

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Rodolfo Brumel Cardoso Spindler**

**MIGRAÇÃO DE USUÁRIOS DO TRANSPORTE INDIVIDUAL  
PARA O COLETIVO: ESTUDO DO CASO ENTRE RODOVIA  
BR-116 E TRENSURB**

Porto Alegre  
julho 2012

**RODOLFO BRUMEL CARDOSO SPINDLER**

**MIGRAÇÃO DE USUÁRIOS DO TRANSPORTE INDIVIDUAL  
PARA O COLETIVO: ESTUDO DO CASO ENTRE RODOVIA  
BR-116 E TRENSURB**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

**Orientador: Luiz Afonso dos Santos Senna**

Porto Alegre

julho 2012

**RODOLFO BRUMEL CARDOSO SPINDLER**

**MIGRAÇÃO DE USUÁRIOS DO TRANSPORTE INDIVIDUAL  
PARA O COLETIVO: ESTUDO DO CASO ENTRE RODOVIA  
BR-116 E TRENSURB**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 13 de julho de 2012

Prof. Luiz Afonso dos Santos Senna  
PhD pela University of Leeds, Inglaterra  
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt  
Coordenadora

**BANCA EXAMINADORA**

**Fernanda David Weber (UFRGS)**  
Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre

**Prof. Fernando Dutra Michel (UFRGS)**  
Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre

**Prof. Luiz Afonso dos Santos Senna (UFRGS)**  
PhD pela University of Leeds, Inglaterra

Dedico este trabalho a meus pais, Carlos e Olga Valeria, e  
minha irmã, Nathalia Luiza, que sempre me apoiaram e  
especialmente durante o período do meu Curso de  
Graduação estiveram ao meu lado.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao Prof. Luiz Afonso dos Santos Senna, orientador deste trabalho pela oportunidade, paciência, e imenso conhecimento compartilhado.

Agradeço à Profa. Carin Maria Schmitt, pela paciência, e imensa colaboração oferecida.

Agradeço aos meus pais, irmã, avós, tios, primos, pelo apoio.

Agradeço aos meus colegas, pelo apoio e amizade.

Agradeço aos participantes da pesquisa, pela colaboração.

Agradeço aos membros da banca examinadora, pela oportunidade.

Agradeço ao corpo docente e aos demais funcionários da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pelos serviços prestados.

A cidade avançada não é aquela em que os pobres andam  
de carro, mas aquela em que os ricos usam transporte  
público.

*Enrique Peñalosa*

## RESUMO

Com o aumento da frota de veículos a cada dia na Região Metropolitana de Porto Alegre, as vias que possibilitam os acessos entre as cidades integrantes dessa Região estão, cada dia mais, saturadas. Para os residentes ou trabalhadores nas cidades de Canoas, Esteio, Sapucaia do Sul e São Leopoldo, que fazem uso de automóveis, e na sua maioria utilizam a rodovia BR-116 para acessar Porto Alegre, existe uma excelente opção: o Trensurb, que através de melhorias poderia tornar-se atraente para esses usuários. O objetivo desse estudo é calcular as probabilidades de migração dos usuários da rodovia BR-116 (somente automóveis) para o Trensurb frente a novas propostas para o Trensurb. Com a ajuda de pesquisas realizadas através de questionários de Preferência Revelada e Preferência Declarada são obtidos os dados necessários para o estudo. O questionário de Preferência Declarada apresenta, aos respondentes, melhorias hipotéticas para o Trensurb e, através das respostas desses usuários, são confeccionadas as funções de Utilidade da amostra, e através do uso dessas funções de Utilidade (que mede a Utilidade de cada modal). Com o uso do modelo Logit Multinomial – Logit Binomial nesse estudo, já que se trata de dois modais – que integra os modelos desagregados ou de segunda geração, as funções de Utilidade possibilitam o cálculo das probabilidades de migração da amostra de usuários da rodovia BR-116 para o Trensurb. Além disso, é possível verificar a representatividade, influência ou importância de cada atributo estudado (custo, tempo e comodidade) e os valores monetários do tempo e da comodidade. O levantamento de dados não apresentou qualquer dificuldade maior e os resultados obtidos foram coerentes.

