS\MODO	TREM	AUTOMÓVEL
CUSTOU OU TARIFA (R\$)	21,00	24,00
	25,00	28,00
	29,00	32,00
TEMPO DE VIAGEM (HH:MM)	00:40	00:50
	01:00	01:00
	02:20	01:20

### 5.3.6.5 Formação dos cartões e medição das escolhas

De acordo com o procedimento proposto (ver item 4.2.5.4 na página 76), foi utilizada o Projeto Fatorial Fracionário (PFF) denominado de *Plan Code* n°. 19<sup>a</sup>, formado pelas colunas 1, 2, 3 e 4 do *Master Plan VI* extraído de Kocur et. al (1982), conforme mostra a Tabela 5.9.

Para facilitar a análise dos usuários, as 18 linhas de combinações foram divididas em blocos menores:

- a) Bloco I: representado pela cor vermelha: do cartão 01 ao 06;
- b) Bloco II: representado pela cor azul: do cartão 07 ao 12;
- c) Bloco III: representado pela cor verde: do cartão 13 ao 18.

**Tabela 5.9 – Configuração do projeto experimental (efeitos adicionais)**

Cartão	MODAL FERROVIÁRIO		MODAL RODOVIÁRIO	
	Custo	Tempo	Custo	Tempo
01	0	0	0	0
02	0	1	1	2
03	0	2	2	1
04	1	0	1	1
05	1	1	2	0
06	1	2	0	2
07	2	0	2	2
08	2	1	0	1
09	2	2	1	0
10	0	0	2	1
11	0	1	0	0
12	0	2	1	2
13	1	0	0	2
14	1	1	1	1
15	1	2	2	0
16	2	0	1	0
17	2	1	2	2
18	2	2	0	1

(KOCUR et al., 1982)

Cada bloco foi apresentado a um entrevistado, sendo necessária a apresentação dos três blocos para fechar um ciclo completo. Ou seja, o bloco vermelho composto de seis cartões - cartão 01 ao 06 - foi apresentado ao primeiro entrevistado, o bloco azul composto de outros seis cartões - cartão 07 ao 12 - foi apresentado ao próximo entrevistado, e o bloco verde composto dos seis cartões restantes - cartão 13 ao 18 - foi apresentado ao entrevistado seguinte de modo a fechar o ciclo e assim sucessivamente.

Substituindo os valores dos atributos para cada modalidade de transporte (ver item 5.3.6.4 na página 105) no delineamento experimental adotado

(Tabela 5.9), gerou-se os blocos – vermelho, azul e verde – com os respectivos cartões de Preferência Declarada (PD):

**Tabela 5.10 – Delineamento do projeto experimental (ônibus regular e fretamento)**

Cartões	TREM		ÔNIBUS	
	Tarifa	Tempo	Tarifa	Tempo
01	21,00	00:40	18,00	01:20
02	21,00	01:00	22,00	02:40
03	21,00	02:20	26,00	02:00
04	25,00	00:40	22,00	02:00
05	25,00	01:00	26,00	01:20
06	25,00	02:20	18,00	02:40
07	29,00	00:40	26,00	02:40
08	29,00	01:00	18,00	02:00
09	29,00	02:20	22,00	01:20
10	21,00	00:40	26,00	02:00
11	21,00	01:00	18,00	01:20
12	21,00	02:20	22,00	02:40
13	25,00	00:40	18,00	02:40
14	25,00	01:00	22,00	02:00
15	25,00	02:20	26,00	01:20
16	29,00	00:40	22,00	01:20
17	29,00	01:00	26,00	02:40
18	29,00	02:20	18,00	02:00

**Tabela 5.11 – Delineamento do projeto experimental (automóvel)**  
(continua)

Cartões	TREM		AUTOMÓVEL	
	Tarifa	Tempo	Tarifa	Tempo
01	21,00	00:40	24,00	00:50
02	21,00	01:00	28,00	01:20
03	21,00	02:20	32,00	01:00

(conclusão)

Cartões	TREM		AUTOMÓVEL	
	Tarifa	Tempo	Tarifa	Tempo
04	25,00	00:40	28,00	01:00
05	25,00	01:00	32,00	00:50
06	25,00	02:20	24,00	01:20
07	29,00	00:40	32,00	01:20
08	29,00	01:00	24,00	01:00
09	29,00	02:20	28,00	00:50
10	21,00	00:40	32,00	01:00
11	21,00	01:00	24,00	00:50
12	21,00	02:20	28,00	01:20
13	25,00	00:40	24,00	01:20
14	25,00	01:00	28,00	01:00
15	25,00	02:20	32,00	00:50
16	29,00	00:40	28,00	00:50
17	29,00	01:00	32,00	01:20
18	29,00	02:20	24,00	01:00

Todos os cartões utilizados na pesquisa de PD podem ser visualizados no Apêndice C. Uma vez confeccionados os cartões, definiu-se o uso do método de escolha discreta para medição das escolhas. Como nesse tipo de experimento a cada entrevistado foi apresentado um dos blocos, tem-se como resultados seis escolhas, uma por cartão, os quais são anotados no questionário a seguir (Figura 5.6):

Preferência Declarada:	
Cor do Cartão: <input type="checkbox"/> vermelho <input type="checkbox"/> azul <input type="checkbox"/> verde	
Opção 1 (ônibus)	Opção 2 (trem)
001: <input type="checkbox"/>	001: <input type="checkbox"/>
002: <input type="checkbox"/>	002: <input type="checkbox"/>
003: <input type="checkbox"/>	003: <input type="checkbox"/>
004: <input type="checkbox"/>	004: <input type="checkbox"/>
005: <input type="checkbox"/>	005: <input type="checkbox"/>
006: <input type="checkbox"/>	006: <input type="checkbox"/>

**Figura 5.6 – Pesquisa de Preferência Declarada (PD)**

### 5.3.6.6 Análise dos dados

Os dados foram analisados por meio de recursos do programa *Microsoft Excel* e a calibração dos modelos de escolha discreta do tipo Logit Multinomial foi realizada no *software* Alogit através do método de Máxima Verossimilhança.

### 5.3.7 Pesquisas complementares

Em relação às pesquisas complementares, devido a limitações de recursos disponíveis para a pesquisa de campo, não foi possível realizá-las.

### 5.3.8 Pesquisa piloto

Cabe ressaltar que na realização da pesquisa de campo, respeitaram-se as recomendações citadas no item 4.2.8 na página 82 referentes à pesquisa piloto com o intuito de garantir o bom funcionamento da mesma.

### 5.3.9 Treinamento dos pesquisadores

Por fim, antes da aplicação prática do procedimento foi feito o treinamento dos pesquisadores de modo a orientá-los sobre aspectos considerados relevantes para a execução da pesquisa.

## 5.4 APRESENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

A pesquisa de campo foi executada nos dias 25, 26 e 27 de outubro de 2011, correspondentes a uma terça, quarta e quinta-feira e alcançou um total de 105 entrevistas com usuários de linhas de ônibus regular, 95 entrevistas com usuários de linhas sob regime de fretamento e 102 entrevistas com usuários de transporte privado. As entrevistas foram tabuladas e seus resultados podem ser vistos a seguir.

Cabe ressaltar que todos os resultados correspondem a amostra de usuários entrevistados e, por isso, são reflexos diretos das escolhas das linhas de serviço de ônibus regular e sob regime de fretamento, bem como da seleção dos postos de gasolina realizadas na programação da pesquisa.

### 5.3.10 Perfil dos entrevistados

Todos os entrevistados foram caracterizados em termos socioeconômicos (Figura 5.7), a partir de percentuais, conforme: sexo, idade, grau de escolaridade, renda familiar, etc.

Percebe-se pela Figura 5.7 que:

Em relação à idade, os usuários de sistemas de fretamento são os mais jovens - 52% com idade menor que 25 anos -, seguidos pelos usuários de serviços de ônibus regular - 50% com idade até 35 anos -, e, por último, pelos usuários de automóveis - 42% com idade até 35 anos. Ressalta-se que praticamente 40% dos usuários de linhas de ônibus regular tem idade maior que 45 anos.

Quanto ao sexo, a maioria é dos entrevistados são do sexo feminino na pesquisa com ônibus regular - 67% - e fretado - 70% -, ao contrário da pesquisa com veículos individuais que a maior parte dos entrevistados são compostos de homens - 81%.

Em todas as pesquisas verificou-se que poucos são os entrevistados que possuem apenas o primeiro grau completo ou incompleto - apenas 19%, 17% e 14% para ônibus, fretamento e carro, respectivamente.

Referindo-se a renda familiar, observa-se uma concentração de respostas na faixa entre 2 a 10 salários mínimos. Independente da renda familiar, os respondentes possuem, na sua maioria, casa própria, sendo muito pequeno o número de usuários que moram sozinhos ou dividem a casa com mais de quatro pessoas contando ele próprio.

Em relação à posse de veículos, de forma geral, a maioria dos entrevistados não possuem motocicletas. Boa parte dos usuários de ônibus regular e fretamento possuem uma quantidade de carros variando de zero a um, enquanto que os usuários de transporte particular possuem de um a dois automóveis.

Modal	idade				Modal	sexo			Modal	grau de escolaridade			
	< 25	25-35	35-45	> 45		M	F	N.I.		1I/1C	2C	3C	N.I.
ônibus	22%	23%	16%	39%	ônibus	33%	67%	0%	ônibus	19%	35%	46%	0%
frete	52%	20%	19%	9%	frete	27%	70%	3%	frete	17%	46%	33%	4%
carro	13%	29%	29%	29%	carro	81%	19%	0%	carro	14%	49%	36%	0%
Modal	renda familiar								Modal	casa própria			
	< 1	1 a 2	2 a 3	3 a 5	5 a 10	10 a 20	> 20	N.I.		S	N	N.I.	
ônibus	4%	13%	14%	29%	27%	11%	2%	0%	ônibus	70%	30%	0%	
frete	5%	18%	15%	25%	19%	12%	4%	2%	frete	84%	15%	1%	
carro	1%	10%	23%	36%	21%	8%	1%	1%	carro	85%	15%	0%	
Modal	moradores na casa							Modal	posse de motos				
	1	2	3	4	5	> 5	N.I.		0	1	2 ou +	N.I.	
ônibus	15%	30%	17%	24%	10%	4%	0%	ônibus	82%	17%	1%	0%	
frete	4%	22%	29%	32%	6%	2%	5%	frete	74%	22%	3%	1%	
carro	3%	23%	31%	29%	9%	5%	0%	carro	67%	22%	11%	0%	
Modal	posse de carros					Modal	passagem paga		Modal	ocupantes no carro			
	0	1	2	3 ou +	N.I.		você	emp.		1	2	3 ou +	
ônibus	39%	48%	10%	3%	0%	ônibus	68%	32%	ônibus	-	-	-	
frete	26%	54%	15%	2%	3%	frete	33%	67%	frete	-	-	-	
carro	2%	60%	29%	11%	0%	carro	-	-	carro	65%	23%	12%	
Modal	motivo da viagem						Modal	frequência da viagem					
	trabalho	estudo	saúde	turismo	parentes	outros		< 1xsem	1xsem	2 a 4xsem	5 a 7xsem		
ônibus	55%	7%	12%	11%	9%	6%	ônibus	50%	6%	19%	25%		
frete	62%	38%	0%	0%	0%	0%	frete	1%	16%	0%	83%		
carro	83%	1%	1%	6%	1%	8%	carro	14%	18%	27%	41%		

Figura 5.7 – Perfil socioeconômico dos entrevistados

Na questão levantada na pesquisa com usuários do transporte rodoviário coletivo sobre quem paga a passagem, percebe-se que a maior parte dos usuários de serviços regulares pagam sua passagem – 68%. Por outro lado, a maior parte dos usuários de serviços sob regime de fretamento tem sua passagem paga pelo empregador – 67% -, visto que foram investigadas mais viagens de funcionários do que de estudantes.

Já na questão levantada acerca da taxa de ocupação dos automóveis, encontrou-se uma média de 1,5 pessoas ocupando os veículos.

A respeito das características da viagem, o motivo de viagem mais relevante em todas as pesquisas foi o trabalho, sendo que o estudo também ganhou destaque na pesquisa de fretamento devido às linhas selecionadas para a pesquisa de campo.

Finalmente, metade dos usuários de ônibus regular faz aquele percurso eventualmente. Por outro lado, a maioria dos usuários de fretamento e automóveis faz aquele deslocamento com uma frequência maior ou igual a uma vez por semana – 99% e 86%, respectivamente.

Informações mais detalhadas sobre o perfil socioeconômico dos entrevistados foram disponibilizadas no Apêndice D.

### **5.3.11 Matriz Origem/Destino (O/D) de viagens**

A segunda etapa da apresentação dos resultados consistiu nas matrizes Origem/Destino (O/D) de viagens, as quais foram elaboradas para cada tipo de pesquisa, indicando o número de viagens realizadas, entre os pares de municípios, por todos os viajantes consultados na amostra pesquisada.

#### **5.4.2.1 Pesquisa com usuários de linhas de ônibus regular**

A matriz para a pesquisa com usuário de ônibus regular é apresentada na Figura 5.8. Pode-se observar que a maior demanda acontece entre as cidades de Florianópolis e Balneário Camboriú - 26,7% -, em seguida, a maior demanda é no trecho Florianópolis e Itajaí - 13,3% -, e em terceiro lugar está o trecho Itapema e Tijucas - 10,5%.

ÔNIBUS	Florianópolis	São José	Biguaçu	Acesso Gov. CR	Tijucas	Itapema	Bal. Camboriú	Itajaí	N.I.
Florianópolis									
São José	0,0%								
Biguaçu	0,0%	0,0%							
Acesso Gov. CR	0,0%	0,0%	0,0%						
Tijucas	9,5%	5,7%	1,9%	0,0%					
Itapema	4,8%	1,0%	1,9%	0,0%	10,5%				
Bal. Camboriú	26,7%	1,9%	1,0%	0,0%	3,8%	4,8%			
Itajaí	13,3%	1,0%	0,0%	0,0%	6,7%	2,9%	2,9%		
N.I.	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	

**Figura 5.8 – Matriz O/D triangular (percentual): ônibus regular**

Ressalta-se ainda que o acesso a Governador Celso Ramos não teve nenhuma demanda, visto que o mesmo não faz parte do itinerário das linhas regulares pesquisadas.

#### 5.4.2.2 Pesquisa com usuários de linhas sob regime de fretamento

Na pesquisa com ônibus fretado, a matriz Origem/Destino (O/D) representou as pesquisas com usuários de fretamento que foram realizadas. Os movimentos entre as cidades de Tijucas e Itajaí - 21,1% -, Florianópolis e Itajaí - 20,0% -, Tijucas e Balneário Camboriú - 7,4% - e Florianópolis e Balneário Camboriú - 1,1% - correspondem às entrevistas realizadas com alunos e professores saindo de Florianópolis e Tijucas em direção aos campos da Univali em Balneário Camboriú e Itajaí. Os outros percentuais relativos a deslocamentos entre a região da Grande Florianópolis e Tijucas se referem às entrevistas com os funcionários das empresas Portobello e Komlog.

De acordo com os dados do DETER (Tabela 5.2), o maior número de viagens realizadas por serviços de fretamento acontece entre as cidades de Balneário Camboriú e Itajaí, seguida por Florianópolis e São José e Itapema e Itajaí.

FRETADO	Florianópolis	São José	Biguaçu	Acesso Gov. CR	Tijucas	Itapema	Bal.Camboriú	Itajaí	N.I.
Florianópolis									
São José	0,0%								
Biguaçu	0,0%	0,0%							
Acesso Gov. CR	0,0%	0,0%	0,0%						
Tijucas	11,6%	5,3%	14,7%	17,9%					
Itapema	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%				
Bal. Camboriú	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	7,4%	0,0%			
Itajaí	20,0%	0,0%	0,0%	0,0%	21,1%	0,0%	0,0%		
N.I.	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	

**Figura 5.9 – Matriz O/D triangular (percentual): ônibus fretado**

#### 5.4.2.3 Pesquisa com usuários de transporte particular

Por fim, a matriz Origem/Destino (O/D) para a pesquisa com usuários de transporte particular (Figura 5.10) mostrou que as maiores quantidades de usuários de automóvel entrevistados nos postos de gasolina da região estavam realizando viagens entre as cidades de Florianópolis e Itajaí - 28,4% -, São José e Biguaçu - 20,6% -, e Florianópolis e Biguaçu - 15,7%.

Destaca-se que a escolha dos postos de gasolina e sua localização podem ter influenciado no desenho dessa matriz O/D. Ou seja, essa matriz representa a pesquisa feita nessa dissertação com usuários de veículos individuais.

CARRO	Florianópolis	São José	Biguaçu	Acesso Gov. CR	Tijucas	Itapema	Bal. Camboriú	Itajaí	N.I.
Florianópolis									
São José	2,9%								
Biguaçu	15,7%	20,6%							
Acesso Gov. CR	2,0%	2,0%	0,0%						
Tijucas	1,0%	1,0%	2,0%	0,0%					
Itapema	4,9%	2,0%	0,0%	0,0%	2,0%				
Bal. Camboriú	5,9%	2,0%	1,0%	0,0%	1,0%	1,0%			
Itajaí	28,4%	0,0%	2,0%	1,0%	0,0%	1,0%	0,0%		
N.I.	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	

Figura 5.10 – Matriz O/D triangular (percentual): automóveis

### 5.3.12 Potencial de propensão à mudança de modal

Para a determinação do potencial de propensão à mudança de modal foi utilizada a seguinte função utilidade (Equação 5.1):

$$U = \beta_1 \cdot \text{Modal} - \beta_2 \cdot \text{Tarifa} - \beta_3 \cdot \text{Tempo} \quad (\text{Equação 5.1})$$

A qual foi calibrada através do *software* Alogit pelo método da Máxima Verossimilhança.

Determinados os valores dos coeficientes da função utilidade, a significância estatística dos seus resultados foi testada a partir dos parâmetros: t-student – valores maiores que 1,96 (em módulo) e  $\rho^2$  - valores acima de 0,2 e próximos a 0,4. Também foram analisados os sinais dos coeficientes das variáveis para verificar se estão de acordo com o esperado.

Após essa verificação, foi feito o cálculo das utilidades de cada alternativa. Ou seja, considerando as 18 linhas de combinações do experimento, sendo que cada linha era composta por duas alternativas – modal ferroviário ou modal rodoviário -, têm-se 18 utilidades para o modal ferroviário e 18 utilidades para o modal rodoviário – ônibus

regular/fretamento e automóveis. Substituindo, então, os coeficientes obtidos na calibração do modelo e os valores dos atributos na forma de níveis (Tabela 5.12) foram obtidas as utilidades de cada alternativa, as quais são apresentadas de forma mais detalhada nos itens a seguir.

**Tabela 5.12 – Variáveis (em níveis) para o cálculo das utilidades**

Utilidades	MODAL FERROVIÁRIO (1)		MODAL RODOVIÁRIO (2)	
	Tarifa	Tempo	Tarifa	Tempo
	01	0	0	0
02	0	1	1	2
03	0	2	2	1
04	1	0	1	1
05	1	1	2	0
06	1	2	0	2
07	2	0	2	2
08	2	1	0	1
09	2	2	1	0
10	0	0	2	1
11	0	1	0	0
12	0	2	1	2
13	1	0	0	2
14	1	1	1	1
15	1	2	2	0
16	2	0	1	0
17	2	1	2	2
18	2	2	0	1

Os valores atribuídos às modalidades foram “1” para o modal ferroviário e “2” para o modal rodoviário. Ressalta-se que é indiferente utilizar os valores “1” e “2” ao invés de “0” e “1” para resultados de probabilidade de escolha do modal, os quais foram calculados através das Equações 5.1 e 5.2:

$$P_1 = \frac{e^{U_1}}{e^{U_1} + e^{U_2}} \quad (\text{Equação 5.1})$$

$$P_2 = \frac{e^{U_2}}{e^{U_1} + e^{U_2}} \quad (\text{Equação 5.2})$$

Finalmente, combinando a taxa de propensão de transferência dos usuários do modal rodoviário para o modal ferroviário ( $P_1$ ) com os dados levantados acerca da demanda das linhas de ônibus regular, linhas sob regime de fretamento e contagens volumétricas de veículos nas rodovias (ver item 5.3.1 na página 89) se obteve a demanda transferida para o novo modal.

#### 5.4.3.1 Pesquisa com usuários de linhas de ônibus regular

Os resultados da calibração do modelo para as 312 observações dos usuários de linhas de ônibus regular são resumidos na Tabela 5.13. No Apêndice E.1 pode-se encontrar resultados mais detalhados.

**Tabela 5.13 – Resultados PD: ônibus regular**

$\rho^2 = 0,4170$	<b>Modal (<math>\beta_1</math>)</b>	<b>Tarifa (<math>\beta_2</math>)</b>	<b>Tempo (<math>\beta_3</math>)</b>
<b>Coefficientes</b>	-0,5909	-0,1983	-0,03892
<b>t-student</b>	2,8	5,2	7,5

Analisando os dados obtidos nota-se que o atributo modal teve um peso muito maior para os entrevistados do que os outros atributos. O valor negativo indica que os usuários deram maior preferência ao modal trem, como era de se esperar. Os valores negativos dos parâmetros tarifa e tempo indicam que, para maiores valores destas variáveis, menor a probabilidade de escolha do modo correspondente. Quanto ao valor dado ao tempo, seu coeficiente muito baixo indica que estes usuários não deram muita importância a este atributo na escolha do modal e sim priorizaram o valor da tarifa no processo de escolha.

Observa-se que o modelo estimado possui boa aderência aos dados -  $\rho^2$  em torno de 0,42 -, e que todos os coeficientes principais estimados foram significativos no nível de significância de 0,05 ( $t = 1,96$ ).

Deste modo, a equação utilidade calibrada para a pesquisa com usuários de linhas de ônibus regular ficou com a seguinte forma:

$$U = -0,5909 \cdot \text{Modal} + 0,1983 \cdot \text{Tarifa} + 0,03892 \cdot \text{Tempo}$$

Para o cálculo das probabilidades de escolha, determinou-se, primeiro, a utilidade de cada alternativa, as quais podem ser vistas na Tabela 5.14:

**Tabela 5.14 – Utilidade: ônibus regular**

trem (k)	U1,k	(e^U1,k)	ônibus (k)	U2,k	(e^U2,k)
1	-0,55198	0,575809	1	-1,14288	0,318899
2	-1,55198	0,211828	2	-2,94458	0,052624
3	-2,55198	0,077927	3	-1,74628	0,174422
4	-0,35368	0,7021	4	-1,94458	0,143047
5	-1,35368	0,258288	5	-0,74628	0,474127
6	-2,35368	0,095019	6	-3,14288	0,043158
7	-0,15538	0,85609	7	-2,74628	0,064166
8	-1,15538	0,314938	8	-2,14288	0,117316
9	-2,15538	0,115859	9	-0,94458	0,388843
10	-0,55198	0,575809	10	-1,74628	0,174422
11	-1,55198	0,211828	11	-1,14288	0,318899
12	-2,55198	0,077927	12	-2,94458	0,052624
13	-0,35368	0,7021	13	-3,14288	0,043158
14	-1,35368	0,258288	14	-1,94458	0,143047
15	-2,35368	0,095019	15	-0,74628	0,474127
16	-0,15538	0,85609	16	-0,94458	0,388843
17	-1,15538	0,314938	17	-2,74628	0,064166
18	-2,15538	0,115859	18	-2,14288	0,117316
	e^U1 =	6,415714		e^U2 =	3,553206

A partir dessas utilidades e fazendo uso das equações 5.1 e 5.2, chegou-se a uma taxa de propensão de transferência dos usuários de ônibus regular para o trem (**P<sub>1</sub>**) de **64,36%** contra uma taxa de permanência no modal ônibus regular (**P<sub>2</sub>**) de **35,64%**.