Palavras-chave: Transportes Urbanos. Questionários. Preferência Revelada. Preferência Declarada. Modelos Desagregados. Função de Utilidade. Conceito de Utilidade. Atributos.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo Logit hierárquico de dois níveis hierárquicos .....	28
Figura 2 – Exemplo de cenário hipotético .....	47
Figura 3 – Origens das viagens .....	54
Figura 4 – Destinos das viagens .....	55
Figura 5 – Gênero dos usuários respondentes .....	55
Figura 6 – Idades dos usuários respondentes .....	56
Figura 7 – Horários de ida e volta .....	56

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Probabilidades de migração da rodovia BR-116 para o Trensurb .....	52
Tabela 2 – Probabilidades de não migração da rodovia BR-116 para o Trensurb .....	52
Tabela 3 – Representatividade dos atributos .....	53

## **LISTA DE SIGLAS**

HL – Modelo Logit Hierárquico

MNL – Modelo Logit Multinomial

MNP – Modelo Probit Multinomial

PD – Preferência Declarada

PR – Preferência Revelada

UC – Unidade de comodidade

UT – Unidade de tempo

## LISTA DE SÍMBOLOS

$P_i$  – probabilidade de escolha da alternativa  $i$

$e$  – número de Euler (aproximadamente 2,718)

$U_i$  – utilidade da alternativa  $i$

$\Sigma$  – somatório

$\alpha_0$  – constante específica de modo

$\alpha_n$  – coeficientes do modelo

$X_n$  – atributos ou variáveis

$t_i$  – tempo da alternativa  $i$

$\$i$  – custo (R\$) da alternativa  $i$

$c_i$  – comodidade da alternativa  $i$

$A_i$  – alternativa  $i$

$\forall$  – para qualquer

$\in$  – pertence

$\partial$  – derivada parcial

$V_i$  – utilidade aleatória da alternativa  $i$

$\epsilon_i$  – termo randômico da alternativa  $i$

$\ln$  – logaritmo neperiano

VP – valor probabilístico

$R^2$  – coeficiente de determinação da função

$|Y|$  – módulo de  $Y$

$R_{t/\$}$  – representatividade da variável t em relação à variável \$

$R_{t/c}$  – representatividade da variável t em relação à variável c

$R_{\$/t}$  – representatividade da variável \$ em relação à variável t

$R_{\$/c}$  – representatividade da variável \$ em relação à variável c

$R_{c/t}$  – representatividade da variável c em relação à variável t

$R_{c/\$}$  – representatividade da variável c em relação à variável \$

$R_{a/b}$  – representatividade da variável a em relação à variável b

\$T – valor monetário do tempo (R\$/UT)

\$C – valor monetário da comodidade (R\$/UC)

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2 DIRETRIZES DA PESQUISA</b> .....	17
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA .....	17
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA .....	17
<b>2.2.1 Objetivo Principal</b> .....	17
<b>2.2.2 Objetivo Secundário</b> .....	17
2.3 HIPÓTESE .....	17
2.4 PRESSUPOSTO .....	18
2.5 PREMISSAS .....	18
2.6 DELIMITAÇÃO .....	18
2.7 LIMITAÇÕES .....	18
2.8 DELINEAMENTO .....	19
<b>2.8.1 Pesquisa Bibliográfica</b> .....	19
<b>2.8.2 Elaboração e Teste dos Questionários</b> .....	19
<b>2.8.3 Aplicação dos Questionários Preliminar e de Preferência Declarada</b> .....	20
<b>2.8.4 Processamento e Resultados</b> .....	20
<b>3 TRANSPORTES URBANOS</b> .....	21
3.1 VANTAGENS DO TRANSPORTE COLETIVO EM RELAÇÃO AO INDIVIDUAL .....	21
3.2 SITUAÇÃO ATUAL DA RODOVIA BR-116 NO TRECHO PARALELO À LINHA 1 DO TRENSURB .....	22
<b>4 MODELAGEM DE DEMANDA</b> .....	24
4.1 MODELOS MATEMÁTICOS .....	24
<b>4.1.1 Modelos Agregados</b> .....	25
<b>4.1.2 Modelos Desagregados</b> .....	26
4.1.2.1 Modelo Probit Multinomial .....	27
4.1.2.2 Modelo Logit Hierárquico .....	27
4.1.2.3 Modelo Logit Multinomial .....	28
4.2 UTILIDADE .....	29
<b>4.2.1 Atributos ou Variáveis</b> .....	30
<b>4.2.2 Função Utilidade</b> .....	31
<b>5 UTILIZAÇÃO DOS MODELOS</b> .....	34
5.1 AMOSTRA .....	34

<b>5.1.1 Erros de Amostragem .....</b>	<b>35</b>
<b>5.1.2 Tamanho de Amostra .....</b>	<b>35</b>
5.2 PREFERÊNCIA REVELADA .....	35
5.3 PREFERÊNCIA DECLARADA.....	36
5.4 USO CONJUNTO DAS TÉCNICAS DE PREFERÊNCIA REVELADA E DECLARADA .....	37
5.5 QUESTIONÁRIOS .....	38
<b>5.5.1 Questionário Preliminar .....</b>	<b>39</b>
<b>5.5.2 Questionário de Preferência Declarada .....</b>	<b>39</b>
<b>6 PROCESSAMENTO DE DADOS .....</b>	<b>41</b>
6.1 REPRESENTATIVIDADE DAS VARIÁVEIS .....	42
6.2 VALORES MONETÁRIOS DO TEMPO E DA COMODIDADE .....	42
<b>7 QUESTIONÁRIOS:ELABORAÇÃO, TESTE E APLICAÇÃO .....</b>	<b>44</b>
7.1 ELABORAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS E DOS CENÁRIOS HIPOTÉTICOS ..	44
<b>7.1.1 Questionário de Preferência Revelada .....</b>	<b>44</b>
<b>7.1.2 Questionário de Preferência Declarada .....</b>	<b>44</b>
<b>7.1.3 Apresentação dos cenários hipotéticos .....</b>	<b>46</b>
7.2 TESTE DOS QUESTIONÁRIOS .....	47
7.3 APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS À AMOSTRA .....	47
<b>8 PROCESSAMENTO E RESULTADOS .....</b>	<b>48</b>
8.1 REGRESSÃO LINEAR .....	48
8.2 FUNÇÕES DE UTILIDADE .....	49
<b>8.2.1 Cálculo das Médias de Custo e Comodidade .....</b>	<b>50</b>
<b>8.2.2 Cálculo das Utilidades .....</b>	<b>51</b>
8.3 CÁLCULOS DAS PROBABILIDADES DE MIGRAÇÃO .....	51
8.4 VERIFICAÇÃO DA REPRESENTATIVIDADE DOS ATRIBUTOS .....	52
8.5 CÁLCULOS DOS VALORES MONETÁRIOS DO TEMPO E DA COMODIDADE .....	53
8.6 ESTATÍSTICAS DOS DADOS PRELIMINARES .....	54
<b>9 RESUMO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>58</b>
9.1 PROBABILIDADES DE MIGRAÇÃO .....	58
9.2 REPRESENTATIVIDADE DOS ATRIBUTOS .....	59
REFERÊNCIAS .....	61

APÊNDICE A .....	62
APÊNDICE B .....	64
APÊNDICE C .....	66
APÊNDICE D .....	68
APÊNDICE E .....	74
APÊNDICE F .....	76
APÊNDICE G .....	78
APÊNDICE H .....	80



## 1 INTRODUÇÃO

A importância da previsão de comportamento e demanda de transportes, ou modelagem de transportes, está ligada diretamente à importância do planejamento de transportes. De acordo com Ortúzar e Willumsen (c2001, p. 2, tradução nossa), “Modelagem de transportes não é planejamento de transportes; apenas pode servir ao planejamento, e em alguns casos pode ter o papel mais importante em todo o processo”.

A maneira mais eficaz de prever o comportamento dos usuários de transportes é através de modelos matemáticos. Pressupondo que usuários de transportes ajam de acordo com a teoria de comportamento do consumidor, Ferguson e Gould (1975, p. 29, tradução nossa), descrevem:

A principal suposição sobre a teoria do comportamento do consumidor e demanda é dita como: um consumidor visa alocar sua renda limitada entre bens e serviços disponíveis de maneira a obter sua máxima satisfação. Em resumo, um consumidor arranja seus gastos de maneira a maximizar sua satisfação.

Esses modelos são gerados através de estudos realizados com amostras de usuários ou possíveis usuários de um determinado serviço existente ou a ser implantado. Essa amostra pode representar um tipo pré-definido de usuários (por exemplo, de determinada categoria socioeconômica). Embora esse modelo matemático não vá conseguir representar exatamente a realidade, sua validade será determinada pela sábia escolha dos atributos a serem, nele, estudados.

Os dados necessários podem ser obtidos através de questionários – a serem desenvolvidos e aplicados pelo pesquisador – que buscam: Preferência Revelada, preferência entre situações já vivenciadas, e Preferência Declarada, preferência entre cenários hipotéticos. Através desses dados são elaboradas as funções utilidade, e através dessas funções, calculadas as probabilidades de escolhas dos usuários em relação a cenários hipotéticos que apresentem novas propostas (melhorias) para o Trensurb. Visto que na área de transportes é impraticável beneficiar a totalidade dos usuários com a implantação de melhorias realistas, se busca um perfil genérico de usuário para se obter ciência das melhorias que beneficiariam à maioria.

O objetivo maior deste trabalho é a análise da probabilidade de migração dos usuários de da rodovia BR-116 (somente automóveis) para o Trensurb frente a novas e hipotéticas propostas para o Trensurb. Por exemplo, há milhares de viagens diárias entre São Leopoldo e Porto Alegre, os usuários podem enfrentar congestionamentos na rodovia BR-116 ou superlotação no Trensurb, esses fatores são processados de formas diferentes por cada usuário e resultam em diferentes escolhas. A análise dessas escolhas através do modelo matemático possibilitará a predição do comportamento dos usuários representados pela amostra estudada.