## 5.4.3.2 Pesquisa com usuários de linhas sob regime de fretamento

Os resultados da calibração do modelo para as 558 observações dos usuários de linhas sob regime de fretamento são resumidos na Tabela 5.15. No Apêndice E.2 pode-se encontrar resultados mais detalhados.

**Tabela 5.15 – Resultados PD: fretamento (primeira rodada)**

$\rho^2 = \mathbf{0,1651}$	<b>Modal (<math>\beta_1</math>)</b>	<b>Tarifa (<math>\beta_2</math>)</b>	<b>Tempo (<math>\beta_3</math>)</b>
<b>Coefficientes</b>	0,1115	-0,07553	-0,01714
<b>t-student</b>	<b>0,9</b>	3,7	8,7

Neste caso, o atributo modal também teve um peso muito maior para os entrevistados do que os outros atributos. Contudo, como o valor é positivo, ao contrário dos usuários de ônibus regular os usuários de fretamento deram maior preferência ao modal ônibus fretado. Acredita-se que esses resultados reflitam a conveniência do transporte coletivo rodoviário porta à porta em comparação com o transporte coletivo ferroviário.

Os valores negativos dos parâmetros tarifa e tempo indicam que, para maiores valores destas variáveis, menor a probabilidade de escolha do modo correspondente. Quanto ao valor dado ao tempo, seu coeficiente baixo indica que estes usuários não deram tanta importância a este atributo na escolha do modal quanto ao valor da tarifa.

Observa-se no modelo que todos os resultados principais estimados foram significativos estatisticamente, exceto o valor de  $\rho^2$  e o t-student do parâmetro modal. Embora esses valores não tenham ficado na margem normalmente desejável, consideram-se aceitáveis, visto que os mesmos foram resultados do projeto de pesquisa e aplicação de questionários.

Deste modo, a equação utilidade calibrada para a pesquisa com usuários de linhas de ônibus regular ficou com a seguinte forma:

$$U = 0,1115 \cdot \text{Modal} - 0,07553 \cdot \text{Tarifa} - 0,01714 \cdot \text{Tempo}$$

Para o cálculo das probabilidades de escolha, determinou-se, primeiro, a utilidade de cada alternativa, as quais podem ser vistas na Tabela 5.16:

Tabela 5.16 – Utilidade: fretamento (primeira rodada)

trem (k)	U1,k	(e^U1,k)	ônibus (k)	U2,k	(e^U2,k)
1	0,12864	1,137281	1	0,24014	1,271427
2	-0,87136	0,418382	2	-1,68433	0,185569
3	-1,87136	0,153914	3	-0,6088	0,544003
4	0,20417	1,226507	4	-0,68433	0,504428
5	-0,79583	0,451207	5	0,3912	1,478754
6	-1,79583	0,16599	6	-1,75986	0,172069
7	0,2797	1,322733	7	-1,6088	0,200128
8	-0,7203	0,486606	8	-0,75986	0,467732
9	-1,7203	0,179012	9	0,31567	1,371178
10	0,12864	1,137281	10	-0,6088	0,544003
11	-0,87136	0,418382	11	0,24014	1,271427
12	-1,87136	0,153914	12	-1,68433	0,185569
13	0,20417	1,226507	13	-1,75986	0,172069
14	-0,79583	0,451207	14	-0,68433	0,504428
15	-1,79583	0,16599	15	0,3912	1,478754
16	0,2797	1,322733	16	0,31567	1,371178
17	-0,7203	0,486606	17	-1,6088	0,200128
18	-1,7203	0,179012	18	-0,75986	0,467732
	e^U1 =	11,08326		e^U2 =	12,39058

A partir dessas utilidades e fazendo uso das equações 5.1 e 5.2, chegou-se a uma taxa de propensão de transferência dos usuários de ônibus regular para o trem ( $P_1$ ) de **47,22%** contra uma taxa de permanência no modal ônibus regular ( $P_2$ ) de **52,78%**.

Como os resultados não apresentaram a significância estatística desejada se decidiu **por realizar uma nova rodada dos dados**. Foi refletido sobre o fato de que muitas empresas contratam o serviço de fretamento para os seus funcionários e, dessa forma, os mesmos não pagam pelo transporte. Por causa disso, na execução da pesquisa de campo muitos dos entrevistados que viajavam por motivo de trabalho escolheram a opção de fretamento cegamente, enquanto outros mediante insistência

dos pesquisadores avaliaram as alternativas e fizeram suas escolhas, o que pode ter comprometido os resultados. Desse modo, **optou-se por descartar as entrevistas com funcionários e considerar apenas as entrevistas respondidas por estudantes.**

O novo modelo foi calibrado, então, com 210 observações e uma simplificação dos seus resultados pode ser visualizada na Tabela 5.17. Resultados mais detalhados são mostrados no Apêndice E.3.

**Tabela 5.17 – Resultados PD: fretamento com retirada de entrevistas (segunda rodada)**

$\rho^2 = \mathbf{0,6315}$	Modal ( $\beta_1$ )	Tarifa ( $\beta_2$ )	Tempo ( $\beta_3$ )
<b>Coefficientes</b>	0,6299	-0,2538	-0,007995
<b>t-student</b>	<b>1,8</b>	3,4	5,2

Os novos resultados não alteraram em muito a tendência anterior, onde os usuários continuaram dando preferência ao modal ônibus fretado, seguido da priorização da tarifa e depois do tempo na escolha do modal. Porém, os valores de t-student, bem como o  $\rho^2$  mostraram-se mais coerentes que os anteriores.

Com os coeficientes obtidos a função utilidade ficou da seguinte forma:

$$U = 0,6299 \cdot \text{Modal} - 0,2538 \cdot \text{Tarifa} - 0,07995 \cdot \text{Tempo}$$

O que resultou nas utilidades apresentadas na Tabela 5.18:

**Tabela 5.18 – Utilidade: fretamento com retirada de entrevistas (segunda rodada)**

(continua)					
trem (k)	U1,k	(e <sup>U1,k</sup> )	ônibus (k)	U2,k	(e <sup>U2,k</sup> )
1	0,70985	2,033686	1	1,33975	3,818089
2	-0,29015	0,748151	2	-0,40645	0,66601
3	-1,29015	0,275229	3	0,84735	2,333455
4	0,96365	2,621247	4	0,59355	1,810404
5	-0,03635	0,964303	5	1,84735	6,342988
6	-1,03635	0,354747	6	-0,66025	0,516722
7	1,21745	3,378561	7	-0,15265	0,85843

(conclusão)					
trem (k)	U1,k	(e^U1,k)	ônibus (k)	U2,k	(e^U2,k)
8	0,21745	1,242903	8	0,33975	1,404596
9	-0,78255	0,457239	9	1,59355	4,921188
10	0,70985	2,033686	10	0,84735	2,333455
11	-0,29015	0,748151	11	1,33975	3,818089
12	-1,29015	0,275229	12	-0,40645	0,66601
13	0,96365	2,621247	13	-0,66025	0,516722
14	-0,03635	0,964303	14	0,59355	1,810404
15	-1,03635	0,354747	15	1,84735	6,342988
16	1,21745	3,378561	16	1,59355	4,921188
17	0,21745	1,242903	17	-0,15265	0,85843
18	-0,78255	0,457239	18	0,33975	1,404596
		e^U1 = 24,15213			e^U2 = 45,34377

Os mesmos cálculos de probabilidade foram realizados com esses dados e resultaram em uma taxa de transferência modal ( $P_1$ ) de **34,75%** dos usuários de fretamento para o trem e uma taxa de permanência dos usuários de fretamento ( $P_2$ ) de **65,25%**.

Como conclusão, **acredita-se que os resultados dessa segunda rodada de dados**, além de serem melhores estatisticamente, **sejam mais realistas que os anteriores**, uma vez que os usuários de linhas sob regime de fretamento compostos por funcionários não têm poder de escolha e, por isso, não devem ser levados em conta na pesquisa. Cabe destacar ainda que esses funcionários irão “escolher” o modal pago pelo vale transporte do empregador, sendo que, provavelmente, o vale transporte oferecido será referente ao modal rodoviário devido ao menor custo desse para o empregador. Logo, uma estratégia para atrair mais usuários de fretamento através de políticas de incentivo às empresas contratantes de serviços de ônibus fretado seria, no mínimo, interessante para aumentar a demanda ferroviária.

### 5.4.3.3 Pesquisa com usuários de transporte particular

Os resultados da calibração do modelo para as 528 observações dos usuários de transporte particular são resumidos na Tabela 5.15. No Apêndice E.4 pode-se encontrar resultados mais detalhados.

**Tabela 5.19 – Resultados PD: automóvel (primeira rodada)**

$\rho^2 = \mathbf{0,1788}$	<b>Modal (<math>\beta_1</math>)</b>	<b>Tarifa (<math>\beta_2</math>)</b>	<b>Tempo (<math>\beta_3</math>)</b>
<b>Coefficientes</b>	0,0296	-0,07666	-0,02481
<b>t-student</b>	2,0	3,3	9,7

O maior coeficiente diz respeito ao atributo modal, o que significa que os respondentes deram maior importância a esse atributo e o seu sinal positivo indica que eles preferiram o modal automóvel a trem. Essa tendência já tinha sido evidenciada no contato com os usuários de carros para as entrevistas, no qual muito deles confessaram que não deixariam de usar o seu veículo mesmo se existisse um serviço ferroviário de excelência na região com custos e tempos de viagem mais baixos que o modal rodoviário particular. Alguns entrevistados justificaram essa escolha pelo fato da natureza da profissão exigir o uso do carro para carregar mercadorias, visitar clientes, etc. Outro item bastante abordado foi em relação à flexibilidade de rotas e horários disponibilizados pela utilização do veículo individual, para muitos visto como mais conveniente e prático que qualquer outro modal. Ainda foi mencionado durante as entrevistas, o prazer que muitos dos motoristas sentem ao dirigir e a sensação de conforto ligada ao modal - os usuários podem escolher a temperatura, o som ambiente e não precisam dividir seu espaço com mais ninguém.

Os valores negativos dos parâmetros tarifa e tempo indicam que, para maiores valores destas variáveis, menor a probabilidade de escolha do modo correspondente. Neste caso, a tarifa também foi priorizada mais que o tempo de viagem, o qual alcançou um coeficiente relativamente baixo.

Observa-se no modelo que todos os coeficientes principais estimados foram significativos no nível de significância de 0,05 ( $t = 1,96$ ). O valor de  $\rho^2$  em torno de 0,18 não se encontra na margem normalmente desejável, embora seja aceitável por estar muito próximo a 0,20.

Deste modo, a equação utilidade calibrada para a pesquisa com usuários de linhas de ônibus regular ficou com a seguinte forma:

$$U = 0,0296 \cdot \text{Modal} - 0,07666 \cdot \text{Tarifa} - 0,02481 \cdot \text{Tempo}$$

Para o cálculo das probabilidades de escolha, determinou-se, primeiro, a utilidade de cada alternativa, as quais podem ser vistas na Tabela 5.20:

**Tabela 5.20 – Utilidade: automóvel (primeira rodada)**

trem (k)	U1,k	(e^U1,k)	ônibus (k)	U2,k	(e^U2,k)
1	0,05441	1,055917	1	0,08401	1,08764
2	-0,94559	0,38845	2	-1,83933	0,158924
3	-1,94559	0,142903	3	-0,76267	0,466419
4	0,13107	1,140048	4	-0,83933	0,432
5	-0,86893	0,4194	5	0,23733	1,267859
6	-1,86893	0,154289	6	-1,91599	0,147196
7	0,20773	1,230881	7	-1,76267	0,171586
8	-0,79227	0,452816	8	-0,91599	0,40012
9	-1,79227	0,166582	9	0,16067	1,174297
10	0,05441	1,055917	10	-0,76267	0,466419
11	-0,94559	0,38845	11	0,08401	1,08764
12	-1,94559	0,142903	12	-1,83933	0,158924
13	0,13107	1,140048	13	-1,91599	0,147196
14	-0,86893	0,4194	14	-0,83933	0,432
15	-1,86893	0,154289	15	0,23733	1,267859
16	0,20773	1,230881	16	0,16067	1,174297
17	-0,79227	0,452816	17	-1,76267	0,171586
18	-1,79227	0,166582	18	-0,91599	0,40012
	e^U1 =	10,30257		e^U2 =	10,61208

A partir dessas utilidades e fazendo uso das equações 5.1 e 5.2, chegou-se a uma taxa de propensão de transferência dos usuários de ônibus regular para o trem (**P<sub>1</sub>**) de **49,26%** contra uma taxa de permanência no modal ônibus regular (**P<sub>2</sub>**) de **50,74%**.

Como os resultados não apresentaram a significância estatística desejada se **decidiu por realizar uma nova rodada** retirando as entrevistas discrepantes. Ou seja, **foram desconsideradas as respostas que escolheram a alternativa “carro” sem ao menos avaliar as opções**, o que pode ter conduzido a incertezas no modelo anterior.

O novo modelo foi calibrado, então, com 396 observações e uma simplificação dos seus resultados pode ser visualizada na Tabela 5.21. Resultados mais detalhados são mostrados no Apêndice E.5.

**Tabela 5.21 – Resultados PD: automóveis com retirada de entrevistas (segunda rodada)**

$\rho^2 = 0,3927$	Modal ( $\beta_1$ )	Tarifa ( $\beta_2$ )	Tempo ( $\beta_3$ )
<b>Coefficientes</b>	-0,9628	-0,1273	-0,03791
<b>t-student</b>	5,6	4,2	10,8

O maior coeficiente continua sendo o do atributo modal, no entanto, ao contrário do modelo anterior, o valor negativo indica que os usuários preferiram o modal trem, o que não condiz com a realidade da situação dos sistemas de transportes brasileiros. Os valores dos parâmetros tarifa e tempo continuam negativo como é de se esperar, uma vez que para maiores valores destas variáveis, menor a probabilidade de escolha do modo correspondente. Neste caso, a tarifa também foi priorizada mais que o tempo de viagem, o qual alcançou um coeficiente relativamente baixo.

Observa-se no modelo que todos os coeficientes principais estimados continuam sendo significativos no nível de significância de 0,05 ( $t = 1,96$ ), e o valor de  $\rho^2$  em torno de 0,39, apresentou resultados melhores que os anteriores.

Com os coeficientes obtidos nessa segunda rodada, a função utilidade ficou da seguinte forma:

$$U = -0,9628 \cdot \text{Modal} - 0,1273 \cdot \text{Tarifa} - 0,03791 \cdot \text{Tempo}$$

O que resultou nas utilidades apresentadas na Tabela 5.22:

**Tabela 5.22 – Utilidade: automóveis com retirada de entrevistas (segunda rodada)**

trem (k)	U1,k	(e^U1,k)	ônibus (k)	U2,k	(e^U2,k)
1	-0,92489	0,396575	1	-1,88769	0,151421
2	-1,92489	0,145892	2	-3,76039	0,023275
3	-2,92489	0,053671	3	-2,63309	0,071856
4	-0,79759	0,450413	4	-2,76039	0,063267
5	-1,79759	0,165698	5	-1,63309	0,195325
6	-2,79759	0,060957	6	-3,88769	0,020493
7	-0,67029	0,51156	7	-3,63309	0,026434
8	-1,67029	0,188192	8	-2,88769	0,055705
9	-2,67029	0,069232	9	-1,76039	0,171978
10	-0,92489	0,396575	10	-2,63309	0,071856
11	-1,92489	0,145892	11	-1,88769	0,151421
12	-2,92489	0,053671	12	-3,76039	0,023275
13	-0,79759	0,450413	13	-3,88769	0,020493
14	-1,79759	0,165698	14	-2,76039	0,063267
15	-2,79759	0,060957	15	-1,63309	0,195325
16	-0,67029	0,51156	16	-1,76039	0,171978
17	-1,67029	0,188192	17	-3,63309	0,026434
18	-2,67029	0,069232	18	-2,88769	0,055705
	e^U1 =	4,08438		e^U2 =	1,559507

Os mesmos cálculos de probabilidade foram realizados com esses dados e resultaram em uma taxa de transferência modal ( $P_1$ ) de **72,37%** dos usuários de fretamento para o trem e uma taxa de permanência dos usuários de fretamento ( $P_2$ ) de **27,63%**.

Percebe-se que a probabilidade de transferência foi bastante otimista e, portanto, apesar de ter alcançado melhores valores estatisticamente, **julgou-se que não seria certo a retirada das entrevistas como foi feito na segunda rodada**. Ou seja, os usuários de automóveis que não deixariam de utilizar o seu veículo em hipótese nenhuma devem ser contabilizados na pesquisa como foi o caso da primeira rodada de dados.

### 5.3.13 Expansão da amostra

A expansão da amostra utilizou os resultados da taxa de transferência ( $P_1$ ) para cada modal e seus respectivos dados de demanda atual. É oportuno lembrar que os resultados são estimados e indicam somente uma **PROPENSÃO** de transferência dos usuários de outros modais para o modal ferroviário. Desse modo, não é esperado que todos os usuários de outros modais, em geral, irão deixar seu modal para usar um transporte público sobre trilhos. Porém, a intenção de mudar de modal expressada pelos usuários mostra que a oferta de um serviço ferroviário de qualidade com tarifa e tempo de viagem competitivos com os outros modais pode atrair usuários potenciais para esse novo serviço, possivelmente auxiliando a viabilizar um projeto desse tamanho.

Para facilitar a análise, elaborou-se uma tabela-resumo dos resultados de PD (Tabela 5.23):

**Tabela 5.23 – Resumo dos resultados de PD**

<b>Pesquisa: ônibus</b>					
$\rho^2 = 0,4170$	Modal ( $\beta_1$ )	Tarifa ( $\beta_2$ )	Tempo ( $\beta_3$ )	Divisão Modal	
<b>Coefficientes</b>	-0,5909	-0,1983	-0,03892	<b>Trem</b>	<b>Ônibus</b>
<b>t-student</b>	-2,8	-5,2	-7,5	64,36%	35,64%
<b>Pesquisa: fretamento (segunda rodada)</b>					
$\rho^2 = 0,6315$	Modal ( $\beta_1$ )	Tarifa ( $\beta_2$ )	Tempo ( $\beta_3$ )	Divisão Modal	
<b>Coefficientes</b>	0,6299	-0,2538	-0,07995	<b>Trem</b>	<b>Frete</b>
<b>t-student</b>	2	-3,3	-9,7	49,26%	50,74%
<b>Pesquisa: automóveis (primeira rodada)</b>					
$\rho^2 = 0,1788$	Modal ( $\beta_1$ )	Tarifa ( $\beta_2$ )	Tempo ( $\beta_3$ )	Divisão Modal	
<b>Coefficientes</b>	0,0296	-0,07666	-0,02481	<b>Trem</b>	<b>Carro</b>
<b>t-student</b>	2	-3,3	-9,7	49,26%	50,74%

Avaliando esses resultados, percebe-se que o maior coeficiente dos atributos correspondeu ao modal para todas as pesquisas, seguido pela tarifa e, por último, o tempo. Quanto ao sinal dos coeficientes, pode-se notar que a tarifa e o tempo deram sinal negativo em todos os resultados, logo, para maiores valores destas variáveis, menor a probabilidade de escolha do modo correspondente. Em relação ao modal, o sinal negativo indica uma preferência pelo trem, enquanto o

sinal positivo indica uma preferência pelo modal concorrente. Por conseguinte, **tem-se que os usuários de ônibus regular são os que mais têm interesse em trocar de modal - 64,36% -, seguido dos usuários de veículos particulares - 49,26% - e pelos usuários de ônibus fretado -34,75%.**

#### 5.4.4.1 Pesquisa com usuários linhas de ônibus regular

Para a expansão da pesquisa com usuários de ônibus regular foram utilizados dados de demanda anual de linhas intermunicipais regulares, operadoras na região, fornecidos pelo DETER, relativamente ao período de janeiro de 2011 a dezembro de 2011 (ver Tabela 5.1 na página 90). Segundo o DETER, no ano de 2011 as linhas de ônibus regular foram responsáveis pelo deslocamento de 50.423 passageiros na região de estudo de caso.

Dessa forma, a taxa de transferência ( $P_1$ ) de 64,36% foi aplicada então a esse valor de demanda, resultando em uma demanda estimada de **32.452 passageiros/ano** oriundos da transferência do modal ônibus regular.

#### 5.4.4.2 Pesquisa com usuários de linhas sob regime de fretamento

Para a expansão da pesquisa com usuários de linhas sob regime de fretamento foram utilizados dados de taxa média diária de ocupação desses veículos, fornecidos pelo DETER, relativamente ao período de janeiro de 2011 a dezembro de 2011 (ver Tabela 5.2 na página 92). Considerando somente as viagens de estudantes, tem-se que o fretamento na região é responsável pelo deslocamento de 1.209 passageiros. Como cada passageiro realiza viagem de ida e de volta, ao todo se tem 2.418 poltronas ocupadas por dia útil. Ou seja, em um ano com 260 dias úteis são transportados 628.680 estudantes em linhas sob regime de fretamento na área de estudo de caso.

Ressalta-se que a pesquisa de campo mostrou que esses valores estão defasados, devido a alterações no serviço de fretamento. Para estudos mais aprofundados, deve-se fazer uma contagem dos ônibus fretados na região e dos números de passageiros transportados, para se obter um valor mais exato do número de pessoas que utilizam esse modal.

De qualquer forma, para fins acadêmicos, a taxa de transferência ( $P_1$ ) de 34,75% foi aplicada então a esse valor de demanda, resultando em uma

demanda estimada de **218.467 passageiros/ano** oriundos da transferência do modal ônibus de fretamento.