Na área de transportes é senso comum que os atributos mais representativos nas modelagens comportamentais são: **tempo** e **custo**. No entanto, se houver o interesse em focar a pesquisa em um grupo de usuários típicos que atendam a determinadas características pré-estabelecidas (usuários que atualmente preferam utilizar as viagens de automóvel na rodovia BR-116, por exemplo), outros atributos podem mostrar-se representativos. Além disso, será possível a verificação da influência de cada um dos atributos (**comodidade, tempo e custo**) nas escolhas do grupo de usuários que serão estudados nessa pesquisa.

O segundo capítulo deste trabalho descreve as diretrizes de pesquisa. O terceiro capítulo, por sua vez, introduz a situação do transporte urbano no Brasil e no mundo. O quarto capítulo explica como modelar matematicamente demanda e, também, introduz os modelos mais utilizados em pesquisas de transporte. O quinto capítulo caracteriza os procedimentos para a obtenção dos dados necessários e como utilizá-los nos modelos matemáticos. O sexto capítulo descreve como processar os dados obtidos. O sétimo capítulo retrata como foram desenvolvidos, testados, aplicados e apresentados os questionários e cenários hipotéticos para esta pesquisa. O oitavo expõe como foram processados os dados obtidos nesta pesquisa e os resultados obtidos. O nono e último capítulo resume os resultados e conclusões da pesquisa.

## 2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

### 2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: quais as probabilidades de migração dos usuários da rodovia BR-116 (somente automóveis) para o Trensurb frente a novas propostas para o Trensurb?

### 2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundário e são descritos a seguir.

#### 2.2.1 Objetivo Principal

O objetivo principal do trabalho é a verificação das probabilidades de migração dos usuários da rodovia BR-116 (somente automóveis) para o Trensurb frente a novas propostas para o Trensurb.

#### 2.2.2 Objetivo Secundário

O objetivo secundário do trabalho é a verificação da representatividade de cada um dos atributos (**comodidade, tempo e custo**) nas funções Utilidade dos usuários que serão estudados nessa pesquisa.

### 2.3 HIPÓTESE

A hipótese do trabalho é que as probabilidades de migração dos usuários da rodovia BR-116 (somente automóveis) para o Trensurb frente a novas propostas para o Trensurb estejam em torno de 50% (valor arbitrado).

## 2.4 PRESSUPOSTO

O trabalho tem por pressuposto que os usuários de transportes agem de acordo com a teoria do comportamento do consumidor proposta por Ferguson e Gould (1975).

## 2.5 PREMISSAS

O trabalho tem por premissas que:

- a) o modelo Logit Multinomial é o mais simples e mais usado em pesquisas de transportes;
- b) os métodos desagregados de pesquisa são mais eficazes que os métodos agregados;
- c) os atributos tempo e custo são os mais representativos em modelagens de transportes.

## 2.6 DELIMITAÇÃO

O trabalho delimita-se a estudar o comportamento dos usuários da rodovia BR-116 que se deslocam de automóvel entre Sapucaia do Sul/Esteio e Porto Alegre.

## 2.7 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho:

- a) empregar uma pequena amostra de usuários da rodovia BR-116;
- b) estudar usuários que possuam automóvel, atualmente preferem utilizar a rodovia BR-116 e o automóvel, mas não sejam inflexíveis à utilização do Trensurb;
- c) incluir apenas o atributo comodidade no estudo além dos de tempo e custo;
- d) utilizar o *software* Microsoft Excel<sup>1</sup>, especificamente o suplemento: ferramentas de análise VBA.

---

<sup>1</sup> MICROSOFT Excel for Windows 7, version 14.0.6112.5000. [S. l.]: Microsoft Corporation, 2010. Conjunto de programas. 1 CD-ROM.

## 2.8 DELINEAMENTO

As etapas citadas a seguir são detalhadas nos próximos itens:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) elaboração e teste dos questionários;
- c) aplicação dos questionários preliminar e de Preferência Declarada;
- d) processamento e resultados.

### 2.8.1 Pesquisa Bibliográfica

Após a definição do tema, iniciou-se a pesquisa bibliográfica através das obras recomendadas pelo professor orientador. O conteúdo contido nessas obras forneceu conhecimento geral para o aprofundamento do tema além de ter provido todo o embasamento teórico e relatos práticos de como realizar a pesquisa para este trabalho.

### 2.8.2 Elaboração e Teste dos Questionários

Nessa etapa foram elaborados os questionários que os usuários responderam. Foi realizado um teste de questionário para observar a qualidade dos questionários e realizar ajustes, caso fossem necessários. O teste dos questionários foi aplicado a dois usuários da população da qual foi retirada a amostra, e os resultados foram considerados na pesquisa.

No questionário preliminar, no qual foi utilizada a técnica de Preferência Revelada, foram obtidos dados diversos sobre os usuários da amostra, tais como:

- a) origem e destino da viagem;
- b) motivo, frequência e horários da viagem;
- c) idade, sexo e nível socioeconômico.

No questionário em que foi utilizada a técnica de Preferência Declarada, que foi aplicado aos mesmos usuários que responderam ao questionário preliminar, foram apresentados os cenários hipotéticos com novas propostas para o Trensurb. As reações – que foram observadas através das respostas – dos usuários a cada cenário hipotético construíram o banco de dados que foi estudado.

### **2.8.3 Aplicação dos Questionários à Amostra**

Após serem realizados os ajustes necessários nos questionários preliminar e de Preferência Declarada, esses foram aplicados aos usuários da amostra.

### **2.8.4 Processamento e Resultados**

Através do uso do modelo Logit Multinomial e do *software* Microsoft Excel®, foram processados os dados obtidos de cada usuário. Nessa etapa foram obtidas as funções de Utilidade do grupo e através dessas foram calculadas as probabilidades de migração dos usuários da rodovia BR-116 para o Trensurb. Assim como, a representatividade dos atributos e os valores monetários do tempo e da comodidade.

### 3 TRANSPORTES URBANOS

Este capítulo pretende informar generalidades sobre o transporte urbano no Brasil e no mundo atualmente. Segundo Button (c1993, p. 4, tradução nossa), “Possivelmente a característica mais importante de transporte é de que ele não é realmente demandado por si só. As pessoas desejam, em geral, viajar para que algum benefício seja obtido no destino final. A viagem em si deve ser tão breve quanto possível.”. Button (c1993, p. 39, tradução nossa) também menciona que a tendência por picos na demanda por transporte é um reflexo da demanda pelos produtos finais que os serviços de transportes tornam acessíveis.

Nos Estados Unidos, 85% das viagens urbanas são realizadas por automóveis. Enquanto no Brasil, esse percentual varia entre 40% e 50% (FERRAZ; TORRES, 2004, p. 88-89). Button (c1993, p. 48, tradução nossa) justifica o crescimento do uso dos automóveis:

Com mais riqueza e tempo livre é provável que aja um maior desejo por beneficiar-se da grande liberdade e flexibilidade oferecidas pelo transporte privado. Mudanças em padrões de localização são também possíveis causas, pois grandes áreas residenciais longe dos centros urbanos estão se tornando atraentes.

#### 3.1 VANTAGENS DO TRANSPORTE COLETIVO EM RELAÇÃO AO INDIVIDUAL

O grande paradoxo do transporte urbano é que o transporte coletivo é mais vantajoso para a sociedade como um todo do que o individual, ainda assim, continua-se a utilizar o individual em larga escala. As vantagens do transporte coletivo são inúmeras, podendo ser abordadas com respeito a diversos tópicos, por exemplo, em relação:

- a) à ocupação do espaço viário;
- b) aos estacionamentos;
- c) ao consumo de energia;
- d) à poluição atmosférica.

Ferraz e Torres (2004, p. 86) citam:

Diversos estudos apontam que o consumo de espaço viário por passageiro transportado é de 10 a 25 vezes maior no transporte por carro em relação ao ônibus, dependendo o valor do tamanho e da lotação dos coletivos, do cômputo ou não do espaço ocupado pelos carros para estacionar e do tempo que permanecem estacionados, etc.

Quanto à questão do estacionamento, estudos realizados mostram que no caso de um edifício de escritórios, se todas as pessoas que ali trabalham utilizassem carros, seria

necessário construir outro edifício 20% maior para atender à demanda por estacionamento.

[...]

No tocante ao consumo de energia por passageiro transportado, inúmeros estudos mostram que o consumo no transporte por carro é entre 5 e 10 vezes maior que no transporte por ônibus, também dependendo o valor do tamanho e da lotação dos ônibus e das condições de operação.

Os resultados também são bastante favoráveis ao ônibus no que concerne à poluição atmosférica. A emissão de poluentes depende muito do tipo e da qualidade do combustível utilizado e da eficiência dos dispositivos veiculares antipoluentes. Alguns estudos, no entanto, apontam que a emissão de poluentes por passageiro transportado é de 5 a 10 vezes maior nos carros em relação aos ônibus.

Frente a essas vantagens torna-se fácil de verificar o quanto é necessário priorizar os transportes coletivos, porém não se pode restringir totalmente o uso dos automóveis. Segundo Ferraz e Torres (2004, p. 95):

[...] é preciso priorizar os modos públicos e o trânsito de pedestres e bicicletas, sem impedir o uso racional do carro, pois a excessiva supressão do tráfego de automóveis prejudica a alta mobilidade pessoal oferecida por esse modo, com as suas inúmeras contribuições às atividades comerciais, sociais, culturais e recreativas. Por oferecer grande mobilidade, o carro multiplica as oportunidades de moradia, emprego, estudo, etc.

De acordo com Ferraz e Torres (2004, p. 95-96) o caminho certo para o bom funcionamento dos transportes urbanos é a utilização dos diversos modos de transporte de maneira racional.