#### 5.4.4.3 Pesquisa com usuários de transporte particular

A Tabela 5.3 na página 98 replicada abaixo (Tabela 5.24) mostra o VMDA de 2009 relativo à contagens do DNIT de trechos da rodovia BR-101 desde a entrada de Florianópolis até Itajaí:

**Tabela 5.24 – VMDA do trecho Florianópolis (SC) – Itajaí (SC)**

<b>LOCAIS DE INÍCIO E FIM</b>	<b>VMDA 2009</b>
CONTAGEM DEPOIS DO TRECHO	40.660
CONTAGEM NO TRECHO, PONTO 1	41.370
CONTAGEM NO TRECHO, PONTO 2	49.760
CONTAGEM NO TRECHO, PONTO 3	49.330
CONTAGEM NO TRECHO, PONTO 4	<b>62.330</b>
CONTAGEM NO TRECHO, PONTO 5	48.250
CONTAGEM NO TRECHO, PONTO 6	40.670
CONTAGEM NO TRECHO, PONTO 7	39.660
CONTAGEM NO TRECHO, PONTO 8	39.660
CONTAGEM NO TRECHO, PONTO 9	38.880
CONTAGEM NO TRECHO, PONTO 10	38.880
CONTAGEM ANTES DO TRECHO	34.970

(Fonte: DNIT, 2011)

Ressalta-se que se um automóvel realizou o trajeto Florianópolis (SC) – Itajaí (SC) por completo, o mesmo pode ter percorrido todos os pontos de contagens do trecho (do ponto 1 ao 10). Ou seja, ele pode ter sido contado diversas vezes. Desse modo, optou-se por considerar o volume máximo contado no trecho que foi de 62.330 veículos/dia.

Considerando que antes do início do trecho, foram contados 34.970 veículos/dia e que depois do término do trecho foram contados 40.660 veículos/dia, dos 62.330 veículos que circularam no trecho apenas 21.670 veículos faziam viagens entre os pares de município de interesse, conforme cálculos explicitados abaixo:

$$(62.330 - 34.970) - (40.660 - 34.970) = 21.670 \text{ veículos/dia}$$

Multiplicando esse valor por 365 dias, têm-se que o volume no ano de 2009 foi de 7.909.550 veículos.

Segundo o Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores (SINDIPEÇAS, 2011), em 2009 a frota circulante cresceu 7,8% em relação a 2008 e em 2010 a frota cresceu 8,4% em relação a 2009. Ainda não foram disponibilizados dados de 2011. Dessa forma, presumindo que a frota tenha aumentando 8,4% a.a., tem-se um total de 9.294.164 veículos circulando na região em 2011.

Aplicando a esse resultado as informações obtidas nas entrevistas de campo de que 86% dos viajantes são rotineiros e de que a média de ocupantes no carro é de 1,5 pessoas/veículo, tem-se um total de demanda por transporte particular na área de estudo de 11.989.472 pessoas/ano em 2011.

Recomenda-se que, nos próximos trabalhos realizados, sejam feitas contagens automatizadas e contínuas, em todos os segmentos representativos da região atravessada, bem como pesquisas de O/D mais aprofundadas para obter-se um resultado mais acurado.

Apesar de não tão precisos, os resultados servem para amostragem acadêmica. Dessa forma, aplicando a taxa de transferência modal ( $P_1$ ) de 49,26% na demanda calculada, têm-se uma demanda estimada de **5.906.014 passageiros/ano** oriundos da transferência do modal ônibus de fretamento.

#### **5.3.14 Total da demanda estimada**

Somando-se todas as demandas transferidas estimadas provenientes do modal rodoviário, chegou-se no valor de **6.156.933 passageiros/ano** ou **16.869 passageiros/dia** de demanda ferroviária. Lembrando ainda que a esse valor devem ser aplicadas as taxas de crescimentos para o ano de interesse.

Pode-se notar que a maior parcela da demanda transferida diz respeito aos usuários de automóveis, seguido pelos usuários de fretamento e de ônibus regular. Mesmo os usuários de ônibus tendo maior propensão à transferência modal, os usuários de automóveis e ônibus fretado são mais numerosos e, por isso, tem maior contribuição final na parcela de demanda.

Percebe-se também que existem mais usuários sendo transportados por fretamento do que por ônibus regulares e que há pouca variedade de horários de linhas regulares, isso pode apontar para uma lacuna do transporte público intermunicipal na região. Portanto, a construção de uma ferrovia poderia sanar esse problema fazendo com que o trecho de estudo seja beneficiado com esse empreendimento, desde que houvesse planejamentos para integração de todos os modais.

Por fim, para efeitos de exemplificação, considerando a implantação de um Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) por sentido para transportar 8.435 passageiros/dia ( $16.869 \text{ passageiros/dia} \div 2 \text{ sentidos}$ ) cada um, sendo a capacidade de cada VLT de três carros da Bom Sinal de 563 passageiros, irão ser necessárias 15 viagens/dia para ambos os VLT's cobrirem a demanda inicial estimada na região. Com uma programação não levando em conta horários de pico, das 06:00 as 21:00 (15 horas de operação), cada VLT estaria fazendo uma viagem de hora em hora, o que é um resultado bastante aceitável para um trem regional.

## CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES

No último capítulo dessa dissertação são tiradas algumas conclusões a respeito do procedimento metodológico proposto, suas vantagens e desvantagens, bem como suas principais limitações – **item 6.1**. Também são feitas recomendações de futuros estudos relacionadas ao tema em questão – **item 6.2**.

### 6.1 CONCLUSÕES E LIMITAÇÕES

Em relação à pesquisa de campo, considerando a escassez de recursos financeiros e de pessoal disponíveis para a realização das pesquisas, bem como o período limitado para os trabalhos de campo, devido a períodos coincidentes com férias escolares, feriados e datas festivas na região, tem-se que todas as atividades de campo puderam ser realizadas de maneira satisfatória.

A maior dificuldade quanto à pesquisa de campo, foi a pesquisa com os usuários de linhas sob regime de fretamento. Isso porque foram encontradas muitas disparidades das informações levantadas com o DETER com a realidade em si, o que dificultou o planejamento da pesquisa. Muitas das empresas também não tiveram autorização dos contratantes para a realização das entrevistas com seus usuários, o que limitou a amostragem da pesquisa. Alguns dos entrevistados do fretamento por motivo de trabalho eram cidadãos com baixo nível de escolaridade e, portanto, tiveram dificuldade de compreender as perguntas realizadas. E, finalmente, como citado muitos usuários tinham sua passagem paga pelo empregador e não avaliaram as alternativas de escolha, simplesmente optando sempre pelo fretamento.

O mesmo ocorreu com os usuários de automóveis. Muitos deles olharam rapidamente para os cartões e responderam que de qualquer jeito irão continuar utilizando o automóvel. Fora isso, a pesquisa de campo com usuários de veículos individuais não encontrou grandes desafios pela frente, bem como as pesquisas com usuários de linhas de ônibus regular.

No processo de coleta de dados, algumas informações foram perdidas e identificadas como “Não Informado” (N.I.), o que não comprometeu os resultados. O questionário se mostrou prático de ser tabulado e os dados puderam ser manipulados facilmente no programa *Microsoft Excel*.

O programa ALOGIT Version 3F/2 (712) é de simples manuseio e não apresentou nenhum empecilho ao trabalho. Cabe ressaltar somente que essa versão não funciona no novo *Windows Seven*, o que pode vir a ser um problema, uma vez que muitos computadores já estão formatados com a nova versão.

Os resultados da pesquisa de campo se mostraram coerentes com a realidade. No entanto, para estudos mais aprofundados, deve-se fazer uma contagem dos ônibus fretados na região e da média de ocupantes dos mesmos para a expansão da pesquisa. Também se sugere a realização de contagens automatizadas e contínuas, em todos os segmentos representativos da rodovia, bem como pesquisas de O/D mais aprofundadas para obter-se um resultado mais acurado na expansão dos veículos de passeio.

Concluindo, através da aplicação em estudo de caso no trecho Florianópolis (SC) – Itajaí (SC), o procedimento metodológico proposto se mostrou adequado para a estimativa de demanda transferida em sistemas de transporte ferroviário de passageiros com característica semiurbana.

## **6.2 RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS**

É importante a sequência de estudos não só sobre modelagem de demanda, mas também sobre sistemas ferroviários de passageiros no Brasil. Neste sentido, recomenda-se:

- a) A aplicação do procedimento metodológico proposto em outras regiões brasileiras;
- b) A realização de novas pesquisas utilizando outro procedimento para estimativa de demanda transferida;
- c) A realização de estudos similares considerando demanda induzida;
- d) A realização de estudos similares considerando transporte urbano;
- e) A exploração e simulação de modelos econômicos para viabilizar a implantação de sistemas ferroviários de passageiros no País;
- f) Estudos mais detalhados da participação do poder público para viabilizar a implantação de trens regionais; entre outros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, V. C. **Desenvolvimento de uma metodologia de distribuição de viagens com aplicação da lógica fuzzy**. Dissertação. Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília – UnB. Brasília, 1999.

AGUIAR JUNIOR, S. R., BRASIL, L. M., FIGUEIREDO, A. S. **Aplicando mineração de dados para estimar demanda por transporte rodoviário interestadual de passageiros**. Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes – XX ANPET. Brasília, 2006.

ALMEIDA, L. M., OLIVEIRA, E. A. A. Q. **Implantação do modal ferroviário norte-sul: novo eixo de integração e desenvolvimento nacional**. Encontro Latino Americano de Pós Graduação – X EPG. Universidade do Vale do Paraíba - UNIVAP. São José dos Campos, 2010.

ALMEIDA, L. M. W. **Desenvolvimento de uma metodologia para análise locacional de sistemas educacionais usando modelos de interação espacial e indicadores de acessibilidade**. Tese. Doutorado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 1999.

ALVES, A. A. **Gestão Logística no Brasil: o modal ferroviário**. Disponível em: <<http://www.totalqualidade.com.br/2010/09/gestao-logistica-no-brasil-o-modal.html>> Acesso em: 2011.

ALVES, B. B. **A importância da variabilidade do tempo de viagem no acesso terrestre a aeroportos: estudo de caso do aeroporto internacional André Franco Montoro**. Dissertação. Mestrado em Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – POLI/USP. São Paulo, 2005.

ANFAVEA, Associação Nacional Dos Fabricantes De Veículos Automotores. **Associação Nacional Dos Fabricantes De Veículos Automotores**. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/Index.html>> Acesso em: 2011.

ANPTTrilhos. **Necessidades para o desenvolvimento dos serviços ferroviários no Brasil – visão dos operadores metroferroviários**.

Seminário Tecnologias Ferroviárias: Capacitação Profissional, Institucional e Normativa. Brasília, 2011.

ANTF, Associação Nacional Dos Transportadores Ferroviários. **Associação Nacional Dos Transportadores Ferroviários**. Disponível em: <<http://www.antf.org.br>> Acesso em: 2011.

ANTF, Associação Nacional Dos Transportadores Ferroviários. **Revista Ferroviária: Edição comemorativa dos 150 anos de ferrovia no Brasil**. Brasil. Rio de Janeiro, 2004.

ANTT, Agência Nacional De Transportes Terrestres. **Agência Nacional De Transportes Terrestres**. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br/>> Acesso em: 2011.

AUTO VIAÇÃO CATARINENSE. **Auto Viação Catarinense**. Disponível em: <<http://www.catarinense.net/pt/>> Acesso em: 2011.

BENTO, L. **Um país que saiu dos trilhos**. Disponível em: <<http://www.spbancarios.com.br/rdbmateria.asp?c=189>> Acesso em: 2011.

BEN-AKIVA, M., LERMAN, S. **Discrete choice analysis: theory and application to travel demand**. Cambridge University Press. Cambridge, 1985.

BITTENCOURT, E. **Estratégias para a implementação da avaliação ambiental estratégica no setor de transportes em Santa Catarina**. Tese. Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 2006.

BOM SINAL. **Bom Sinal**. Disponível em: <<http://www.bomsinal.com/vlt/pt/index.php>> Acesso em: 2011.

BRANDÃO FILHO, J. E. **Previsão de demanda por gás natural veicular: uma modelagem baseada em base de dados de preferência declarada e revelada**. Dissertação. Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará - UFC. Fortaleza, 2005.

CALDAS, M. A. F. **Curso de modelagem com dados de preferência**

**reveladas e declaradas.** Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes - XII ANPET. Fortaleza, 1998.

CAMPOS, V. B. G. **Apostila de planejamento de transportes: conceitos e modelos de análise.** Instituto Militar de Engenharia – IME. Rio de Janeiro, 2007.

CARIRI. **Notícias.** Disponível em: <<http://www.caririnoticia.com.br/2011/11/barbalha-ce-grupo-alemao-esta-interessado-em-comprar-empresa-bom-sinal.html>> Acesso em: 2011.

CARNEIRO, L. G. P. L. **Desenvolvimento de uma metodologia para a previsão de demanda de passageiros para o transporte rodoviário interestadual por ônibus.** Dissertação. Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília – UnB. Brasília, 2005.

CIALINI, M. **Modelos de escolha discreta e sua aplicação no transporte aéreo.** Revista de Literatura dos Transportes – RELIT. vol. 2, n. 2, p. 42-65. 2008.

CMMAD, Comissão Mundial Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso futuro comum.** Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro, 1991.

CNT, Confederação Nacional do Transporte. **Confederação Nacional do Transporte.** Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/Paginas/index.aspx>> Acesso em: 2011.

COSTA, J. C., SANTOS, L. S., YAMASHITA, Y. **Vocação turística das cidades brasileiras: análise de modelos de previsão de demanda do transporte aéreo.** Simpósio de Transporte Aéreo – VII SITRAER. Rio de Janeiro, 2008.

DANTAS, A. S. et al. **Modelo neuro-geo-espacial para previsão da demanda de viagens no contexto do planejamento estratégico.** Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte - XIV ANPET. Gramado, 2000.

DELELLIS, R. et al. **A era do trem.** Lu Fernandes & Nastari Editores, 1ª edição. São Paulo, 1999.

DENATRAN, Departamento Nacional De Trânsito. **Departamento Nacional De Trânsito**. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/>> Acesso em: 2011.

DETER, Departamento de Transportes e Terminais. **Departamento de Transportes e Terminais**. Disponível em: <<http://www.deter.sc.gov.br/>> Acesso em: 2011.

DNIT, Departamento Nacional De Infraestrutura De Transportes. **Departamento Nacional De Infraestrutura De Transportes**. Disponível em: <<http://www1.dnit.gov.br/>> Acesso em: 2011.

DPRF, Departamento de Polícia Rodoviária Federal. **Departamento de Polícia Rodoviária Federal**. Disponível em: <<http://www.dprf.gov.br/PortalInternet/index.faces>> Acesso em: 2011.

EESC/USP. **Capítulo 2 das notas de aula da apostila de Planejamento e Sistemas de Transporte: demanda e oferta de transportes**. Disponível em: <[http://www.dtt.ufpr.br/eng\\_trafego\\_optativa/arquivos/DEMANDA%20E%20OFERTA.pdf](http://www.dtt.ufpr.br/eng_trafego_optativa/arquivos/DEMANDA%20E%20OFERTA.pdf)> Acesso em: 2011.

FERREIRA, E. A. **Um método de utilização de dados de pesquisa embarque/desembarque na calibração de modelos de distribuição do tipo gravitacional**. Dissertação. Mestrado em Engenharia, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo – EESC/USP. São Carlos, 1999.

FREITAS, A. A. F. **Modelagem comportamental dos decisores através de técnicas de preferência declarada: uma aplicação no setor imobiliário de Florianópolis-SC**. Dissertação. Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 1995.

GERMANI, E. et al. **Apostila de planejamento de transportes**. Departamento de Engenharia de Transportes, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – POLI/USP. São Paulo, 1973.

GOOGLE EARTH. *Software*. 2011.

GOV/SC, Governo do Estado de Santa Catarina. **Governo do Estado de Santa Catarina**. Disponível em: <<http://www.sc.gov.br/>> Acesso em: 2011.

IBGE, Instituto Brasileiro De Engenharia E Estatística. **Instituto Brasileiro De Engenharia E Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>> Acesso em: 2011.

IBOPE. **Notícias: aumenta a intenção de compra de automóveis no Brasil**. Disponível em: <<http://www.ibope.com.br/>> Acesso em: 2011.

KOCUR, G.; ADLER, T.; HYMAN, W. e AUNET, B. **Guide to forecasting travel demand with direct utility assessment**. Urban Mass Transportation Administration, US Department of Transportation. USA, Washington, 1982.

KUYVEN, P. S.; CUNHA, G. D. **Proposta de uma abordagem para previsão de demanda por produtos**. Congresso Brasileiro de Gestão e Desenvolvimento de Produtos – III CBGDP. Florianópolis, 2001.

LANG, A. E. **As ferrovias no Brasil e avaliação econômica de projetos: uma aplicação em projetos ferroviários**. Dissertação. Mestrado em Transportes Urbanos, Universidade de Brasília – UnB. Brasília, 2007.

LEMES, D. C. S. S. **Geração e análise do cenário futuro como um instrumento do planejamento urbano e de transportes**. Dissertação. Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Uberlândia, 2005.

LIMA, M. L. P. **Uma contribuição metodológica à modelagem da demanda de carga em corredores agrícolas de exportação**. Tese. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis, 2001

LOPES FILHO, J. I. O. **Pós-avaliação da previsão de demanda por transportes no município de Fortaleza**. Dissertação. Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará – UFC. Fortaleza, 2003.

LOUVIERE, J. J., HENSHER, D. A., SWAIT, J.D. **Stated choice**

**methods – analisys and aplication.** Cambridge University Press. Cambridge, 2000.

MACÊDO, F. B. **Estudo do desgaste de trilhos ferroviários.** Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF. Juiz de Fora, 2009.

MCNALLY, M. G. **The four-step model.** Handbook of Transport Modelling. D. A. Hensher and K. J. Button, Elsevier Science Ltd. California, 2000.

MEDEIROS, H. C. **Análise da preferência dos usuários do transporte rodoviário de passageiros: estudo de caso na linha Florianópolis (SC) – Porto Alegre (RS).** Dissertação. Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 2007.

MENDONÇA, A. C. **Desenvolvimento de um modelo de previsão de demanda de passageiros do transporte rodoviário interestadual utilizando regressão com efeitos espaciais locais.** Dissertação. Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília – UnB. Brasília, 2008.

MT, Ministério dos Transportes. **Ministério dos Transportes.** Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/>> Acesso em: 2011.

MT, Ministério dos Transportes. **Termo de referência do estudo de viabilidade técnica e econômico-financeira - sistemas de transporte ferroviário de passageiros de interesse regional.** Brasília, 2009.

MTE, Ministério do Trabalho e Emprego. **Ministério do Trabalho e Emprego.** Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/portal-mte/>> Acesso em: 2011.

OLIVA, G. M., CYBIS H. B. B., e PRETTO C. O. **Metodologia de redes neurais aplicada à previsão de produção de viagens.** Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte - XV ANPET. Campinas, 2001.

ORTÚZAR, J. D., WILLUMSEN, L. G. **Modelling transport.** Jonh Wiley Sons. England, 1994.

PARSONS BRINCKERHOFF. **Stirling tram feasibility study – preliminary patronage estimates.** City of Stirling, February 2010.

PARSONS BRINCKERHOFF. **Final report: richmond rail transit feasibility study.** Virginia, 2003.

PNUD, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.** Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/home/>> Acesso em: 2011.

PORTO, T. G. **Apostila da disciplina PTR2501: ferrovias.** Departamento de Engenharia de Transportes, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – POLI/USP. São Paulo, 2004.

QUEIROZ, L. N. **Demanda de transporte nos sistemas de alta velocidade: experiência internacional e analogias com o TAV Brasil.** Revista ANTP n° 123, p. 39. 2009.

SANTI, C. E. G. **Análise da aceitação de sistemas avançados de informação ao condutor – ATIS em cidades brasileiras de porte médio.** Dissertação. Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 2008.

SANTOS, S. **Transporte ferroviário: história e técnicas.** Cengage Learning. Florianópolis, 2011.

SCHMITZ, R. **Uma contribuição metodológica para avaliação da tarifa de pedágio em rodovias.** Tese. Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 2001.

SEMPREBONE, P. S. **Desgaste em trilhos ferroviários: um estudo teórico.** Dissertação. Mestrado em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Campinas - UNICAMP. Campinas, 2006.

SENNA, L. A. S. **Técnicas de preferência declarada.** Disponível em: <[http://www.pgie.ufrgs.br/portalead/producao/wwwproducao/disciplinas/eng01232/artigos/artigo2\\_v2.htm](http://www.pgie.ufrgs.br/portalead/producao/wwwproducao/disciplinas/eng01232/artigos/artigo2_v2.htm)> Acesso em: 2011.

SIE, Secretaria de Estado de Infraestrutura. **Secretaria de Estado de Infraestrutura.** Disponível em:

<<http://www.sie.sc.gov.br/sie/home/index.do>> Acesso em: 2011.

SILVA, E. J. **Sistema de informação para empresas operadoras do transporte rodoviário de passageiros com utilização de tecnologia de data warehouse e ferramenta OLAP.** Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília – UnB. Brasília, 2003.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração da dissertação.** Laboratório de Ensino a Distância da UFSC. Florianópolis, 2001.

SINDIPEÇAS, Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores. **Levantamento da frota circulante brasileira.** Disponível em: <<http://www.carro100.com.br/apps/estudo-da-frota-circular.pdf>> Acesso em: 2011.

SINERGIA, Estudos e Projetos Ltda. **Relatório final do Projeto TAV Brasil: volume 1 – estimativas de demanda e receita.** Brasília, 2009.

SNIS, Sistema Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Saneamento Ambiental.** Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>> Acesso em: 2011.

SOARES, L. C., CURY, M. V. Q. **O trem de alta velocidade e o corredor Rio de Janeiro – São Paulo.** Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes - XVIII ANPET. Florianópolis, 2004.

SPG, Secretaria de Estado de Planejamento. **Secretaria de Estado de Planejamento.** Disponível em: <<http://www.spg.sc.gov.br/>> Acesso em: 2011.

TACO, P. W. G. et al. **Modelo de geração de viagens com aplicação de sensoriamento remoto e dos sistemas de informação geográfica.** Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte - XI ANPET. Rio de Janeiro, 1997.

TERRABUIO JUNIOR, D. J. **Análise de demanda por transporte coletivo em quatro cidades médias de São Paulo.** Dissertação. Mestrado em Engenharia Civil, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo – EESC/USP. São Carlos, 2010.

TRAIN, K. **Qualitative choice analysis: theory, econometrics, and an application to automobile demand**. The MIT Press. Massachusetts, 1986.

UNAMA, Universidade da Amazônia. **Modalidades de transportes**. Disponível em: <[http://arquivos.unama.br/nead/graduacao/ccet/engenharia\\_civil/8semestre/engenharia\\_transporte\\_i/html/unidade2/pdf/aula7.pdf](http://arquivos.unama.br/nead/graduacao/ccet/engenharia_civil/8semestre/engenharia_transporte_i/html/unidade2/pdf/aula7.pdf)> Acesso em: 2011.

VALE, Trens Regionais. **Trens de passageiros**. Disponível em: <<http://www.vale.com/pt-br/o-que-fazemos/logistica/trensdepassageiros/paginas/default.aspx>> Acesso em: 2011.

VERRUCK, F.; BAMPI, R. E.; MILAN, G. S. **Previsão de demanda em operação de serviços: um estudo em uma empresa do setor de transportes**. Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais – XII SIMPOI. São Paulo, 2009.