### 3.2 SITUAÇÃO ATUAL DA RODOVIA BR-116 NO TRECHO PARALELO À LINHA 1 DO TRENSURB

A situação atual do trecho da rodovia BR-116 que se estende ao longo da linha 1 do Trensurb, ou seja, entre as cidades de São Leopoldo e Porto Alegre nos horários de pico é grave. Esse não é um problema pontual, de acordo com Button (c1993, p. 39, tradução nossa), uma das mais ditas características da demanda por transportes é sua flutuação no tempo. Em áreas urbanas, a demandas por espaço nas vias e por transportes públicos é notoriamente maior cedo da manhã e no final da tarde em relação ao resto do dia.

Levando em conta os fatores como, por exemplo:

- a) Brasil está crescendo economicamente;

- b) poder aquisitivo da população está crescendo;
- c) facilidades cada vez maiores nas compras de automóveis;
- d) exigência cada vez maior nos transportes públicos.

Quanto à competitividade do mercado, Prossaloglou e Koppelman<sup>2</sup> (1995 apud NODARI, 1996, p. 1) citam:

Em um mercado altamente competitivo, o passageiro exige qualidade de serviço. A qualidade do serviço, incluindo atributos como custo, conforto, frequência, entre outros, influencia a participação no mercado (*market share*) das companhias.

Dessa maneira a cada dia mais usuários de automóveis passam a demandar esse serviço. Se providências não forem tomadas para alterar essa situação a médio e longo prazos, a utilização desse trecho se tornará impraticável no futuro. Button (c1993, p. 110, grifo do autor, tradução nossa) menciona que:

Congestionamentos não causam aos usuários das rodovias apenas custos relacionados a tempo e combustível gastos (o **custo puro do congestionamento**), mas o parar e arrancar que isso impõe aos usuários pode também piorar a poluição atmosférica e outras formas de poluição.

Uma das alternativas, para que os atuais e futuros usuários de automóveis nesse trecho, migrem para o Trensurb é torna-lo mais atraente para esses usuários.

---

<sup>2</sup> PROUSSALOGLOU, K.; KOPPELMAN, F. Air carrier demand: an analysis of market share determinants. **Transportation**, [S. l.], v. 22, n. 4, p. 371-388, Nov. 1995.

## 4 MODELAGEM DE DEMANDA

Este capítulo disserta sobre as ferramentas mais utilizadas no planejamento de transportes, ou seja, na previsão de demanda. Azambuja (1995, p. 3) cita que “O processo de planejamento dos transportes tem se desenvolvido com o objetivo de aliviar problemas de circulação de veículos, que vêm aumentando com o crescimento populacional e, conseqüentemente, a utilização e aquisição de veículos.”. Quando se pretende implantar melhorias em um serviço disponível ou implantar um serviço totalmente novo é de grande importância conhecer a previsão de demanda para essas novas implantações, pois assim se poderá verificar a viabilidade financeira das mesmas. Segundo Nodari (1996, p. 7):

[...] cada empresa precisa conhecer a demanda com vistas a oferecer os atributos por ela requeridos, para que seja possível a conquista e a manutenção da fatia de mercado desejada. Portanto, a demanda é aspecto fundamental e por isso precisa ser corretamente estimada.

Estimar tráfego futuro é uma arte imprecisa, porém inevitável. Como a maioria dos investimentos em transportes tem vida longa, a decisão de fazer esses investimentos exige previsões de longo prazo (ADLER, c1987, p. 21, tradução nossa). Nodari (1996, p. 8) menciona:

É essencial que o planejador de transportes disponha de estimativas confiáveis a respeito da necessidade de movimentação de pessoas e mercadorias a serem deslocadas, para que seja possível planejar a oferta que se ajuste à demanda. Esse ajuste diz respeito a ofertar não apenas capacidade de transportes necessária, mas, também, os níveis de serviço solicitados pela demanda, a fim de atender aos desejos dos usuários e manter um espaço nesse competitivo mercado.

### 4.1 MODELOS MATEMÁTICOS

As ferramentas mais poderosas de previsão de demanda são os modelos matemáticos se usados habilmente. Quando se constrói um modelo matemático, se está tentando representar uma realidade que não pode ser estudada por completo devido ao seu tamanho e complexidade. De acordo com Ortúzar e Willumsen (c2001, p. 2, grifo do autor, tradução nossa), “Um **modelo** pode ser definido como uma representação simplificada de uma parte do mundo real – o sistema de interesse – que se concentra em certos elementos considerados

importantes para sua análise de um ponto de vista particular.”. Outros autores também discorrem sobre isso, por exemplo, Nodari (1996, p. 8-9) descreve:

[...] o modelo é uma representação simplificada da realidade, pois não é possível identificar e nem representar em um modelo todas as variáveis que existem em um sistema real, seja uma simples escolha entre diferentes tipos de canetas, por exemplo, seja um complexo processo de decisão sobre alternativas de investimento. Sendo assim, em um modelo são incluídas apenas as variáveis consideradas mais importantes para a situação que se deseja modelar. Cabe ao pesquisador selecionar habilmente tais variáveis.