VIEIRA, H. F. **Uma visão empresarial do processo de exportação de produtos containerizados catarinenses e análise do nível de serviço logístico**. Dissertação. Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 1996.

WERNER, L. **Um modelo composto para realizar previsão de demanda através da integração da combinação de previsões e do ajuste baseado na opinião**. Tese. Doutorado em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre, 2004.



## APÊNDICES



**APÊNDICE A**  
**Questionários completos**



## Apêndice A.1- Ônibus Regular e Fretado (procedimento)

QUESTIONÁRIO	
<b>Senhor (a) usuário (a):</b> As informações aqui prestadas são confidenciais e serão utilizadas em pesquisa científica. <b>NÃO É NECESSÁRIO COLOCAR NOME</b>	
Pesquisa Origem/Destino:	
Município de Origem:	
<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D
<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> F
<input type="checkbox"/> G	<input type="checkbox"/> H
Município de Destino:	
<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D
<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> F
<input type="checkbox"/> G	<input type="checkbox"/> H
Idade:	
<input type="checkbox"/> até 25 anos	<input type="checkbox"/> de 25 a 35 anos
<input type="checkbox"/> de 35 a 45 anos	<input type="checkbox"/> acima de 45 anos
Sexo: <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> F
Grau de Instrução: <input type="checkbox"/> 1°	
<input type="checkbox"/> 2°	
<input type="checkbox"/> 3°	
Renda Familiar (em salários mínimos):	
<input type="checkbox"/> até 1	<input type="checkbox"/> 1 a 2
<input type="checkbox"/> 2 a 3	<input type="checkbox"/> 3 a 5
<input type="checkbox"/> 5 a 10	<input type="checkbox"/> 10 a 20
<input type="checkbox"/> acima de 20	
Casa Própria: <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N
Quantas pessoas moram na casa: _____	
Posse de carros: _____	
Posse de motos: _____	
Quem paga a sua passagem: <input type="checkbox"/> Você	
<input type="checkbox"/> Seu empregador	
Motivo da Viagem:	
<input type="checkbox"/> trabalho	<input type="checkbox"/> estudo
<input type="checkbox"/> saúde	<input type="checkbox"/> compras
<input type="checkbox"/> turismo	<input type="checkbox"/> parentes
<input type="checkbox"/> outros	
Quantas vezes realiza este tipo de viagem por semana:	
<input type="checkbox"/> menos de 1x (Fim)	<input type="checkbox"/> 1x
<input type="checkbox"/> 2 a 4x	<input type="checkbox"/> 5 a 7x
Preferência Declarada:	
Cor do Cartão: <input type="checkbox"/> vermelho	
<input type="checkbox"/> azul	
<input type="checkbox"/> verde	
Opção 1 (trem)	Opção 2 (ônibus)
001: <input type="checkbox"/>	001: <input type="checkbox"/>
002: <input type="checkbox"/>	002: <input type="checkbox"/>
003: <input type="checkbox"/>	003: <input type="checkbox"/>
004: <input type="checkbox"/>	004: <input type="checkbox"/>
005: <input type="checkbox"/>	005: <input type="checkbox"/>
006: <input type="checkbox"/>	006: <input type="checkbox"/>
Informações:	
EMPRESA:	
LINHA:	
Data:	
Horário Partida:	Horário Chegada:
Pesquisador:	Telefone:

## Apêndice A.2 – Automóvel (procedimento)

QUESTIONÁRIO	
<b>Senhor (a) usuário (a):</b> As informações aqui prestadas são confidenciais e serão utilizadas em pesquisa científica. <b>NÃO É NECESSÁRIO COLOCAR NOME</b>	
<b>Pesquisa Origem/Destino:</b>	
Município de Origem:	
<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D
<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> F
<input type="checkbox"/> G	<input type="checkbox"/> H
Município de Destino:	
<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D
<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> F
<input type="checkbox"/> G	<input type="checkbox"/> H
Idade:	
<input type="checkbox"/> até 25 anos	<input type="checkbox"/> de 25 a 35 anos
<input type="checkbox"/> de 35 a 45 anos	<input type="checkbox"/> acima de 45 anos
Sexo: <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> F
Grau de Instrução: <input type="checkbox"/> 1°	
<input type="checkbox"/> 2°	
<input type="checkbox"/> 3°	
Renda Familiar (em salários mínimos):	
<input type="checkbox"/> até 1	<input type="checkbox"/> 1 a 2
<input type="checkbox"/> 2 a 3	<input type="checkbox"/> 3 a 5
<input type="checkbox"/> 5 a 10	<input type="checkbox"/> 10 a 20
<input type="checkbox"/> acima de 20	
Casa Própria: <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N
Quantas pessoas moram na casa: _____	
Posse de carros: _____	
Posse de motos: _____	
Número de ocupantes do carro: <input type="checkbox"/> 1	
<input type="checkbox"/> 2	
<input type="checkbox"/> 3	
<input type="checkbox"/> 4	
<input type="checkbox"/> 5	
Motivo da Viagem:	
<input type="checkbox"/> trabalho	<input type="checkbox"/> estudo
<input type="checkbox"/> saúde	<input type="checkbox"/> compras
<input type="checkbox"/> turismo	<input type="checkbox"/> parentes
<input type="checkbox"/> outros	
Quantas vezes realiza este tipo de viagem por semana:	
<input type="checkbox"/> menos de 1x (Fim)	
<input type="checkbox"/> 1x	
<input type="checkbox"/> 2 a 4x	
<input type="checkbox"/> 5 a 7x	
<b>Preferência Declarada:</b>	
Cor do Cartão: <input type="checkbox"/> vermelho	
<input type="checkbox"/> azul	
<input type="checkbox"/> verde	
Opção 1 (trem)	Opção 2 (carro)
001: <input type="checkbox"/>	001: <input type="checkbox"/>
002: <input type="checkbox"/>	002: <input type="checkbox"/>
003: <input type="checkbox"/>	003: <input type="checkbox"/>
004: <input type="checkbox"/>	004: <input type="checkbox"/>
005: <input type="checkbox"/>	005: <input type="checkbox"/>
006: <input type="checkbox"/>	006: <input type="checkbox"/>
Informações:	
Veículo:	
Placa:	
Cidade:	
Data:	
Hora:	
Pesquisador:	
Telefone:	

### Apêndice A.3- Ônibus Regular e Fretado (estudo de caso)

QUESTIONÁRIO	
<b>Senhor (a) usuário (a):</b> As informações aqui prestadas são confidenciais e serão utilizadas em pesquisa científica. <b>NÃO É NECESSÁRIO COLOCAR NOME</b>	
<b>Pesquisa Origem/Destino:</b>	
Município de Origem:	
<input type="checkbox"/> Fpolis <input type="checkbox"/> S. José <input type="checkbox"/> Biguaçu <input type="checkbox"/> Gov. Celso R. <input type="checkbox"/> Tijuca <input type="checkbox"/> Itapema <input type="checkbox"/> Balneário C. <input type="checkbox"/> Itajaí	
Município de Destino:	
<input type="checkbox"/> Fpolis <input type="checkbox"/> S. José <input type="checkbox"/> Biguaçu <input type="checkbox"/> Gov. Celso R. <input type="checkbox"/> Tijuca <input type="checkbox"/> Itapema <input type="checkbox"/> Balneário C. <input type="checkbox"/> Itajaí	
Idade:	
<input type="checkbox"/> até 25 anos <input type="checkbox"/> de 25 a 35 anos <input type="checkbox"/> de 35 a 45 anos <input type="checkbox"/> acima de 45 anos	
Sexo: <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F	Grau de Instrução: <input type="checkbox"/> 1° <input type="checkbox"/> 2° <input type="checkbox"/> 3°
Renda Familiar (em salários mínimos):	
<input type="checkbox"/> até 1 <input type="checkbox"/> 1 a 2 <input type="checkbox"/> 2 a 3 <input type="checkbox"/> 3 a 5 <input type="checkbox"/> 5 a 10 <input type="checkbox"/> 10 a 20 <input type="checkbox"/> acima de 20	
Casa Própria: <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N	Quantas pessoas moram na casa: _____
Posse de carros: _____	Posse de motos: _____
Quem paga a sua passagem: <input type="checkbox"/> Você <input type="checkbox"/> Seu empregador	
Motivo da Viagem:	
<input type="checkbox"/> trabalho <input type="checkbox"/> estudo <input type="checkbox"/> saúde <input type="checkbox"/> compras <input type="checkbox"/> turismo <input type="checkbox"/> parentes <input type="checkbox"/> outros	
Quantas vezes realiza este tipo de viagem por semana:	
<input type="checkbox"/> menos de 1x (Fim) <input type="checkbox"/> 1x <input type="checkbox"/> 2 a 4x <input type="checkbox"/> 5 a 7x	
Preferência Declarada:	
Cor do Cartão: <input type="checkbox"/> vermelho <input type="checkbox"/> azul <input type="checkbox"/> verde	
Opção 1 (trem)	Opção 2 (ônibus)
001: <input type="checkbox"/>	001: <input type="checkbox"/>
002: <input type="checkbox"/>	002: <input type="checkbox"/>
003: <input type="checkbox"/>	003: <input type="checkbox"/>
004: <input type="checkbox"/>	004: <input type="checkbox"/>
005: <input type="checkbox"/>	005: <input type="checkbox"/>
006: <input type="checkbox"/>	006: <input type="checkbox"/>
Informações:	
EMPRESA:	
LINHA:	
Data:	
Horário Partida:	Horário Chegada:
Pesquisador:	Telefone:

## Apêndice A.4 – Automóvel (estudo de caso)

QUESTIONÁRIO	
<b>Senhor (a) usuário (a):</b> As informações aqui prestadas são confidenciais e serão utilizadas em pesquisa científica. <b>NÃO É NECESSÁRIO COLOCAR NOME</b>	
<b>Pesquisa Origem/Destino:</b>	
Município de Origem:	
<input type="checkbox"/> Fpolis <input type="checkbox"/> S. José <input type="checkbox"/> Biguaçu <input type="checkbox"/> Gov. Celso R. <input type="checkbox"/> Tijucas <input type="checkbox"/> Itapema <input type="checkbox"/> Balneário C. <input type="checkbox"/> Itajaí	
Município de Destino:	
<input type="checkbox"/> Fpolis <input type="checkbox"/> S. José <input type="checkbox"/> Biguaçu <input type="checkbox"/> Gov. Celso R. <input type="checkbox"/> Tijucas <input type="checkbox"/> Itapema <input type="checkbox"/> Balneário C. <input type="checkbox"/> Itajaí	
Idade:	
<input type="checkbox"/> até 25 anos <input type="checkbox"/> de 25 a 35 anos <input type="checkbox"/> de 35 a 45 anos <input type="checkbox"/> acima de 45 anos	
Sexo: <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F	Grau de Instrução: <input type="checkbox"/> 1° <input type="checkbox"/> 2° <input type="checkbox"/> 3°
Renda Familiar (em salários mínimos):	
<input type="checkbox"/> até 1 <input type="checkbox"/> 1 a 2 <input type="checkbox"/> 2 a 3 <input type="checkbox"/> 3 a 5 <input type="checkbox"/> 5 a 10 <input type="checkbox"/> 10 a 20 <input type="checkbox"/> acima de 20	
Casa Própria: <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N	Quantas pessoas moram na casa: _____
Posse de carros: _____	Posse de motos: _____
Número de ocupantes do carro: <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Motivo da Viagem:	
<input type="checkbox"/> trabalho <input type="checkbox"/> estudo <input type="checkbox"/> saúde <input type="checkbox"/> compras <input type="checkbox"/> turismo <input type="checkbox"/> parentes <input type="checkbox"/> outros	
Quantas vezes realiza este tipo de viagem por semana:	
<input type="checkbox"/> menos de 1x (Fim) <input type="checkbox"/> 1x <input type="checkbox"/> 2 a 4x <input type="checkbox"/> 5 a 7x	
<b>Preferência Declarada:</b>	
Cor do Cartão: <input type="checkbox"/> vermelho <input type="checkbox"/> azul <input type="checkbox"/> verde	
Opção 1 (trem)	Opção 2 (carro)
001: <input type="checkbox"/>	001: <input type="checkbox"/>
002: <input type="checkbox"/>	002: <input type="checkbox"/>
003: <input type="checkbox"/>	003: <input type="checkbox"/>
004: <input type="checkbox"/>	004: <input type="checkbox"/>
005: <input type="checkbox"/>	005: <input type="checkbox"/>
006: <input type="checkbox"/>	006: <input type="checkbox"/>
<b>Informações:</b>	
<b>Veículo:</b>	
<b>Placa:</b>	
<b>Cidade:</b>	
<b>Data:</b>	<b>Hora:</b>
<b>Pesquisador:</b>	<b>Telefone:</b>

**APÊNDICE B**  
**Caracterização da área de estudo de caso**



## Apêndice B.1 – Dinâmica Populacional

Segundo dados do IBGE, os municípios na região do estudo ocupam uma área de 1.986,54 km<sup>2</sup> e, em 2010, somavam uma população residente em 1.070.468 habitantes, com densidade demográfica de 538,86 hab/km<sup>2</sup>. O Censo do IBGE em 2000 revela que a média das taxas geométricas de crescimento anual dos municípios da área de estudo foi de 4,04% em relação ao período de 1991 a 2000, maior que a estadual, de 1,87%, para esse período.

De acordo com os resultados do Censo de 2010, todos os municípios da região tiveram crescimento aquém do estimado para 2009, como pode ser constatado na Tabela B.1.

**Tabela B.1 – Dados demográficos dos municípios envolvidos**

MUNICÍPIO	Área territorial (km <sup>2</sup> )	População			Taxa de urbanização (%)	Densidade demográfica (hab/km <sup>2</sup> )		Taxa de crescimento anual (%)
		2000 (CENSO)	2009 (ESTIMADA)	2010 (CENSO)	2010	2000	2010	2000/ 2010
São José	151,14	173.559	201.746	209.804	98,80	1.148,36	1.388,17	1,21
Biguaçu	374,45	48.077	56.395	58.206	90,60	128,39	155,44	1,21
Gov. Celso Ramos	116,67	11.598	12.704	12.999	94,30	99,41	111,42	1,12
Tijucas	277,20	23.499	29.674	30.960	84,00	84,77	111,69	1,32
Itapema	59,36	25.869	36.629	45.797	97,50	435,79	771,50	1,77
Balneário Camboriú	46,80	73.455	102.081	108.089	100,00	1.569,65	2.309,74	1,47
Itajaí	289,35	147.494	172.081	183.373	94,60	509,75	633,75	1,24
TOTAL	1.314,96	503.551	611.310	649.228	94,26	382,94	493,72	1,33

(Fonte: IBGE, 2011)

Em 2010, Governador Celso Ramos registrou a menor densidade populacional seguida de Tijucas, com valores muito próximos: 111,42 hab/km<sup>2</sup> no primeiro e 111,69 hab/km<sup>2</sup> no segundo. A maior densidade continua sendo apresentada em Balneário Camboriú com valores de 2.309,74 hab/km<sup>2</sup>.

Já o município com a menor taxa de urbanização na área de estudo é Tijucas, com 84,00% em 2010. Balneário Camboriú registrou a maior taxa, alcançando 100,00%. Esse é um dado importante para o planejamento urbano, incluindo o transporte coletivo de passageiros e o trânsito.

Outra variável significativa para o presente estudo é a distribuição da população segundo as faixas etárias, a qual pode ser vista na Tabela B.2. Nota-se pela Tabela B.2 que quase 40% da população tem menos de 25 anos de idade, ou seja, a população pode ser considerada jovem. Também se percebe ao mesmo tempo uma forte tendência de envelhecimento da população em todos os municípios.

**Tabela B.2 – Faixas etárias da população – 2010**

Município/Idade	até 25 anos	de 25 a 35 anos	de 35 a 45 anos	acima de 45 anos
Florianópolis	149.194	82.031	62.642	127.373
São José	79.113	40.719	32.479	57.493
Biguaçu	24.318	10.332	8.804	14.752
Gov. Celso Ramos	4.834	2.038	2.150	3.977
Tijucas	12.694	5.423	4.599	8.244
Itapema	18.127	8.040	6.984	12.646
Balneário Camboriú	38.923	20.532	15.913	32.721
Itajaí	74.248	34.566	27.089	47.470
TOTAL	401.451	203.681	160.660	304.676
SANTA CATARINA	2.473.157	1.077.631	935.307	1.762.341

(Fonte: IBGE, 2011)

Tal tendência pode ser verificada a partir do Índice de Envelhecimento, que compara a população idosa (60 anos de idade ou mais) com a população jovem (menos de 15 anos). Esse índice está relacionado com a transição demográfica, que acontece quando, simultaneamente, há baixas taxas de natalidade e de mortalidade. A evolução positiva dos valores do Índice de Envelhecimento indica a progressão da transição demográfica. Valores altos estão associados ao “envelhecimento” da população. Esses dados embasam a formulação de políticas públicas voltadas principalmente para a área da saúde e previdência social, mas também servem para subsidiar a tomada de decisões no setor de transportes de passageiros, já que os idosos são beneficiados pela gratuidade no transporte.

A Tabela B.3 mostra o Índice de Envelhecimento da população da área de estudo no período de 2010, segundo dados do Censo do IBGE. Observa-se que os municípios apresentam valores que indicam uma população idosa, com os Municípios de Florianópolis e Balneário Camboriú destacando-se entre eles.

**Tabela B.3 – Índice de envelhecimento da população - 2010**

Municípios	Índice de Envelhecimento
Florianópolis	42,1
São José	29,8
Biguaçu	24,2
Gov. Celso Ramos	38,2
Tijucas	29,8
Itapema	27,5
Balneário Camboriú	43,1
Itajaí	25,7
TOTAL	32,5
SANTA CATARINA	31,8

(Fonte: IBGE, 2011)

Para estabelecer um perfil socioeconômico do usuário do transporte da região de interesse, buscou-se, ainda, informações relacionadas às condições educacionais e de renda da população local.

O nível de escolaridade (Tabela B.4), cujos valores **referem-se a 2000**, indica que 3,77% das pessoas da região com mais de 10 anos de idade não tinham instrução ou tinham menos de 1 ano de estudo, 11,49% tinham de 1 a 3 anos de estudo, 32,08%, de 4 a 7 anos, 18,99%, de 8 a 10 anos, 23,66%, de 11 a 14 anos, e 9,52% tinham 15 ou mais, ou seja, apenas cerca de 9% havia, possivelmente, concluído o nível superior. **Ressalta-se que não foram encontrados dados mais recentes.**

O rendimento nominal mensal, relativo ao ano 2010, pode ser observado na Tabela B.5. Acredita-se que os valores apurados expressam o nível de qualificação dessa população, onde 27,43% das pessoas com mais de 10 anos de idade não possuem rendimento mensal, e 37,93% recebem até dois salários mínimos. Apenas um pouco mais de doze por cento da população recebem mais de cinco salários mínimos.

**Tabela B.4 – Pessoas de 10 anos ou mais de idade, por grupos de anos de estudo – 2000**

Municípios	Grupos de anos de estudo						
	Sem instrução e menos de 1 ano	1 a 3 anos	4 a 7 anos	8 e 10 anos	11 a 14 anos	15 anos ou mais	Não determinados
Florianópolis	9.129	27.131	76.933	51.072	80.218	44.326	1.239
São José	5.653	16.866	48.138	29.804	35.298	7.403	596
Biguaçu	2.112	6.138	16.544	7.147	5.387	816	183
Governador Celso Ramos	544	1.751	4.305	1.630	1.063	80	105
Tijucas	1.452	3.579	7.136	2.875	3.291	738	96
Itaperna	884	3.117	8.448	3.573	3.866	886	158
Balneário Camboriú	1.550	5.883	18.467	12.328	16.660	6.401	305
Itajaí	5.236	16.409	45.750	25.178	20.699	6.305	743
TOTAL	26.560	80.874	225.721	133.607	166.482	66.955	3.425
SANTA CATARINA	307.839	848.993	1.824.050	788.088	679.997	183.416	46.050

(Fonte: IBGE, 2011)

**Tabela B.5 – Pessoas de 10 anos ou mais de idade, por rendimento nominal mensal – 2010**

POPULAÇÃO E RENDIMENTO NOMINAL	Florianópolis	São José	Biguaçu	Governador Celso Ramos	Tijucas	Itaperna	Balneário Camboriú	Itajaí	TOTAL	SANTA CATARINA
Sem rendimento	100.275	7.468	14.978	3.683	48.175	12.178	24.641	46.144	257.542	1.498.946
- até 1 salário mínimo	40.032	4.432	8.066	2.272	21.497	5.053	8.129	20.530	110.011	988.747
- de 1 a 2 salários mínimos	86.371	8.175	15.601	3.308	52.436	10.531	24.383	45.278	246.083	1.564.756
- de 2 a 3 salários mínimos	40.560	3.259	5.840	1.094	24.307	4.759	13.020	19.264	112.103	586.075
- de 3 a 5 salários mínimos	39.698	2.140	3.613	683	20.459	3.882	11.602	15.013	97.090	425.631
- de 5 a 10 salários mínimos	40.631	966	1.532	296	13.222	2.334	9.515	8.673	77.169	249.708
- de 10 a 20 salários mínimos	19.084	176	248	58	3.026	648	3.444	2.037	28.721	68.427
- mais de 20 salários mínimos	7.280	37	38	17	636	185	1.316	532	10.041	22.408

(Fonte: IBGE, 2011)

Uma visão geral do nível de desenvolvimento dessa população é oferecida pelo IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) registrado na Tabela B.6.

Verifica-se que, **em 2000**, quando o IDH brasileiro era de 0,766, o mais alto IDHM na região em estudo foi 0,875, alcançado pelo Município de Florianópolis, portanto, superior ao nacional, bem como superior ao estadual – 0,822. No mesmo ano, o índice mais baixo foi o de Governador Celso Ramos, com 0,790 e, exceto ele, todos os outros municípios da região foram classificados na faixa de alto desenvolvimento humano, na qual se situam os índices superiores a 0,799. **Cabe ressaltar que não foram disponibilizados ainda dados mais recentes.**

**Tabela B.6 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – 1991 e 2000**

UF / MUNICÍPIO	IDHM		IDHM Renda		IDHM Longevidade		IDHM Educação	
	1991	2000	1991	2000	1991	2000	1991	2000
<b>BRASIL</b>	<b>0,696</b>	<b>0,766</b>	<b>0,681</b>	<b>0,723</b>	<b>0,662</b>	<b>0,727</b>	<b>0,745</b>	<b>0,849</b>
Maior IDHM brasileiro	0,842	0,919	0,832	0,896	0,782	0,886	0,913	0,975
<b>Santa Catarina</b>	<b>0,748</b>	<b>0,822</b>	<b>0,682</b>	<b>0,750</b>	<b>0,753</b>	<b>0,811</b>	<b>0,808</b>	<b>0,906</b>
Menor IDHM brasileiro	0,359	0,467	0,408	0,343	0,441	0,512	0,228	0,546
Florianópolis	<b>0,824</b>	<b>0,875</b>	<b>0,803</b>	<b>0,867</b>	<b>0,771</b>	<b>0,797</b>	<b>0,898</b>	<b>0,960</b>
São José	0,798	0,849	0,729	0,784	0,801	0,839	0,863	0,925
Biguaçu	0,755	0,818	0,657	0,725	0,816	0,839	0,793	0,890
Governador Celso Ramos	0,717	0,790	0,632	0,681	0,786	0,830	0,734	0,860
Tijucas	0,747	0,835	0,700	0,769	0,770	0,845	0,770	0,892
Itapema	0,725	0,835	0,681	0,806	0,696	0,794	0,797	0,906
Balneário Camboriú	0,797	0,867	0,782	0,859	0,751	0,803	0,857	0,940
Itajaí	0,755	0,825	0,712	0,767	0,707	0,803	0,845	0,906
<b>TOTAL</b>	<b>0,765</b>	<b>0,837</b>	<b>0,712</b>	<b>0,782</b>	<b>0,762</b>	<b>0,819</b>	<b>0,820</b>	<b>0,910</b>

(Fonte: PNUD, 2011)

Consideradas as dimensões longevidade, educação e renda da população, nesta última se situava o pior desempenho dos índices dos municípios da área, embora somente Governador Celso Ramos encontrava-se na faixa de médio índice de desenvolvimento e os demais, na faixa de alto. Salienta-se que, para a avaliação da dimensão renda, o critério usado é a renda municipal per capita.

No que diz respeito à longevidade, traduzida pela esperança ao nascer, somente os municípios de Florianópolis e Itapema não se encontravam na faixa de alto desenvolvimento, porém estavam próximas a ela com índice de 0,797 e 0,794 respectivamente. Teoricamente, esse indicador sintetiza as condições de saúde e de salubridade local, uma vez que, quanto mais mortes houver nas faixas etárias mais precoces, menor a expectativa de vida.

Quanto ao indicador de educação, que em seu cálculo considera a taxa de alfabetização de pessoas acima de 15 anos de idade e a taxa bruta de frequência à escola, observa-se que todos os municípios estavam na faixa de alto desenvolvimento, com valores acima de 0,860.

Associado ao IDHM na faixa de alto desenvolvimento, segundo dados do IBGE **relativos a 2003**, os cinco municípios da área de estudo,

apresentavam Incidência da Pobreza<sup>8</sup> em torno de 30%, o maior registrado em Governador Celso Ramos – 37,93% – e o menor em Florianópolis – 23,49% – (Tabela B.7). Os valores correspondentes à Incidência da Pobreza Subjetiva<sup>9</sup> mostram que cerca de 20% da população não percebe sua real condição de vida. A Tabela B.7 também relaciona a distribuição da riqueza dos locais de interesse, medida pelo Índice Gini<sup>10</sup> que, baseando-se na renda domiciliar per capita, revela ser média a desigualdade de renda na região - próxima a 0,40 - e mostra uma homogeneidade dessa condição entre os municípios que a compõem. **Infelizmente, não se conseguiu informações mais recentes para efeitos de comparação.**

**Tabela B.7 – Mapa da pobreza e desigualdade - 2003**

Município	Incidência da Pobreza (%)	Incidência da Pobreza Subjetiva (%)	Índice de Gini
<b>Florianópolis</b>	<b>23,49</b>	<b>14,65</b>	<b>0,40</b>
São José	26,36	16,26	0,38
Biguaçu	31,06	19,73	0,36
Governador Celso Ramos	37,93	24,47	0,36
Tijucas	29,45	19,22	0,38
Itapema	33,10	21,20	0,39
Balneário Camboriú	25,32	16,33	0,41
Itajaí	29,47	18,90	0,40
<b>TOTAL</b>	<b>29,52</b>	<b>18,85</b>	<b>0,39</b>

(Fonte: IBGE, 2011)

O poder aquisitivo da população tem reflexo direto sobre a demanda, e esta, sobre as condições de viabilidade dos serviços prestados.

<sup>8</sup>A Incidência da Pobreza (*headcount ratio* - H) indica a proporção de pobres em relação à população total.

<sup>9</sup>A Incidência da Pobreza Subjetiva é calculada com base na opinião que os entrevistados têm sobre suas próprias condições de pobres ou não pobres.

<sup>10</sup> Mede o grau de desigualdade existente na distribuição de indivíduos segundo a renda domiciliar *per capita*.

## Apêndice B.2 – Aspectos Econômicos

Em 2008, o maior PIB per capita na área de estudo foi de Itajaí com 59.928, segundo dados da Secretaria de Estado de Planejamento (SPG), alcançado o segundo lugar no ranking municipal de Santa Catarina, perdendo apenas para São Francisco do Sul. Verifica-se certa heterogeneidade entre os municípios restantes, como mostra a Tabela B.8. Na participação dos setores econômicos no Valor Adicionado Bruto da área de estudo, a parcela correspondente aos serviços é a maior, alcançando 75% do total, seguida da correspondente à indústria, com 20%.

**Tabela B.8 – Produto Interno Bruto per capita - 2008**

Município	PIB <i>per capita</i> 2008	Part. % no VAB			PIB a preços básicos (R\$mil)
		Agropecuária	Indústria	Serviços	
Florianópolis	20.184	0,37	13,19	86,44	8.120.986
São José	20.553	0,18	20,15	79,67	4.095.802
Biguaçu	19.625	3,89	20,89	75,22	1.092.429
Governador Celso Ramos	8.313	18,14	13,49	68,37	104.836
Tijucas	17.408	4,50	42,74	52,76	506.952
Itapema	12.286	0,87	19,52	79,61	438.074
Balneário Camboriú	14.541	0,33	18,77	80,90	1.446.756
Itajaí	59.928	0,64	15,47	83,89	10.183.448
TOTAL	21.605	3,61	20,53	75,86	3.248.661

(Fonte: SPG, 2011)

As exportações, em 2009, corresponderam a US\$ 18.318.701 em Florianópolis, a US\$ 44.678.807 em São José, a US\$ 4.678.610 em Biguaçu, a US\$ 43.106 em Governador Celso Ramos, a US\$ 24.986.504 em Tijucas, a US\$ 1.154.292 em Itapema, a US\$ 286.389 em Balneário Camboriú e a US\$ 2.625.910.598 em Itajaí.

O acesso ao sistema de Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) está desativado por período indefinido. Contudo, segundo

notícias do portal do MTE, a região Sul está entre as que mais produzem empregos no país. Em 2009, Santa Catarina chegou a ser o estado que mais gerou empregos. Do ponto de vista do desenvolvimento regional e da geração de empregos, a turismo e a pesca constituem um dos pilares da economia do litoral catarinense.

Segundo dados do Governo do Estado de Santa Catarina, as principais atividades econômicas do município de Florianópolis são turismo e comércio. Turistas vindos de diversos lugares do Brasil e do mundo são atraídos todo verão pelo charme e exuberância das praias e da natureza da “Ilha da Magia”.

Em contrapartida, municípios da região da Grande Florianópolis, como por exemplo, São José e Biguaçu, possuem como principais atividades econômicas a indústria e o comércio. Ressalta-se que grande parte do seu parque industrial situa-se às margens da BR-101 (GOV/SC, 2011).

A principal fonte de renda do município de Governador Celso Ramos são os frutos-do-mar e o turismo, enquanto que Tijucas ganha destaque principalmente pela pesca e agricultura (GOV/SC, 2011).

O turismo também é a principal atividade econômica de Itapema. Situada num dos trechos mais bonitos do litoral catarinense, ela é famosa por suas belas praias e pela infraestrutura hoteleira de primeiro mundo (GOV/SC, 2011).

De todas as cidades turísticas da região, Balneário Camboriú se sobressai ao alcançar cerca de 1 milhão de habitantes durante o verão, atingindo a maior concentração urbana do litoral sul do Brasil nessa época do ano (GOV/SC, 2011).

Por fim, Itajaí é sede do maior porto pesqueiro do País, da segunda maior universidade do Estado e do único píer exclusivamente turístico do Brasil. Itajaí tem belas praias, muita natureza e é uma das 120 maiores cidades de Santa Catarina. A economia é sustentada pelo tripé porto, comércio atacadista de combustível e pesca, mas o setor de produção industrial também exerce importante papel na arrecadação do município, bem como a comercialização de gêneros alimentícios (GOV/SC, 2011).

### Apêndice B.3 – Infraestrutura

A infraestrutura constitui-se em fator determinante da geração de fluxos populacionais, em busca de atendimento às necessidades de serviços essenciais. Serviços de saúde – esta também afetada pelas condições do saneamento básico –, educacionais, de lazer, culturais e outros. Especialmente para o objeto deste estudo, sua consideração nas análises é importante porque os deslocamentos apresentam-se dependentes do sistema de transportes.

No que diz respeito ao saneamento básico na área de estudos, as Figuras B.1 e B.2 mostram o percentual da população atendida por abastecimento de água e esgotamento sanitário. Percebe-se que boa parte da população da região é atendida por abastecimento de água, enquanto que os municípios possuem precariedade em relação ao esgotamento sanitário.

Muitos problemas de saúde estão relacionados à precariedade das condições sanitárias, contribuindo para o aumento das demandas ambulatoriais e hospitalares. Os dados disponibilizados pelo IBGE, relativamente a 2009, constam da Tabela B.9.

**Tabela B.9 – Número de estabelecimentos de saúde e leitos para internação – 2009**

Municípios	Estabelecimentos de Saúde total	Leitos para internação em Estabelecimentos de Saúde total	Estabelecimentos de Saúde público total	Leitos para internação em Estabelecimentos de Saúde público total
Florianópolis	520	1.693	75	1.196
São José	46	798	23	663
Biguaçu	23	0	18	0
Governador Celso Ramos	11	0	10	0
Tijucas	16	57	11	0
Itapema	31	23	11	0
Balneário Camboriú	97	326	20	0
Itajaí	137	0	38	0
<b>TOTAL</b>	<b>881</b>	<b>2.897</b>	<b>206</b>	<b>1.859</b>

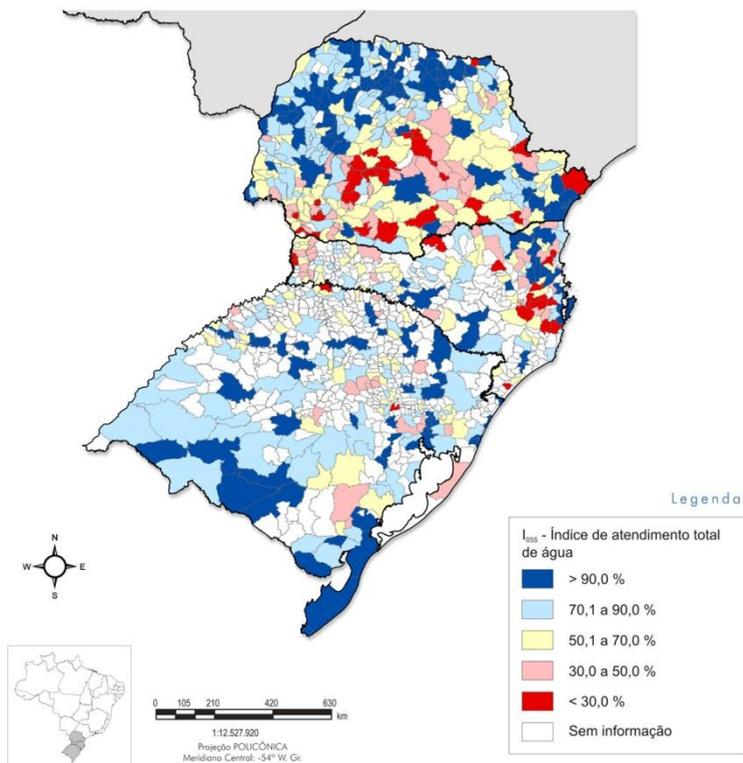
(Fonte: IBGE, 2011)



**Distribuição espacial do: Índice de Atendimento Total de Água**

$$I_{55} = \frac{\text{População Total Atendida com Abastecimento de Água}}{\text{População Total do(s) Municípios(s) Atendidos(s) com Abastecimento de Água}}$$

**Região: Sul**



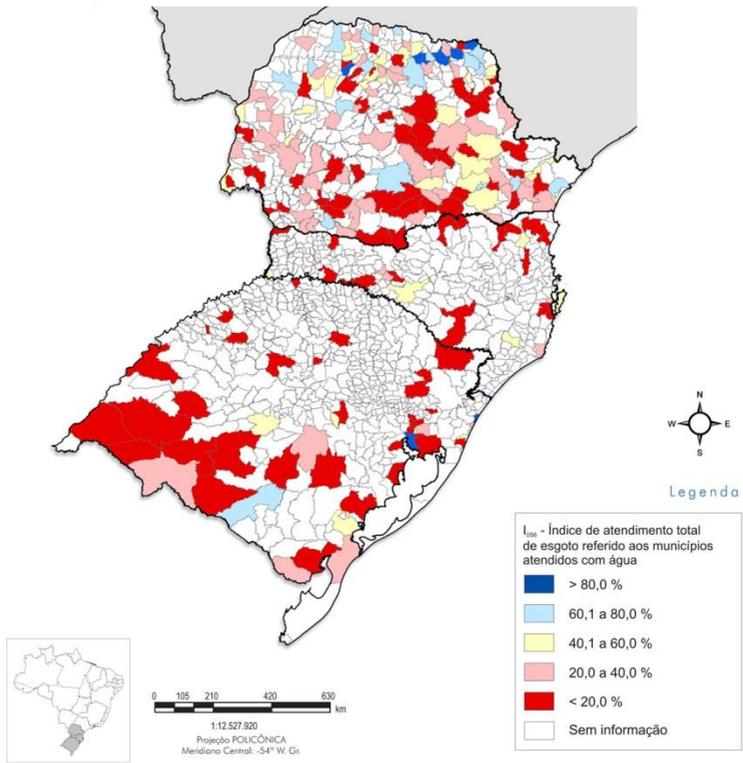
**Figura B.1 – Índice de atendimento total de água (SNIS, 2011)**



**Distribuição espacial do: Índice de Atendimento Total de Esgoto**

$$156 = \frac{\text{População Total Atendida com Esgotamento Sanitário}}{\text{População Total do(s) Municípios(s) Atendidos(s) com Abastecimento de Água}}$$

**Região: Sul**



**Figura B.2 – Índice de atendimento total de esgoto (SNIS, 2011)**

Em termos educacionais (Tabela B.10), a infraestrutura dos municípios da área de estudo atenderam, segundo o INEP, 22.271 matrículas no ensino pré-escolar (infantil), 137.867 no fundamental e 39.910 no médio, **em 2009**. No superior, **só foram encontrados dados de 2004**, os quais constam que foram realizadas 54.700 matrículas.

**Tabela B.10 – Matrículas em ensino**

POPULAÇÃO ESTIMADA / FAIXA ETÁRIA E MATRÍCULAS	Florianópolis	São José	Biguaçu	Governador Celso Ramos	Tijucas	Itapema	Balneário Camboriú	Itajaí	TOTAL
Matrículas ensino pré-escolar - 2009	8.714	3.615	1.201	330	581	933	1.489	5.408	22.271
Matrículas ensino fundamental - 2009	49.981	27.006	9.007	1.863	4.547	6.788	12.256	26.419	137.867
Matrículas ensino médio - 2009	16.529	6.969	1.936	389	1.163	1.538	3.639	7.747	39.910
Matrículas ensino superior - 2004	26.453	7.585	3.392	N.L.	1.226	N.L.	4.784	11.260	54.700

(Fonte: IBGE, 2011)

Em vista das condições econômicas e da infraestrutura existente no município, a população residente desloca-se para outros municípios e regiões, especialmente para trabalhar e estudar. Essa situação pode ser observada na Tabela B.11. **Destaca-se que os dados mais atualizados são referentes ao ano de 2000.**

**Tabela B.11 – Deslocamento da população residente para trabalho ou estudo - 2000**

Municípios de residência	Deslocamento da população residente para trabalho ou estudo				
	Trabalhavam ou estudavam no município de residência	Não trabalhavam nem estudavam	Trabalhavam ou estudavam em outro município da Unidade da Federação	Trabalhavam ou estudavam em outra Unidade da Federação	Trabalhavam ou estudavam em País estrangeiro
Florianópolis	45.855	21.843	5.347	366	36
São José	22.087	16.949	8.889	110	0
Biguaçu	235.082	96.767	9.104	1.199	133
Gov. Celso Ramos	5.160	4.356	1.824	258	0
Tijucas	95.809	47.956	3.085	562	23
Itapema	15.545	9.002	1.195	118	0
Balneário Camboriú	83.481	51.379	38.218	359	27
Itajaí	14.691	8.276	472	60	0
TOTAL	517.710	256.528	68.134	3.032	219

(Fonte: IBGE, 2011)

Para atender às necessidades de deslocamento, a área de estudo conta com uma rede viária na qual se destacam no eixo norte-sul: a BR 101, ligando Florianópolis a Itajaí. A Figura B.3 mostra a disposição das vias na rede rodoviária.



Figura B.3 – Mapa rodoviário simplificado de Santa Catarina (MT, 2011)

De acordo com dados do Departamento de Polícia Rodoviária Federal (DPRF), a BR-101 apresenta-se como a mais violenta rodovia federal catarinense por representar cerca de 20% da malha rodoviária federal do Estado e concentrar quase 50% dos acidentes registrados. Em 2005, a região de Florianópolis concentrou três dos dez trechos mais perigosos do país, e no último levantamento feito pela Polícia Rodoviária Federal em 2007, mais de 600 pessoas morreram em estradas federais catarinenses nesse mesmo ano.

A frota municipal registrada em 2010 é mostrada na Tabela B.12, onde, evidentemente, o automóvel ganha destaque. A população ainda é servida por serviços de transporte coletivo sob a jurisdição municipal, estadual e federal. O Transporte Coletivo Rodoviário Intermunicipal de Passageiros no trecho em questão, diretamente relacionados com o objeto do presente estudo, estão sob a responsabilidade do DETER/SC. As linhas são operadas pela empresa Auto Viação Catarinense, com tarifas que variam de acordo com o trajeto e o tipo do serviço prestado.

**Tabela B.12 – Frota de veículos registrada - 2010**

FROTA 2010	Florianópolis	São José	Biguaçu	Governador Celso Ramos	Tijucas	Itapema	Balneário Camboriú	Itajaí	TOTAL	SANTA CATARINA
Automóvel	181.210	70.171	15.800	2.729	9.546	12.435	37.085	58.212	387.188	1.982.129
Caminhão	3.275	3.397	937	143	826	489	895	3.937	13.899	123.496
Caminhão trator	231	373	125	22	367	78	230	2.717	4.143	35.964
Caminhonete	12.832	6.257	1.426	324	1.138	1.443	3.528	5.594	32.542	216.228
Camionetas	10.574	2.860	637	110	346	638	2.235	2.470	19.870	82.028
Micro-ônibus	802	233	60	16	45	47	201	270	1.674	8.677
Motocicleta	35.016	21.908	7.092	1.185	3.611	4.019	11.365	21.225	105.421	659.428
Motoneta	5.854	4.496	1.685	519	2.462	1.837	5.565	11.205	33.623	177.681
Ônibus	1.661	188	143	10	44	40	237	319	2.642	15.271
Trator de rodas	427	87	64	4	13	5	42	54	696	2.275
Utilitários	2.993	484	57	13	58	215	784	475	5.079	16.191
Outros	4.560	2.068	592	101	663	373	1.265	5.866	15.488	94.827
<b>TOTAL</b>	<b>259.435</b>	<b>112.522</b>	<b>28.618</b>	<b>5.176</b>	<b>19.119</b>	<b>21.619</b>	<b>63.432</b>	<b>112.344</b>	<b>622.265</b>	<b>3.414.195</b>

(Fonte: DENATRAN, 2011)

**APÊNDICE C**  
**Cartões de Preferência Declarada (PD)**



## Apêndice C.1– Ônibus Regular e Fretado (estudo de caso)

SET 01	SET 02																		
<table border="1"> <tr> <td>ATRIBUTOS</td> <td>TREM </td> <td>ÔNIBUS </td> </tr> <tr> <td>TARIFA </td> <td>R\$ 21,00</td> <td>R\$ 18,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM </td> <td>40 min</td> <td>1 h e 20 min</td> </tr> </table>	ATRIBUTOS	TREM 	ÔNIBUS 	TARIFA 	R\$ 21,00	R\$ 18,00	TEMPO DE VIAGEM 	40 min	1 h e 20 min	<table border="1"> <tr> <td>ATRIBUTOS</td> <td>TREM </td> <td>ÔNIBUS </td> </tr> <tr> <td>TARIFA </td> <td>R\$ 21,00</td> <td>R\$ 22,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM </td> <td>1 h</td> <td>2 h e 40 min</td> </tr> </table>	ATRIBUTOS	TREM 	ÔNIBUS 	TARIFA 	R\$ 21,00	R\$ 22,00	TEMPO DE VIAGEM 	1 h	2 h e 40 min
ATRIBUTOS	TREM 	ÔNIBUS 																	
TARIFA 	R\$ 21,00	R\$ 18,00																	
TEMPO DE VIAGEM 	40 min	1 h e 20 min																	
ATRIBUTOS	TREM 	ÔNIBUS 																	
TARIFA 	R\$ 21,00	R\$ 22,00																	
TEMPO DE VIAGEM 	1 h	2 h e 40 min																	
<table border="1"> <tr> <td>ATRIBUTOS</td> <td>TREM </td> <td>ÔNIBUS </td> </tr> <tr> <td>TARIFA </td> <td>R\$ 21,00</td> <td>R\$ 26,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM </td> <td>2 h e 20 min</td> <td>2 h</td> </tr> </table>	ATRIBUTOS	TREM 	ÔNIBUS 	TARIFA 	R\$ 21,00	R\$ 26,00	TEMPO DE VIAGEM 	2 h e 20 min	2 h	<table border="1"> <tr> <td>ATRIBUTOS</td> <td>TREM </td> <td>ÔNIBUS </td> </tr> <tr> <td>TARIFA </td> <td>R\$ 25,00</td> <td>R\$ 26,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM </td> <td>40 min</td> <td>2 h</td> </tr> </table>	ATRIBUTOS	TREM 	ÔNIBUS 	TARIFA 	R\$ 25,00	R\$ 26,00	TEMPO DE VIAGEM 	40 min	2 h
ATRIBUTOS	TREM 	ÔNIBUS 																	
TARIFA 	R\$ 21,00	R\$ 26,00																	
TEMPO DE VIAGEM 	2 h e 20 min	2 h																	
ATRIBUTOS	TREM 	ÔNIBUS 																	
TARIFA 	R\$ 25,00	R\$ 26,00																	
TEMPO DE VIAGEM 	40 min	2 h																	
<table border="1"> <tr> <td>ATRIBUTOS</td> <td>TREM </td> <td>ÔNIBUS </td> </tr> <tr> <td>TARIFA </td> <td>R\$ 25,00</td> <td>R\$ 26,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM </td> <td>1 h</td> <td>1 h e 20 min</td> </tr> </table>	ATRIBUTOS	TREM 	ÔNIBUS 	TARIFA 	R\$ 25,00	R\$ 26,00	TEMPO DE VIAGEM 	1 h	1 h e 20 min	<table border="1"> <tr> <td>ATRIBUTOS</td> <td>TREM </td> <td>ÔNIBUS </td> </tr> <tr> <td>TARIFA </td> <td>R\$ 25,00</td> <td>R\$ 18,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM </td> <td>2 h e 20 min</td> <td>2 h e 40 min</td> </tr> </table>	ATRIBUTOS	TREM 	ÔNIBUS 	TARIFA 	R\$ 25,00	R\$ 18,00	TEMPO DE VIAGEM 	2 h e 20 min	2 h e 40 min
ATRIBUTOS	TREM 	ÔNIBUS 																	
TARIFA 	R\$ 25,00	R\$ 26,00																	
TEMPO DE VIAGEM 	1 h	1 h e 20 min																	
ATRIBUTOS	TREM 	ÔNIBUS 																	
TARIFA 	R\$ 25,00	R\$ 18,00																	
TEMPO DE VIAGEM 	2 h e 20 min	2 h e 40 min																	