Segundo Azambuja (1995, p. 4):

Um modelo é a representação de um sistema ou um de seus componentes, que pode ser realizada através de vários tipos de linguagem: matemática, lógica, gráfica, física, etc. (NOVAES<sup>3</sup>, 1982). Ou seja, partindo-se da realidade observada, analisada através de uma ótica coerente com uma determinada postura teórica, procura-se identificar e representar os elementos e relações relevantes do sistema. Com esses elementos e relações, estruturados através de uma linguagem formal constrói-se uma representação do sistema real, que é chamada de modelo.

Chorley e Hagget<sup>4</sup> (1971 apud DE TONI, 1994, p. 130, grifo do autor) definem: “[...] os modelos como **aproximações seletivas que, graças à eliminação de detalhes episódicos e circunstanciais, permitem apreender de forma global alguns aspectos fundamentais, relevantes ou interessantes do mundo real.**”.

A seguir são apresentados os modelos agregados e desagregados, suas diferenças, vantagens e desvantagens.

#### 4.1.1 Modelos Agregados

Os modelos agregados são modelos convencionais de primeira geração. Ao invés de utilizarem as respostas individuais dos usuários estudados, eles utilizam as respostas médias de grupos separados por zonas, por exemplo. Segundo Nodari (1996, p. 9), “Estes modelos tem sido utilizados desde os anos 60 sem sofrerem grandes alterações merecendo a denominação de modelo clássico de transportes.”.

<sup>3</sup> NOVAES, A. G. **Modelos em planejamento urbano, regional e de transportes**. São Paulo: [Edgard Blucher], 1982.

<sup>4</sup> CHORLEY, R. J.; HAGGET, P. **La geografía y los modelos socio-economicos**. Madrid: Instituto de Estudios de Administracion Local. 1971.

Segundo Ortúzar e Willumsen (c2001, p. 219, tradução nossa), apesar do trabalho pioneiro de pesquisadores como Warner<sup>5</sup> (1962) ou Oi e Shuldiner<sup>6</sup> (1962), que tornaram aparentes as deficiências nas metodologias convencionais dos métodos agregados eles continuaram a ser utilizados na maioria dos projetos de transportes até o início dos anos 80.

#### 4.1.2 Modelos Desagregados

Os modelos desagregados, também chamados modelos comportamentais de segunda geração ou de modelos de escolha discreta, são uma evolução dos modelos agregados e começaram a ser usados no início dos anos 80. Esses utilizam as respostas individuais de cada usuário entrevistado para a pesquisa. De acordo com Nodari (1996, p. 10, grifo do autor):

Os **modelos comportamentais desagregados** são modelos de 2. geração, que se baseiam na observação das escolhas individuais das pessoas e, por isso, recebem a denominação de modelos desagregados. Estes modelos relacionam os principais atributos dos sistemas de transporte com as escolhas feitas pelos usuários. Estas relações são enfocadas a partir da teoria do consumidor, associada ao conceito de utilidade.

Button (c1993, p. 215, tradução nossa) cita:

Este método desagregado de prever demanda por transportes enfatiza a influência econômico-psicológica no comportamento dos usuários de transportes no nível individual. A ideia de que os indivíduos são maximizadores de utilidade que, apenas por conveniência matemática, se considera que tomem decisões sobre viagens isoladamente de outras atividades. A ênfase é em decisões de curto prazo ao invés de decisões de mobilidade de longo prazo. Pequenas amostras de indivíduos [...] fornecem os dados de entrada para os modelos que tendem a ser probabilísticos, ao invés de determinísticos [...].

Sobre o conceito de Utilidade, que é abordado no decorrer do capítulo: os modelos de escolha discreta postulam que, segundo Ortúzar e Willumsen (c2001, p. 220, grifo do autor, tradução nossa), “[...] **a probabilidade dos indivíduos escolherem uma dada opção é uma função de suas características socioeconômicas e da atração da opção**. Para representar a atratividade das alternativas o conceito de **utilidade** [...] é usado.”.

<sup>5</sup> WARNER, S. L. **Strategic choice of mode in urban travel**: a study of binary choice. Evanston: Northwestern University Press. 1962.

<sup>6</sup> OI, K. I. Y.; SHULDINER, P. W. **An analysis of urban travel demands**. Evanston: Northwestern University Press. 1962.

Sobre a valoração das respostas obtidas, Ortúzar e Willumsen (c2001, p. 220, tradução nossa) mencionam que “De acordo com esses modelos, para prever se uma das alternativas será escolhida em detrimento das outras, os valores das utilidades de cada uma das alternativas devem ser comparados e transformados em valores probabilísticos entre 1 e 0.”.