SET 07	SET 08																		
<table border="1"> <tr> <td>ATRIBUTOS</td> <td><b>TREM</b> </td> <td><b>ÔNIBUS</b> </td> </tr> <tr> <td>TARIFA </td> <td>R\$ 29,00</td> <td>R\$ 26,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM </td> <td>40 min</td> <td>2 h e 40 min</td> </tr> </table>	ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>ÔNIBUS</b> 	TARIFA 	R\$ 29,00	R\$ 26,00	TEMPO DE VIAGEM 	40 min	2 h e 40 min	<table border="1"> <tr> <td>ATRIBUTOS</td> <td><b>TREM</b> </td> <td><b>ÔNIBUS</b> </td> </tr> <tr> <td>TARIFA </td> <td>R\$ 29,00</td> <td>R\$ 18,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM </td> <td>1 h</td> <td>2 h</td> </tr> </table>	ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>ÔNIBUS</b> 	TARIFA 	R\$ 29,00	R\$ 18,00	TEMPO DE VIAGEM 	1 h	2 h
ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>ÔNIBUS</b> 																	
TARIFA 	R\$ 29,00	R\$ 26,00																	
TEMPO DE VIAGEM 	40 min	2 h e 40 min																	
ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>ÔNIBUS</b> 																	
TARIFA 	R\$ 29,00	R\$ 18,00																	
TEMPO DE VIAGEM 	1 h	2 h																	
<table border="1"> <tr> <td>ATRIBUTOS</td> <td><b>TREM</b> </td> <td><b>ÔNIBUS</b> </td> </tr> <tr> <td>TARIFA </td> <td>R\$ 29,00</td> <td>R\$ 22,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM </td> <td>2 h e 20 min</td> <td>1 h e 20 min</td> </tr> </table>	ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>ÔNIBUS</b> 	TARIFA 	R\$ 29,00	R\$ 22,00	TEMPO DE VIAGEM 	2 h e 20 min	1 h e 20 min	<table border="1"> <tr> <td>ATRIBUTOS</td> <td><b>TREM</b> </td> <td><b>ÔNIBUS</b> </td> </tr> <tr> <td>TARIFA </td> <td>R\$ 21,00</td> <td>R\$ 26,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM </td> <td>40 min</td> <td>2 h</td> </tr> </table>	ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>ÔNIBUS</b> 	TARIFA 	R\$ 21,00	R\$ 26,00	TEMPO DE VIAGEM 	40 min	2 h
ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>ÔNIBUS</b> 																	
TARIFA 	R\$ 29,00	R\$ 22,00																	
TEMPO DE VIAGEM 	2 h e 20 min	1 h e 20 min																	
ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>ÔNIBUS</b> 																	
TARIFA 	R\$ 21,00	R\$ 26,00																	
TEMPO DE VIAGEM 	40 min	2 h																	
<table border="1"> <tr> <td>ATRIBUTOS</td> <td><b>TREM</b> </td> <td><b>ÔNIBUS</b> </td> </tr> <tr> <td>TARIFA </td> <td>R\$ 21,00</td> <td>R\$ 18,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM </td> <td>1 h</td> <td>1 h e 20 min</td> </tr> </table>	ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>ÔNIBUS</b> 	TARIFA 	R\$ 21,00	R\$ 18,00	TEMPO DE VIAGEM 	1 h	1 h e 20 min	<table border="1"> <tr> <td>ATRIBUTOS</td> <td><b>TREM</b> </td> <td><b>ÔNIBUS</b> </td> </tr> <tr> <td>TARIFA </td> <td>R\$ 21,00</td> <td>R\$ 22,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM </td> <td>2 h e 20 min</td> <td>2 h e 40 min</td> </tr> </table>	ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>ÔNIBUS</b> 	TARIFA 	R\$ 21,00	R\$ 22,00	TEMPO DE VIAGEM 	2 h e 20 min	2 h e 40 min
ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>ÔNIBUS</b> 																	
TARIFA 	R\$ 21,00	R\$ 18,00																	
TEMPO DE VIAGEM 	1 h	1 h e 20 min																	
ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>ÔNIBUS</b> 																	
TARIFA 	R\$ 21,00	R\$ 22,00																	
TEMPO DE VIAGEM 	2 h e 20 min	2 h e 40 min																	

SET 13	SET 14																		
<table border="1"> <tr> <td>ATRIBUTOS</td> <td><b>TREM</b> </td> <td><b>ÔNIBUS</b> </td> </tr> <tr> <td>TARIFA</td> <td>R\$ 25,00</td> <td>R\$ 22,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM</td> <td>40 min</td> <td>2 h e 40 min</td> </tr> </table>	ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>ÔNIBUS</b> 	TARIFA	R\$ 25,00	R\$ 22,00	TEMPO DE VIAGEM	40 min	2 h e 40 min	<table border="1"> <tr> <td>ATRIBUTOS</td> <td><b>TREM</b> </td> <td><b>ÔNIBUS</b> </td> </tr> <tr> <td>TARIFA</td> <td>R\$ 25,00</td> <td>R\$ 22,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM</td> <td>1 h</td> <td>2 h</td> </tr> </table>	ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>ÔNIBUS</b> 	TARIFA	R\$ 25,00	R\$ 22,00	TEMPO DE VIAGEM	1 h	2 h
ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>ÔNIBUS</b> 																	
TARIFA	R\$ 25,00	R\$ 22,00																	
TEMPO DE VIAGEM	40 min	2 h e 40 min																	
ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>ÔNIBUS</b> 																	
TARIFA	R\$ 25,00	R\$ 22,00																	
TEMPO DE VIAGEM	1 h	2 h																	
<table border="1"> <tr> <td>ATRIBUTOS</td> <td><b>TREM</b> </td> <td><b>ÔNIBUS</b> </td> </tr> <tr> <td>TARIFA</td> <td>R\$ 25,00</td> <td>R\$ 26,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM</td> <td>2 h e 20 min</td> <td>1 h e 20 min</td> </tr> </table>	ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>ÔNIBUS</b> 	TARIFA	R\$ 25,00	R\$ 26,00	TEMPO DE VIAGEM	2 h e 20 min	1 h e 20 min	<table border="1"> <tr> <td>ATRIBUTOS</td> <td><b>TREM</b> </td> <td><b>ÔNIBUS</b> </td> </tr> <tr> <td>TARIFA</td> <td>R\$ 29,00</td> <td>R\$ 22,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM</td> <td>40 min</td> <td>1 h e 20 min</td> </tr> </table>	ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>ÔNIBUS</b> 	TARIFA	R\$ 29,00	R\$ 22,00	TEMPO DE VIAGEM	40 min	1 h e 20 min
ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>ÔNIBUS</b> 																	
TARIFA	R\$ 25,00	R\$ 26,00																	
TEMPO DE VIAGEM	2 h e 20 min	1 h e 20 min																	
ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>ÔNIBUS</b> 																	
TARIFA	R\$ 29,00	R\$ 22,00																	
TEMPO DE VIAGEM	40 min	1 h e 20 min																	
<table border="1"> <tr> <td>ATRIBUTOS</td> <td><b>TREM</b> </td> <td><b>ÔNIBUS</b> </td> </tr> <tr> <td>TARIFA</td> <td>R\$ 29,00</td> <td>R\$ 26,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM</td> <td>1 h</td> <td>2 h e 40 min</td> </tr> </table>	ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>ÔNIBUS</b> 	TARIFA	R\$ 29,00	R\$ 26,00	TEMPO DE VIAGEM	1 h	2 h e 40 min	<table border="1"> <tr> <td>ATRIBUTOS</td> <td><b>TREM</b> </td> <td><b>ÔNIBUS</b> </td> </tr> <tr> <td>TARIFA</td> <td>R\$ 29,00</td> <td>R\$ 18,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM</td> <td>2 h e 20 min</td> <td>2 h</td> </tr> </table>	ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>ÔNIBUS</b> 	TARIFA	R\$ 29,00	R\$ 18,00	TEMPO DE VIAGEM	2 h e 20 min	2 h
ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>ÔNIBUS</b> 																	
TARIFA	R\$ 29,00	R\$ 26,00																	
TEMPO DE VIAGEM	1 h	2 h e 40 min																	
ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>ÔNIBUS</b> 																	
TARIFA	R\$ 29,00	R\$ 18,00																	
TEMPO DE VIAGEM	2 h e 20 min	2 h																	

## Apêndice C.2 – Automóvel (estudo de caso)

SET 01	SET 02																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ATRIBUTOS</th> <th>TREM</th> <th>CARRO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TARIFA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>R\$ 21,00</td> <td>R\$ 24,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM</td> <td>40 min</td> <td>50 min</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ATRIBUTOS	TREM	CARRO	TARIFA				R\$ 21,00	R\$ 24,00	TEMPO DE VIAGEM	40 min	50 min				<table border="1"> <thead> <tr> <th>ATRIBUTOS</th> <th>TREM</th> <th>CARRO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TARIFA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>R\$ 21,00</td> <td>R\$ 28,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM</td> <td>1 h</td> <td>1 h e 20 min</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ATRIBUTOS	TREM	CARRO	TARIFA				R\$ 21,00	R\$ 28,00	TEMPO DE VIAGEM	1 h	1 h e 20 min			
ATRIBUTOS	TREM	CARRO																													
TARIFA																															
	R\$ 21,00	R\$ 24,00																													
TEMPO DE VIAGEM	40 min	50 min																													
																															
ATRIBUTOS	TREM	CARRO																													
TARIFA																															
	R\$ 21,00	R\$ 28,00																													
TEMPO DE VIAGEM	1 h	1 h e 20 min																													
																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ATRIBUTOS</th> <th>TREM</th> <th>CARRO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TARIFA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>R\$ 21,00</td> <td>R\$ 32,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM</td> <td>2 h e 20 min</td> <td>1 h</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ATRIBUTOS	TREM	CARRO	TARIFA				R\$ 21,00	R\$ 32,00	TEMPO DE VIAGEM	2 h e 20 min	1 h				<table border="1"> <thead> <tr> <th>ATRIBUTOS</th> <th>TREM</th> <th>CARRO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TARIFA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>R\$ 25,00</td> <td>R\$ 28,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM</td> <td>40 min</td> <td>1 h</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ATRIBUTOS	TREM	CARRO	TARIFA				R\$ 25,00	R\$ 28,00	TEMPO DE VIAGEM	40 min	1 h			
ATRIBUTOS	TREM	CARRO																													
TARIFA																															
	R\$ 21,00	R\$ 32,00																													
TEMPO DE VIAGEM	2 h e 20 min	1 h																													
																															
ATRIBUTOS	TREM	CARRO																													
TARIFA																															
	R\$ 25,00	R\$ 28,00																													
TEMPO DE VIAGEM	40 min	1 h																													
																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ATRIBUTOS</th> <th>TREM</th> <th>CARRO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TARIFA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>R\$ 25,00</td> <td>R\$ 32,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM</td> <td>1 h</td> <td>50 min</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ATRIBUTOS	TREM	CARRO	TARIFA				R\$ 25,00	R\$ 32,00	TEMPO DE VIAGEM	1 h	50 min				<table border="1"> <thead> <tr> <th>ATRIBUTOS</th> <th>TREM</th> <th>CARRO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TARIFA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>R\$ 25,00</td> <td>R\$ 24,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM</td> <td>2 h e 20 min</td> <td>1 h e 20 min</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ATRIBUTOS	TREM	CARRO	TARIFA				R\$ 25,00	R\$ 24,00	TEMPO DE VIAGEM	2 h e 20 min	1 h e 20 min			
ATRIBUTOS	TREM	CARRO																													
TARIFA																															
	R\$ 25,00	R\$ 32,00																													
TEMPO DE VIAGEM	1 h	50 min																													
																															
ATRIBUTOS	TREM	CARRO																													
TARIFA																															
	R\$ 25,00	R\$ 24,00																													
TEMPO DE VIAGEM	2 h e 20 min	1 h e 20 min																													
																															

SET 07	SET 08																		
<table border="1"> <tr> <td>ATRIBUTOS</td> <td>TREM </td> <td>CARRO </td> </tr> <tr> <td>TARIFA </td> <td>R\$ 29,00</td> <td>R\$ 32,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM </td> <td>40 min</td> <td>1 h e 20 min</td> </tr> </table>	ATRIBUTOS	TREM 	CARRO 	TARIFA 	R\$ 29,00	R\$ 32,00	TEMPO DE VIAGEM 	40 min	1 h e 20 min	<table border="1"> <tr> <td>ATRIBUTOS</td> <td>TREM </td> <td>CARRO </td> </tr> <tr> <td>TARIFA </td> <td>R\$ 29,00</td> <td>R\$ 24,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM </td> <td>1 h</td> <td>1 h</td> </tr> </table>	ATRIBUTOS	TREM 	CARRO 	TARIFA 	R\$ 29,00	R\$ 24,00	TEMPO DE VIAGEM 	1 h	1 h
ATRIBUTOS	TREM 	CARRO 																	
TARIFA 	R\$ 29,00	R\$ 32,00																	
TEMPO DE VIAGEM 	40 min	1 h e 20 min																	
ATRIBUTOS	TREM 	CARRO 																	
TARIFA 	R\$ 29,00	R\$ 24,00																	
TEMPO DE VIAGEM 	1 h	1 h																	
<table border="1"> <tr> <td>ATRIBUTOS</td> <td>TREM </td> <td>CARRO </td> </tr> <tr> <td>TARIFA </td> <td>R\$ 29,00</td> <td>R\$ 28,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM </td> <td>2 h e 20 min</td> <td>50 min</td> </tr> </table>	ATRIBUTOS	TREM 	CARRO 	TARIFA 	R\$ 29,00	R\$ 28,00	TEMPO DE VIAGEM 	2 h e 20 min	50 min	<table border="1"> <tr> <td>ATRIBUTOS</td> <td>TREM </td> <td>CARRO </td> </tr> <tr> <td>TARIFA </td> <td>R\$ 21,00</td> <td>R\$ 32,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM </td> <td>40 min</td> <td>1 h</td> </tr> </table>	ATRIBUTOS	TREM 	CARRO 	TARIFA 	R\$ 21,00	R\$ 32,00	TEMPO DE VIAGEM 	40 min	1 h
ATRIBUTOS	TREM 	CARRO 																	
TARIFA 	R\$ 29,00	R\$ 28,00																	
TEMPO DE VIAGEM 	2 h e 20 min	50 min																	
ATRIBUTOS	TREM 	CARRO 																	
TARIFA 	R\$ 21,00	R\$ 32,00																	
TEMPO DE VIAGEM 	40 min	1 h																	
<table border="1"> <tr> <td>ATRIBUTOS</td> <td>TREM </td> <td>CARRO </td> </tr> <tr> <td>TARIFA </td> <td>R\$ 21,00</td> <td>R\$ 24,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM </td> <td>1 h</td> <td>50 min</td> </tr> </table>	ATRIBUTOS	TREM 	CARRO 	TARIFA 	R\$ 21,00	R\$ 24,00	TEMPO DE VIAGEM 	1 h	50 min	<table border="1"> <tr> <td>ATRIBUTOS</td> <td>TREM </td> <td>CARRO </td> </tr> <tr> <td>TARIFA </td> <td>R\$ 21,00</td> <td>R\$ 28,00</td> </tr> <tr> <td>TEMPO DE VIAGEM </td> <td>2 h e 20 min</td> <td>1 h e 20 min</td> </tr> </table>	ATRIBUTOS	TREM 	CARRO 	TARIFA 	R\$ 21,00	R\$ 28,00	TEMPO DE VIAGEM 	2 h e 20 min	1 h e 20 min
ATRIBUTOS	TREM 	CARRO 																	
TARIFA 	R\$ 21,00	R\$ 24,00																	
TEMPO DE VIAGEM 	1 h	50 min																	
ATRIBUTOS	TREM 	CARRO 																	
TARIFA 	R\$ 21,00	R\$ 28,00																	
TEMPO DE VIAGEM 	2 h e 20 min	1 h e 20 min																	

SET 13			SET 14		
ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>CARRO</b> 	ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>CARRO</b> 
TARIFA 	R\$ 25,00	R\$ 24,00	TARIFA 	R\$ 25,00	R\$ 28,00
TEMPO DE VIAGEM 	40 min	1 h e 20 min	TEMPO DE VIAGEM 	1 h	1 h
SET 15			SET 16		
ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>CARRO</b> 	ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>CARRO</b> 
TARIFA 	R\$ 25,00	R\$ 32,00	TARIFA 	R\$ 29,00	R\$ 28,00
TEMPO DE VIAGEM 	2 h e 20 min	50 min	TEMPO DE VIAGEM 	40 min	50 min
SET 17			SET 18		
ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>CARRO</b> 	ATRIBUTOS	<b>TREM</b> 	<b>CARRO</b> 
TARIFA 	R\$ 29,00	R\$ 32,00	TARIFA 	R\$ 29,00	R\$ 24,00
TEMPO DE VIAGEM 	1 h	1 h e 20 min	TEMPO DE VIAGEM 	2 h e 20 min	1 h

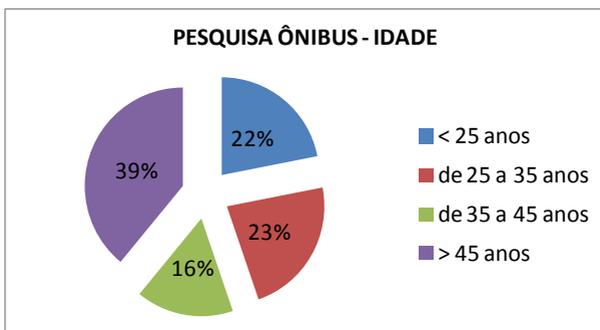
**APÊNDICE D**  
**Perfil dos entrevistados**



## Apêndice D.1 – Ônibus Regular

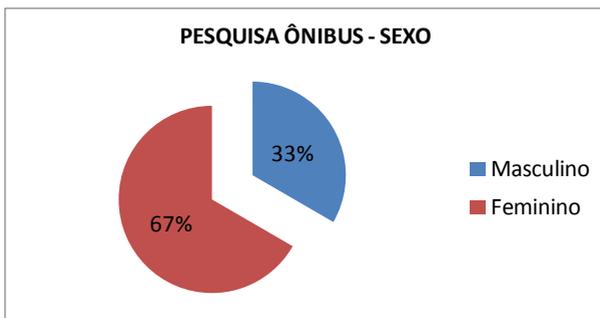
Com base nas respostas dos formulários, fez-se uma análise estatística para desenvolver estudos envolvendo a desagregação da amostra.

Com relação à faixa etária (Figura D.1), nota-se a predominância de pessoas mais “velhas”, ou seja, com idade acima dos 45 anos (39%). As pessoas com idade entre 25 e 35 anos e as pessoas com idade até 25 anos alcançaram valores em torno de 20%. Já as pessoas com idade entre 35 e 45 anos atingiram percentual pouco considerável (16%).



**Figura D.1 – Pesquisa ônibus regular: idade**

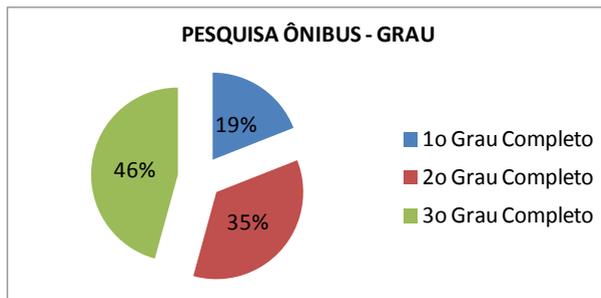
No que se refere ao sexo dos entrevistados (Figura D.2), a maior parte é do sexo feminino com 67% de percentual, enquanto o sexo masculino alcançou 33%. Ou seja, em geral as mulheres utilizam mais o modo ônibus que os homens para realizar esse tipo de viagem.



**Figura D.2 – Pesquisa ônibus regular: sexo**

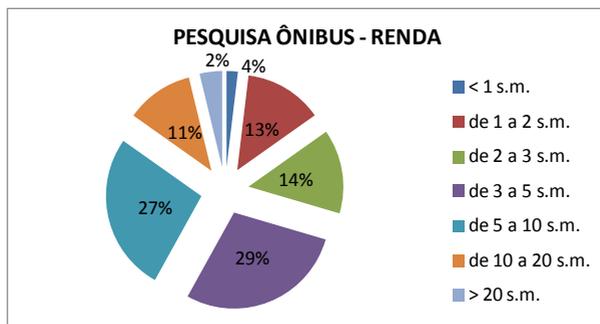
Quanto à escolaridade (Figura D.3), a maioria possui pelo menos o 2º grau completo, sendo que o maior percentual corresponde as pessoas

que possuem nível superior. Somente dezenove por cento dos entrevistados possuem só o primário. Não foram constatados usuários que não possuíam nem o 1º grau completo.



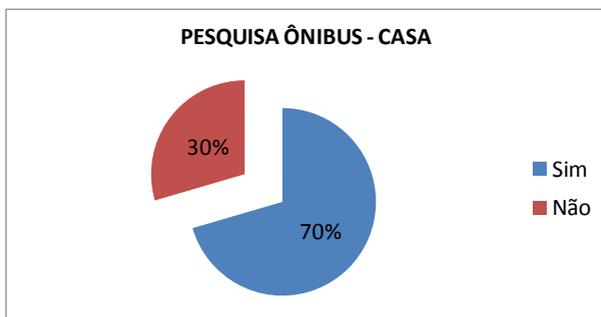
**Figura D.3 – Pesquisa ônibus regular: grau de instrução**

No que se concerne à renda familiar dos entrevistados (Figura D.4), quase trinta por cento dos respondentes estão na faixa de renda de 3 a 5 salários mínimos, o que corresponde, atualmente, à faixa de aproximadamente R\$ 1.500,00 a R\$ 2.500,00. Em seguida, 27% ganham de 5 a 10 salários mínimos (R\$ 2.500,00 a R\$ 5.000,00), 14% ganham de 2 a 3 salários mínimos (R\$ 1.000,00 a R\$ 1.500,00), 13% ganham de 1 a 2 salários mínimos (R\$ 500,00 a R\$ 1.000,00) e 11% ganham de 10 a 20 salários mínimos (R\$ 5.000,00 a R\$ 10.000,00). Poucos são os entrevistados com renda familiar nos extremos – menos de 1 salário mínimo (até R\$ 500,00) ou mais de 20 salários mínimos (mais de R\$ 10.000,00).



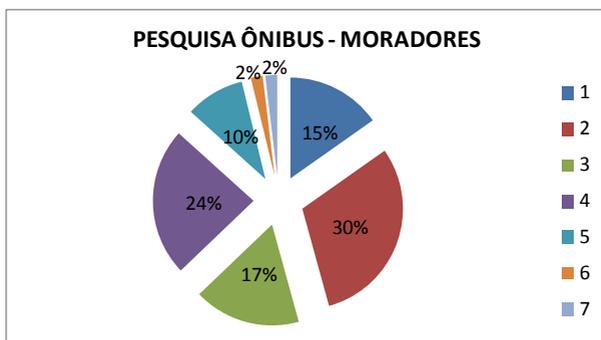
**Figura D.4 – Pesquisa ônibus regular: renda familiar**

Acerca da posse de casa própria ou não (Figura D.5), grande parte dos entrevistados (70%) possui casa própria.



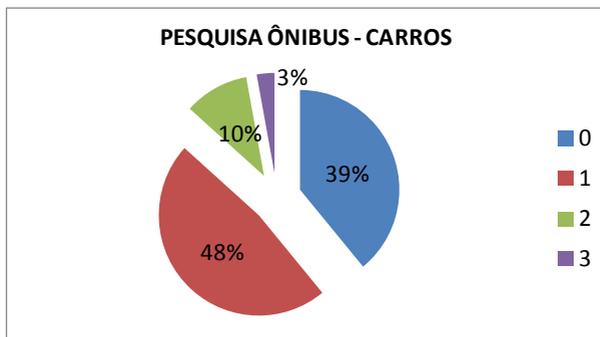
**Figura D.5 – Pesquisa ônibus regular: posse de casa**

Pode-se observar também pela Figura D.6 que o entrevistado divide sua casa, própria ou alugada, em maior caso, com duas pessoas, contando ele próprio. As famílias em casa, também são compostas de 4 pessoas (24%) e 3 pessoas (17%). Moram sozinhos quinze por cento dos respondentes.



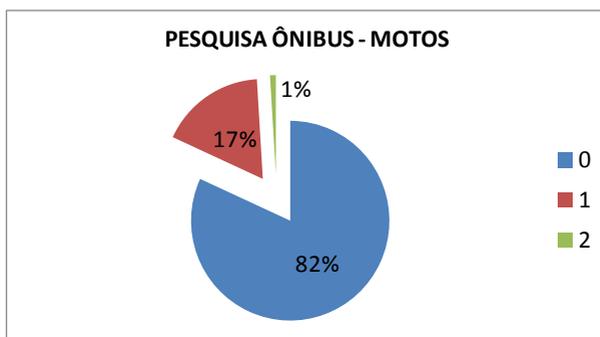
**Figura D.6 – Pesquisa ônibus regular: número de moradores na casa**

No que diz respeito à posse ou não de automóveis (Figura D.7), praticamente metade dos entrevistados possuem um carro, enquanto que quase quarenta por cento não possuem automóveis.



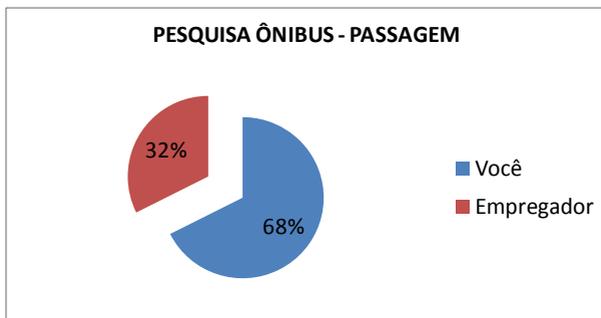
**Figura D.7 – Pesquisa ônibus regular: posse de carros**

Mais de oitenta por cento dos entrevistados também não possuem motocicletas e quase vinte por cento possuem apenas uma moto (Figura D.8).



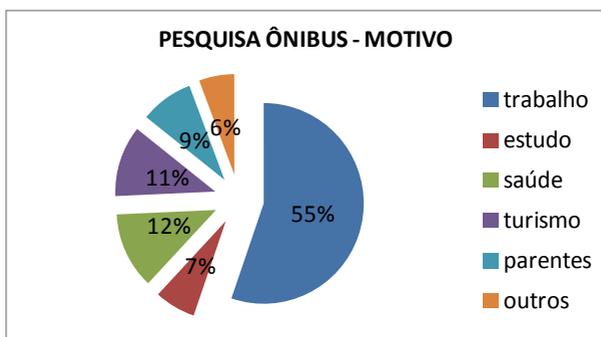
**Figura D.8 – Pesquisa ônibus regular: posse de motocicletas**

Sobre a questão de quem paga a passagem de ônibus (Figura D.9), se é o usuário ou o seu empregador, 68% dos entrevistados pagam a sua passagem. Enquanto que apenas um pouco mais de trinta por cento tem sua passagem paga pelo empregador.



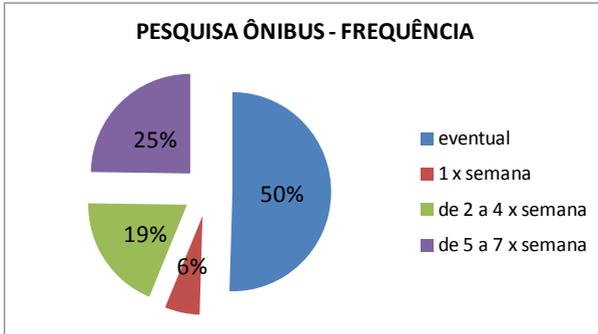
**Figura D.9 – Pesquisa ônibus regular: quem paga a passagem de ônibus**

No que se trata das características da viagem em si. Os motivos mais relevantes que levaram os usuários a realizarem as viagens pesquisadas (Figura D.10) foram: trabalho (55%), seguido por saúde (12%) e turismo (11%). Os outros motivos – visita a parentes, estudo e outros – ficaram equilibrados.



**Figura D.10 – Pesquisa ônibus regular: motivo da viagem**

Já as frequências das viagens podem ser vistas na Figura D.11. Exatamente metade dos usuários faz aquela viagem com uma frequência menor que uma vez por semana. Por outro lado, 25% dos entrevistados realizam aquele percurso diariamente. Quase vinte por cento dos respondentes utilizam o ônibus regular pelo menos de 2 a 4 vezes por semana e, por fim, seis por cento realizam aquela viagem uma vez por semana.

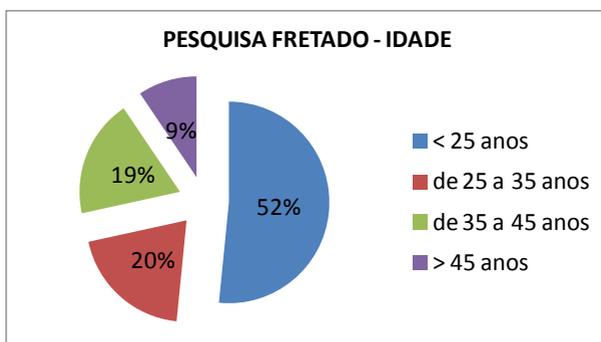


**Figura D.11 – Pesquisa ônibus regular: frequência da viagem**

## Apêndice D.2 – Ônibus Fretado

Fez-se a mesma análise para a pesquisa com usuários de ônibus fretado, a qual é apresentada logo a seguir.

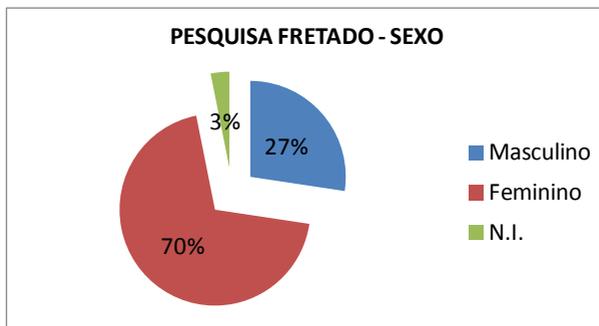
Com relação à faixa etária (Figura D.12), nota-se que boa parte da amostra é composta de pessoas relativamente “jovens”, ou seja, pessoas com até 25 anos de idade (52%). As pessoas com idade entre 25 e 35 anos e as pessoas com idade entre 35 e 45 anos alcançaram valores equilibrados entre si – 20% o primeiro e 19% o último. Por fim, as pessoas com idade acima de 45 anos foram as que atingiram o menor percentual (apenas 9%).



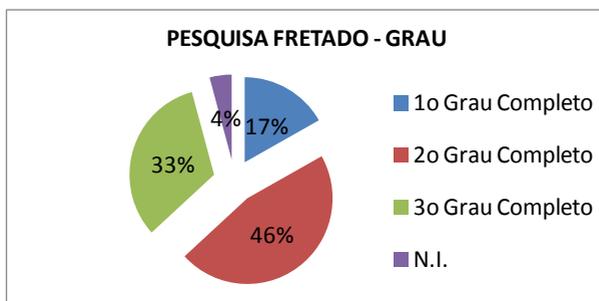
**Figura D.12 – Pesquisa ônibus fretado: idade**

No que se refere ao sexo dos entrevistados (Figura D.13), a maior parte é do sexo feminino com 70% de percentual, enquanto o sexo masculino alcançou 27%. Os pesquisadores não anotaram 3% desses dados, o qual foi identificado como dado Não Informado (N.I.). Dessa análise pode-se concluir que assim como os ônibus regulares, as mulheres utilizam mais o modo ônibus fretado do que os homens.

Quanto à escolaridade (Figura D.14), quase metade das pessoas possuem o 2º grau completo, seguido pelas pessoas que possuem o 3º grau completo (33%). Menos de vinte por cento dos entrevistados possuem somente o 1º grau completo. Não quiseram informar seu nível de escolaridade, quatro por cento dos respondentes.

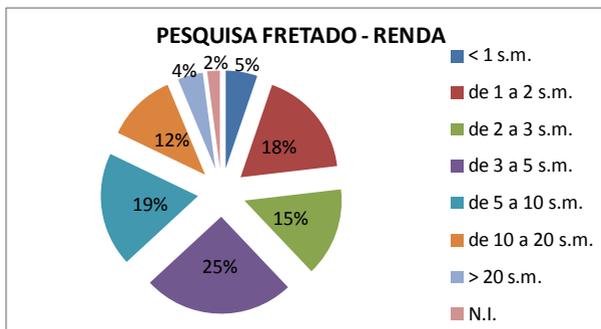


**Figura D.13 – Pesquisa ônibus fretado: sexo**



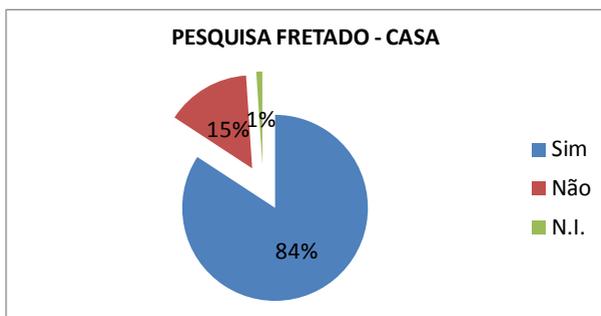
**Figura D.14 – Pesquisa ônibus fretado: grau de instrução**

No que se concerne à renda familiar dos entrevistados (Figura D.15), quase um quarto dos entrevistados se encontram na faixa de renda de 3 a 5 salários mínimos, o que corresponde, atualmente, à faixa de aproximadamente R\$ 1.500,00 a R\$ 2.500,00. Seguidos por 19% dos que ganham de 5 a 10 salários mínimos (R\$ 2.500,00 a R\$ 5.000,00), 18% dos que ganham de 1 a 2 salários mínimos (R\$ 500,00 a R\$ 1.000,00), 15% dos que ganham de 2 a 3 salários mínimos (R\$ 1.000,00 a R\$ 1.500,00) e 12% dos que ganham de 10 a 20 salários mínimos (R\$ 5.000,00 a R\$ 10.000,00). Poucos são os entrevistados com renda familiar nos extremos – menos de 1 salário mínimo (até R\$ 500,00) ou mais de 20 salários mínimos (mais de R\$ 10.000,00). Dois por cento dos usuários ficaram constrangidos em responder essa questão. Nota-se que esses dados são bastante semelhantes aos dados obtidos para a pesquisa com ônibus regular.



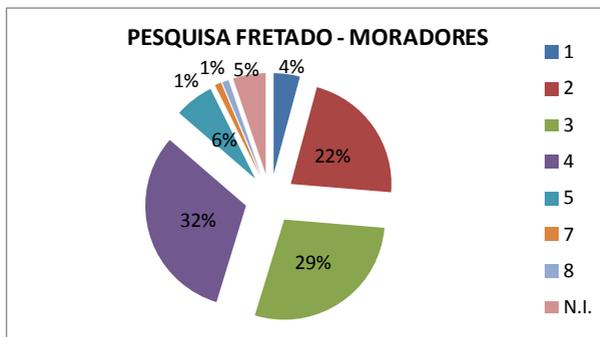
**Figura D.15 – Pesquisa ônibus fretado: renda familiar**

Acerca da posse de casa própria ou não (Figura D.16), grande parte dos entrevistados (84%) possui casa própria, bem como na pesquisa com ônibus regular.



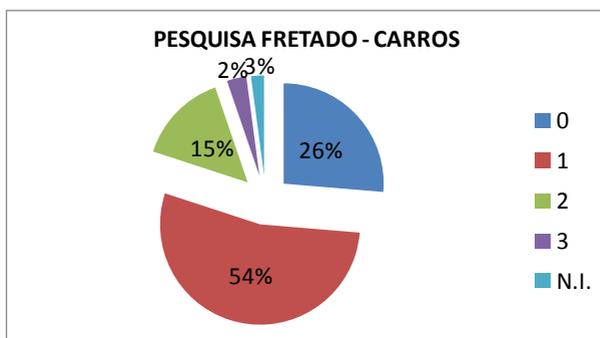
**Figura D.16 – Pesquisa ônibus fretado: posse de casa**

Pode-se observar pela Figura D.17 que o entrevistado divide sua casa, própria ou alugada, em maior caso, com quatro pessoas, contando ele próprio. Em maior número, se encontram também famílias de três pessoas (29%) e famílias de duas pessoas (22%). Comparando esses resultados com os resultados da pesquisa anterior, pode-se concluir que os usuários de fretamento geralmente dividem a casa com um número maior de pessoas, ou seja, suas famílias são maiores que as famílias dos usuários de ônibus regular.



**Figura D.17 – Pesquisa ônibus fretado: número de moradores na casa**

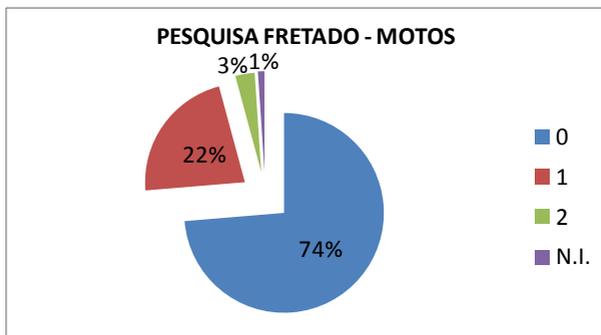
No que diz respeito à posse ou não de automóveis (Figura D.18), mais da metade dos entrevistados possuem um carro, enquanto que quase trinta por cento não possuem automóveis. Apenas quinze por cento possuem dois carros.



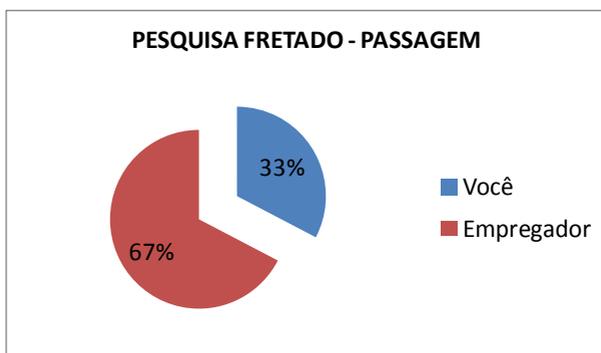
**Figura D.18 – Pesquisa ônibus fretado: posse de carros**

Mais de setenta por cento dos entrevistados também não possuem motocicletas e exatamente vinte e dois por cento possuem apenas uma moto (Figura D.19). Somente três por cento tem duas motocicletas em casa.

Sobre a questão de quem paga a passagem de ônibus (Figura D.20), se é o usuário ou o seu empregador, 67% dos entrevistados tem sua passagem paga pelo empregador, ao contrário do que acontece com os usuários do sistema coletivo regular. O restante (33%) paga a sua própria passagem.

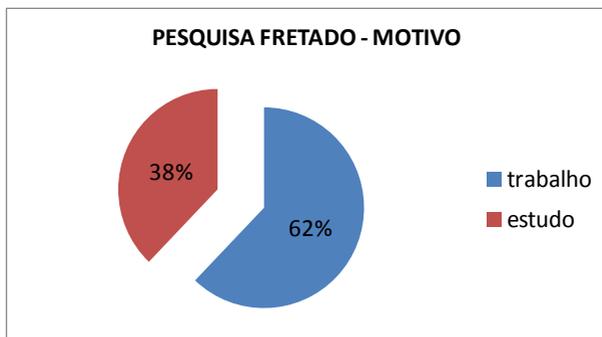


**Figura D.19 – Pesquisa ônibus fretado: posse de motocicletas**



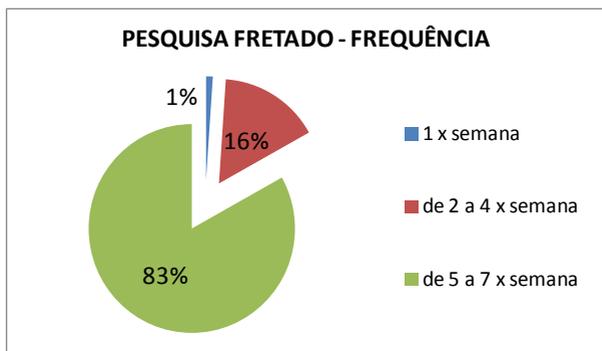
**Figura D.20 – Pesquisa ônibus fretado: quem paga a passagem de ônibus**

Tratando-se das características da viagem em si, os motivos mais relevantes que levaram os usuários a realizarem as viagens pesquisadas (Figura D.21) foram: trabalho (62%), seguido por estudo (38%). Cabe ressaltar que no caso do fretamento, como estes geralmente são contratados para a realização de transportes de funcionários ou estudantes, outros motivos de viagem não aparecem nessa pesquisa. Quanto aos respectivos percentuais desses motivos, eles estão interligados ao planejamento da pesquisa de campo que abordou mais fretes de empresas (Komlog, Portobello e Univali) do que fretes de universidades e escolas (Univali). Isso se deve ao fato de que muitas empresas que transportam estudantes não se prontificaram a colaborar com esse estudo.



**Figura D.21 – Pesquisa ônibus fretado: motivo da viagem**

Já as frequências das viagens podem ser vistas na Figura D.22. Como o frete geralmente é um serviço contratado para a realização de viagens diários de certo grupo – de funcionários ou estudantes –, a maior parte dos entrevistados realizam aquela viagem com uma frequência de 5 a 7 vezes por semana. São poucos os usuários que realizam aquela viagem com uma frequência semanal, ou seja, apenas uma vez por semana e são compostos de alunos da Univali que possuem poucas aulas. Não há usuários que realizam a viagem de forma eventual.

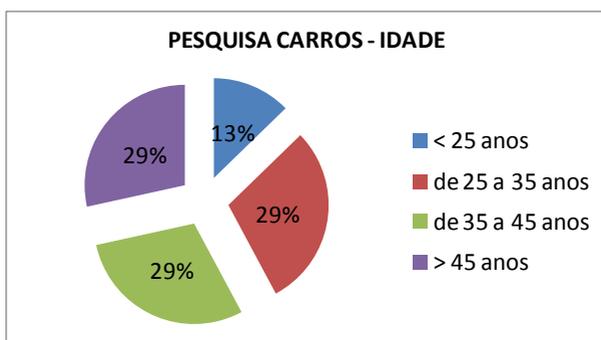


**Figura D.22 – Pesquisa ônibus fretado: frequência da viagem**

### Apêndice D.3 – Automóvel

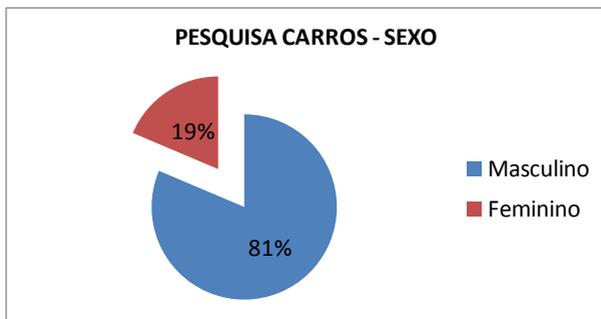
Por último, foi analisado o perfil dos usuários do transporte rodoviário individual da região.

Com relação à faixa etária (Figura D.23), nota-se que há um equilíbrio entre as pessoas com idade de 25 a 35 anos, de 35 a 45 anos e acima de 45 anos. As pessoas com idade abaixo de 25 anos ocuparam a pior posição, com 13% de percentual.



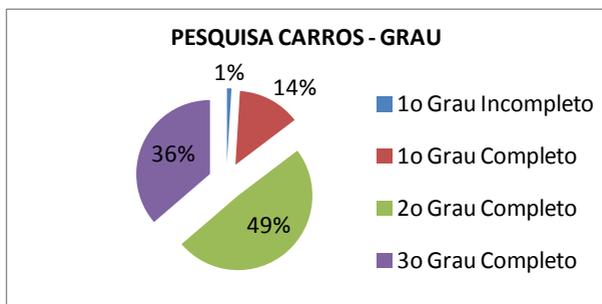
**Figura D.23 – Pesquisa automóvel: idade**

No que se refere ao sexo dos entrevistados (Figura D.24), a maior parte é do sexo masculino com 81% de percentual, enquanto o sexo masculino alcançou 19%. Logo, os homens utilizam mais o automóvel para viagens intermunicipais nessa região de estudo de caso, enquanto que as mulheres utilizam mais os ônibus – regulares ou fretados.



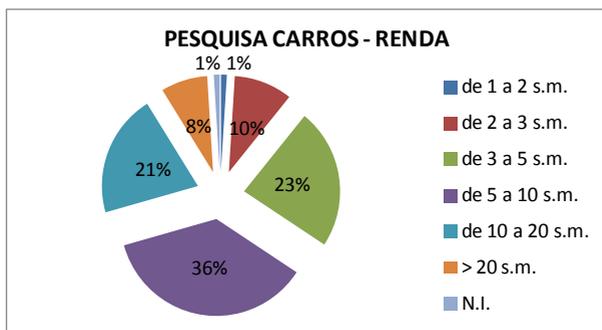
**Figura D.24 – Pesquisa automóvel: sexo**

Quanto à escolaridade (Figura D.25), quase cinquenta por cento dos entrevistados possuem o ensino médio. Quase quarenta por cento possui o ensino superior e apenas 14% possuem o primário. Enquanto que 1% dos entrevistados possui o 1º grau incompleto.



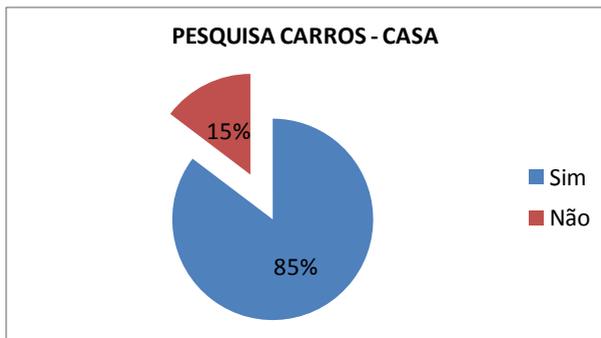
**Figura D.25 – Pesquisa automóvel: grau de instrução**

No que se concerne à renda familiar dos entrevistados (Figura D.26), quase quarenta por cento dos respondentes estão na faixa de renda de 5 a 10 salários mínimos, o que corresponde, atualmente, à faixa de aproximadamente R\$ 2.500,00 a R\$ 5.000,00. Em seguida, 23% ganham de 3 a 5 salários mínimos (R\$ 1.500,00 a R\$ 2.500,00) e 21% ganham de 10 a 20 salários mínimos (R\$ 5.000,00 a R\$ 10.000,00). O restante dos percentuais foi pouco representativo. Pode-se concluir que os usuários de automóveis possuem, em geral, uma renda familiar mais alta que os usuários de ônibus – regular ou fretado.



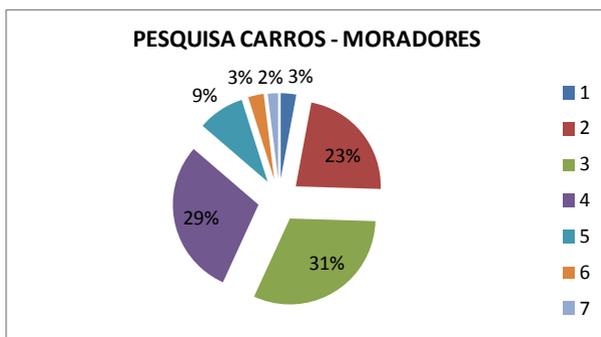
**Figura D.23 – Pesquisa automóvel: renda familiar**

Como os usuários de automóveis possuem uma renda familiar “alta” é de se esperar que grande parte dos entrevistados possua casa própria, como se pode visualizar na Figura D.27.



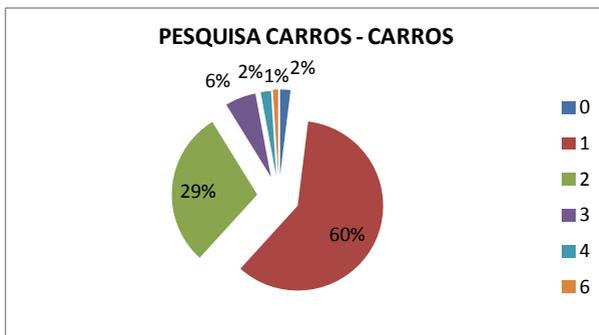
**Figura D.27 – Pesquisa automóvel: posse de casa**

Pode-se observar também pela Figura D.28 que o entrevistado divide sua casa, própria ou alugada, em maior caso, com três pessoas, contando ele próprio. Em segundo lugar, os usuários dividem sua casa com quatro pessoas e, em terceiro lugar, com duas pessoas. Ressalta-se que somente 3% dos usuários não dividem a casa com mais ninguém.



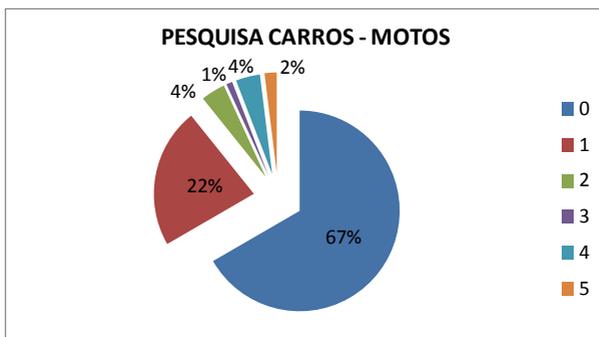
**Figura D.28 – Pesquisa automóvel: número de moradores na casa**

No que diz respeito à posse ou não de automóveis (Figura D.29), mais da metade dos entrevistados possuem um carro, enquanto que praticamente 30% dos entrevistados possuem dois automóveis. Apenas 2% não possuem veículos próprios e utilizam carros cedidos pela empresa em que trabalham.



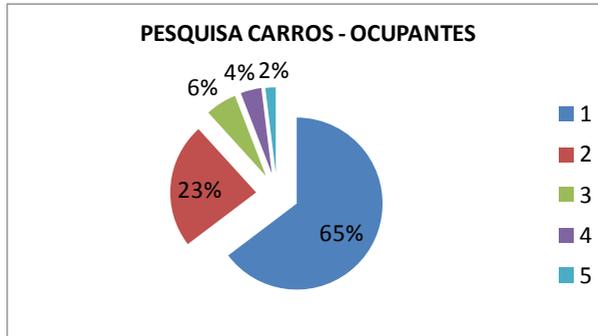
**Figura D.29 – Pesquisa automóvel: posse de carros**

Ainda em relação à quantidade de veículos pessoais, quase setenta por cento dos respondentes não possuem motocicletas e um pouco mais de vinte por cento possuem uma moto (Figura D.30).



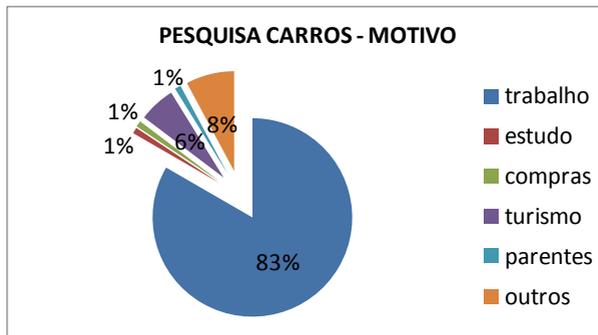
**Figura D.30 – Pesquisa automóvel: posse de motocicletas**

Sobre o número de ocupantes do veículo naquela viagem (Figura D.31), os automóveis estavam ocupados com uma média de 1,55 pessoas. Ou seja, a grande maioria das pessoas utiliza o carro sozinho, seguido pelas pessoas que transportam um passageiro.



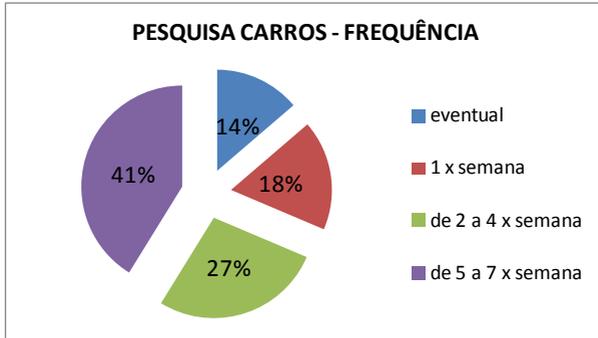
**Figura D.31 – Pesquisa automóvel: número de ocupantes do automóvel**

No que se trata dos motivos que levaram os usuários a realizarem as viagens pesquisadas (Figura D.32), o motivo trabalho ganhou grande destaque com 83%. Os outros motivos – outros, turismo, estudo, compras e visita a parentes – atingiram valores muito pequenos e pouco consideráveis.



**Figura D.32 – Pesquisa automóvel: motivo da viagem**

Já as frequências das viagens podem ser vistas na Figura D.33. A maioria dos entrevistados realiza aquele percurso diariamente ou com uma frequência de 2 a 4 vezes por semana, o que pode ser explicado pelo motivo trabalho. Os usuários que realizam aquela viagem somente 1 vez por semana ou eventualmente somam um pouco mais de 30%.



**Figura D.33 – Pesquisa automóvel: frequência da viagem**

**APÊNDICE E**  
**Resultados de Preferência Declarada (PD)**



## Apêndice E.1 – Ônibus Regular

### Preferência dos usuários em relação ao modal. -

Last input data item in transformations or utilities 6  
 0 transformation codes; maximum 5000  
 INFORMATION: input set by DATA to 7  
 Maximum Iterations 10  
 Convergence criterion is .10E-01 Option 3  
 INFORMATION: No explicit specification - base file read with default  
 format  
 Report of user selections  
 0 Observations rejected because item 2012 = 1.00

### DATA INPUT COMPLETED

from data file : onibus.txt  
 Total observations read from file : 312  
 Observations rejected by user tests : 0  
 Observations rejected automatically : 0  
 Observations accepted for processing : 312  
 Sum of weights of observations : 312.00

### SPECIFICATION OF MODEL and DATA STATISTICS

Alternative 1: chosen 224.0 of available 312.0 observations

Coefficient	modal	+	tarif	+	tempo
Number (Con)	1 (F)		2 (F)		3 (F)
Start Value	.0000		.0000		.0000
Data Item	*Data0001		*Data0002		*Data0003
% Non-Zero	100.0		100.0		100.0
Mean (N-Z)	1.00		24.88		80.00
C. of V. %	.0		13.3		54.0

Alternative 2: chosen 88.0 of available 312.0 observations

Coefficient	modal	+	tarif	+	tempo
Number (Con)	1 (F)		2 (F)		3 (F)
Start Value	.0000		.0000		.0000

Data Item	*Data0004	*Data0005	*Data0006
% Non-Zero	100.0	100.0	100.0
Mean (N-Z)	2.00	22.42	120.00
C. of V. %	.0	14.5	27.2

### RANGES OF INDEPENDENT VARIABLES

Variable	modal	tarif	tempo
Chsn Min	1.00	18.00	40.00
Max	2.00	29.00	160.00
Diff Min	-1.00	-11.00	-120.00
Max	1.00	11.00	120.00

Data preparation completed  
 Linear ("Quick") algorithm being used  
 Convergence achieved after 6 iterations  
 Analysis is based on 312 observations

Likelihood with Zero Coefficients = -216.2619  
 Likelihood with Constants only = -185.6026  
 Initial Likelihood = -216.2619  
 Final value of Likelihood = -108.2100  
 "Rho-Squared" w.r.t. Zero = .4996  
 "Rho-Squared" w.r.t. Constants = .4170

### ESTIMATES OBTAINED AT ITERATION 6

Likelihood = -108.2100  
 modal    tarif    tempo  
 Estimate -.5909    -.1983    -.3892E-01  
 Std. Error .211    .378E-01    .518E-02  
 "T" Ratio -2.8    -5.2    -7.5

Correlation of Estimates (multiplied by 1000)

	1	2
tarif	2	394
tempo	3	-229 428

Convergence (option 3) value is .2165E-03  
 Normal finish after 0 mins. 00.2 secs.

## Apêndice E.2 – Ônibus Fretado

### Preferência dos usuários em relação ao modal. -

Last input data item in transformations or utilities 6  
 0 transformation codes; maximum 5000  
 INFORMATION: input set by DATA to 7  
 Maximum Iterations 10  
 Convergence criterion is .10E-01 Option 3  
 INFORMATION: No explicit specification - base file read with default  
 format  
 Report of user selections  
 0 Observations rejected because item 2012 = 1.00

### DATA INPUT COMPLETED

from data file : fretado.txt  
 Total observations read from file : 558  
 Observations rejected by user tests : 0  
 Observations rejected automatically : 0  
 Observations accepted for processing : 558  
 Sum of weights of observations : 558.00

### SPECIFICATION OF MODEL and DATA STATISTICS

Alternative 1: chosen 324.0 of available 558.0 observations

Coefficient	modal	+	tarif	+	tempo
Number (Con)	1 (F)		2 (F)		3 (F)
Start Value	.0000		.0000		.0000
Data Item	*Data0001		*Data0002		*Data0003
% Non-Zero	100.0		100.0		100.0
Mean (N-Z)	1.00		24.98		80.00
C. of V. %	.0		13.0		54.0

Alternative 2: chosen 234.0 of available 558.0 observations

Coefficient	modal	+	tarif	+	tempo
Number (Con)	1 (F)		2 (F)		3 (F)
Start Value	.0000		.0000		.0000

Data Item	*Data0004	*Data0005	*Data0006
% Non-Zero	100.0	100.0	100.0
Mean (N-Z)	2.00	22.45	120.00
C. of V. %	.0	14.4	27.2

### RANGES OF INDEPENDENT VARIABLES

Variable	modal	tarif	tempo
Chsn Min	1.00	18.00	40.00
Max	2.00	29.00	160.00
Diff Min	-1.00	-11.00	-120.00
Max	1.00	11.00	120.00

Data preparation completed  
 Linear ("Quick") algorithm being used  
 Convergence achieved after 4 iterations  
 Analysis is based on 558 observations

Likelihood with Zero Coefficients = -386.7761  
 Likelihood with Constants only = -379.4863  
 Initial Likelihood = -386.7761  
 Final value of Likelihood = -322.9131  
 "Rho-Squared" w.r.t. Zero = .1651  
 "Rho-Squared" w.r.t. Constants = .1491

### ESTIMATES OBTAINED AT ITERATION 4

Likelihood =	-322.9131		
	modal	tarif	tempo
Estimate	.1115	-.7553E-01	-.1714E-01
Std. Error	.129	.205E-01	.196E-02
"T" Ratio	.9	-3.7	-8.7

Correlation of Estimates (multiplied by 1000)

	1	2	
tariff	2	411	
tempo	3	-524	20

Convergence (option 3) value is .4882E-03  
 Normal finish after 0 mins. 00.7 secs.

### Apêndice E.3 – Ônibus Fretado com retirada de entrevistas

#### Preferência dos usuários em relação ao modal. -

Last input data item in transformations or utilities 6  
 0 transformation codes; maximum 5000  
 INFORMATION: input set by DATA to 7  
 Maximum Iterations 10  
 Convergence criterion is .10E-01 Option 3  
 INFORMATION: No explicit specification - base file read with default  
 format  
 Report of user selections  
 0 Observations rejected because item 2012 = 1.00

#### DATA INPUT COMPLETED

from data file : fretado.txt  
 Total observations read from file : 210  
 Observations rejected by user tests : 0  
 Observations rejected automatically : 0  
 Observations accepted for processing : 210  
 Sum of weights of observations : 210.00

#### SPECIFICATION OF MODEL and DATA STATISTICS

Alternative 1: chosen 139.0 of available 210.0 observations

Coefficient	modal	+	tarif	+	tempo
Number (Con)	1 (F)		2 (F)		3 (F)
Start Value	.0000		.0000		.0000
Data Item	*Data0001		*Data0002		*Data0003
% Non-Zero	100.0		100.0		100.0
Mean (N-Z)	1.00		25.11		80.00
C. of V. %	.0		12.6		54.0

Alternative 2: chosen 71.0 of available 210.0 observations

Coefficient	modal	+	tarif	+	tempo
Number (Con)	1 (F)		2 (F)		3 (F)
Start Value	.0000		.0000		.0000

Data Item	*Data0004	*Data0005	*Data0006
% Non-Zero	100.0	100.0	100.0
Mean (N-Z)	2.00	22.50	120.00
C. of V. %	.0	14.2	27.2

### RANGES OF INDEPENDENT VARIABLES

Variable	modal	tarif	tempo
Chsn Min	1.00	18.00	40.00
Max	2.00	29.00	160.00
Diff Min	-1.00	-11.00	-120.00
Max	1.00	11.00	120.00

Data preparation completed  
 Linear ("Quick") algorithm being used  
 Convergence achieved after 7 iterations  
 Analysis is based on 210 observations

Likelihood with Zero Coefficients = -145.5609  
 Likelihood with Constants only = -134.3504  
 Initial Likelihood = -145.5609  
 Final value of Likelihood = -53.6424  
 "Rho-Squared" w.r.t. Zero = .6315  
 "Rho-Squared" w.r.t. Constants = .6007

### ESTIMATES OBTAINED AT ITERATION 7

Likelihood = -53.6424  
 modal    tarif    tempo  
 Estimate .6299    -.2538    -.7995E-01  
 Std. Error .344    .746E-01    .154E-01  
 "T" Ratio 1.8    -3.4    -5.2

Correlation of Estimates (multiplied by 1000)

	1	2	
tarif	2	-134	
tempo	3	-571	744

Convergence (option 3) value is .3525E-02  
 Normal finish after 0 mins. 00.2 secs.

## Apêndice E.4 – Automóvel

### Preferência dos usuários em relação ao modal. -

Last input data item in transformations or utilities 6  
 0 transformation codes; maximum 5000  
 INFORMATION: input set by DATA to 7  
 Maximum Iterations 10  
 Convergence criterion is .10E-01 Option 3  
 INFORMATION: No explicit specification - base file read with default  
 format  
 Report of user selections  
 0 Observations rejected because item 2012 = 1.00

### DATA INPUT COMPLETED

from data file : carro.txt  
 Total observations read from file : 528  
 Observations rejected by user tests : 0  
 Observations rejected automatically : 0  
 Observations accepted for processing : 528  
 Sum of weights of observations : 528.00

### SPECIFICATION OF MODEL and DATA STATISTICS

Alternative 1: chosen 251.0 of available 528.0 observations

Coefficient	modal	+	tarif	+	tempo
Number (Con)	1 (F)		2 (F)		3 (F)
Start Value	.0000		.0000		.0000
Data Item	*Data0001		*Data0002		*Data0003
% Non-Zero	100.0		100.0		100.0
Mean (N-Z)	1.00		24.98		80.00
C. of V. %	.0		13.1		54.0

Alternative 2: chosen 277.0 of available 528.0 observations

Coefficient	modal	+	tarif	+	tempo
Number (Con)	1 (F)		2 (F)		3 (F)
Start Value	.0000		.0000		.0000

Data Item	*Data0004	*Data0005	*Data0006
% Non-Zero	100.0	100.0	100.0
Mean (N-Z)	2.00	28.00	64.43
C. of V. %	.0	11.7	19.5

### RANGES OF INDEPENDENT VARIABLES

Variable	modal	tarif	tempo
Chsn Min	1.00	21.00	40.00
Max	2.00	32.00	140.00
Diff Min	-1.00	-11.00	-90.00
Max	1.00	11.00	120.00

Data preparation completed  
 Linear ("Quick") algorithm being used  
 Convergence achieved after 4 iterations  
 Analysis is based on 528 observations

Likelihood with Zero Coefficients = -365.9817  
 Likelihood with Constants only = -365.3413  
 Initial Likelihood = -365.9817  
 Final value of Likelihood = -300.5327  
 "Rho-Squared" w.r.t. Zero = .1788  
 "Rho-Squared" w.r.t. Constants = .1774

### ESTIMATES OBTAINED AT ITERATION 4

Likelihood =	-300.5327		
	modal	tarif	tempo
Estimate	.2960E-01	-.7622E-01	-.2481E-01
Std. Error	.122	.230E-01	.255E-02
"T" Ratio	.2	-3.3	-9.7

Correlation of Estimates (multiplied by 1000)

	1	2	
tarif	2	-567	
tempo	3	58	169

Convergence (option 3) value is .2352E-02  
 Normal finish after 0 mins. 00.2 secs.

## Apêndice E.5 – Automóvel com retirada de entrevistas

### Preferência dos usuários em relação ao modal. -

Last input data item in transformations or utilities 6  
 0 transformation codes; maximum 5000  
 INFORMATION: input set by DATA to 7  
 Maximum Iterations 10  
 Convergence criterion is .10E-01 Option 3  
 INFORMATION: No explicit specification - base file read with default  
 format  
 Report of user selections  
 0 Observations rejected because item 2012 = 1.00

### DATA INPUT COMPLETED

from data file : carro.txt  
 Total observations read from file : 396  
 Observations rejected by user tests : 0  
 Observations rejected automatically : 0  
 Observations accepted for processing : 396  
 Sum of weights of observations : 396.00

### SPECIFICATION OF MODEL and DATA STATISTICS

Alternative 1: chosen 251.0 of available 396.0 observations

Coefficient	modal	+	tarif	+	tempo
Number (Con)	1 (F)		2 (F)		3 (F)
Start Value	.0000		.0000		.0000
Data Item	*Data0001		*Data0002		*Data0003
% Non-Zero	100.0		100.0		100.0
Mean (N-Z)	1.00		24.94		80.00
C. of V. %	.0		12.9		54.0

Alternative 2: chosen 145.0 of available 396.0 observations

Coefficient	modal	+	tarif	+	tempo
Number (Con)	1 (F)		2 (F)		3 (F)
Start Value	.0000		.0000		.0000

Data Item	*Data0004	*Data0005	*Data0006
% Non-Zero	100.0	100.0	100.0
Mean (N-Z)	2.00	28.00	64.44
C. of V. %	.0	11.7	19.5

### RANGES OF INDEPENDENT VARIABLES

Variable	modal	tarif	tempo
Chsn Min	1.00	21.00	40.00
Max	2.00	32.00	140.00
Diff Min	-1.00	-11.00	-90.00
Max	1.00	11.00	120.00

Data preparation completed  
 Linear ("Quick") algorithm being used  
 Convergence achieved after 5 iterations  
 Analysis is based on 396 observations

Likelihood with Zero Coefficients = -274.4863  
 Likelihood with Constants only = -260.1249  
 Initial Likelihood = -274.4863  
 Final value of Likelihood = -166.7083  
 "Rho-Squared" w.r.t. Zero = .3927  
 "Rho-Squared" w.r.t. Constants = .3591

### ESTIMATES OBTAINED AT ITERATION 5

Likelihood = -166.7083  
 modal    tarif    tempo  
 Estimate -.9628    -.1273    -.3791E-01  
 Std. Error .172    .307E-01    .352E-02  
 "T" Ratio -5.6    -4.2    -10.8

Correlation of Estimates (multiplied by 1000)

	1	2
tarif	2	-395
tempo	3	283 339

Convergence (option 3) value is .9591E-04  
 Normal finish after 0 mins. 01.4 secs.