Entre os modelos desagregados existem os mais utilizados. Segundo a Empresa Brasileira de Planejamento e Transportes<sup>7</sup> (1982 apud NODARI, 1996, p. 11):

Entre os [...] mais utilizados em pesquisas de transportes, pode-se destacar o modelo Logit multinomial, o modelo Logit hierárquico e o modelo Probit multinomial. A escolha da forma funcional mais adequada está relacionada aos pressupostos assumidos à distribuição do erro, ou perturbações, associados a estes modelos.

Esses modelos são detalhados nos próximos itens.

#### 4.1.2.1 Modelo Probit Multinomial

O modelo Probit Multinomial (MNP) não é de fácil manuseio, pois os cálculos necessários são mais complexos em relação aos modelos Logit Hierárquico e Logit Multinomial. Existem vantagens e desvantagens do MNP, de acordo com Daganzo et al.<sup>8</sup> (1982 apud NODARI, 1996, p. 13):

Entre as vantagens, é possível destacar sua flexibilidade de especificação, uma vez que o modelo Probit multinomial admite a parametrização completa em termos da matriz de covariância e, portanto, pode capturar as diferenças nas utilidades. Entre as desvantagens, também listadas por esses autores, está frequente necessidade da realização de aproximações, uma vez que a probabilidade de escolha não pode ser calculada de forma fechada.

#### 4.1.2.2 Modelo Logit Hierárquico

Quando as alternativas consideradas forem dependentes entre si ou os indivíduos entrevistados forem muito diferentes entre si, o modelo Logit Hierárquico (HL) é o mais

---

<sup>7</sup> EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO E TRANSPORTES. **Modelos comportamentais desagregados**: estimativa da demanda e avaliação de políticas em transportes urbanos: estudo de caso em Maceió. Brasília, 1982.

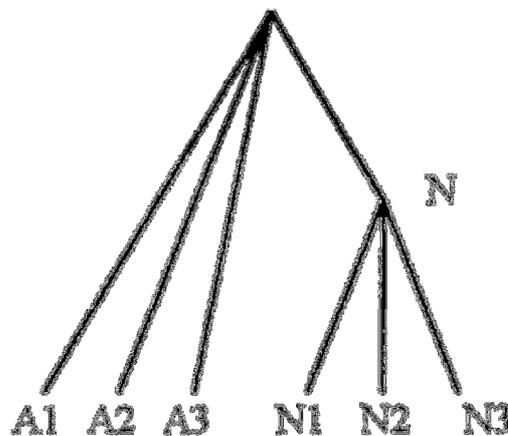
<sup>8</sup> DAGANZO, C.; SHEFFI, J.; HALL, R. On the estimation of the multinomial Probit model. **Transportation Research Part A: General**, [Bristol], v. 16A, n. 5-6, p. 345-362, Sept.-Nov. 1982.

indicado. Segundo Sobel<sup>9</sup> (1980 apud ORTÚZAR; WILLUMSEN, c2001, p. 230, tradução nossa):

Sua estrutura se caracteriza por agrupar todos os subconjuntos de opções correlacionadas (ou mais similares) em níveis hierárquicos. Cada um desses níveis hierárquicos é representado por uma alternativa composta que compete com as demais alternativas.

A figura 1 apresenta uma representação gráfica do HL.

Figura 1 – Modelo Logit hierárquico de dois níveis hierárquicos



(fonte: NODARI, 1996, p. 12)

#### 4.1.2.3 Modelo Logit Multinomial

O modelo Logit Multinomial (MNL) – que será o modelo utilizado nesta pesquisa – é o mais simples dos modelos utilizados nas pesquisas de transportes. Esse faz uso das funções utilidade (que serão vistas no ponto 4.2.2 deste capítulo).

O MNL satisfaz o axioma da independência das alternativas irrelevantes que, de acordo com Luce e Suppes<sup>10</sup> (1965 apud ORTÚZAR; WILLUMSEN, c2001, p. 227, grifo do autor, tradução nossa), pode ser descrito como:

<sup>9</sup> SOBEL, K. L. Travel demand forecasting by using the nested multinomial Logit model. **Transportation research record**, [Washington], n. 775, p. 48-55, 1980.

<sup>10</sup> LUCE, R. D.; SUPPES, P. Preference, utility and subjective probability. In: LUCE, R. D.; BUSH, R. R.; GALANTER, E. (Ed.). **Handbook of mathematical psychology**. New York: John Wiley & Sons, 1965. [página inicial e final não indicadas].

Quando quaisquer duas alternativas têm uma probabilidade não nula de serem escolhidas, a razão de uma probabilidade sobre a outra não é afetada pela presença ou ausência de qualquer alternativa adicional na configuração de escolhas.

A equação 1 representa a forma genérica do MNL:

$$P_i = \frac{e^{U_i}}{\sum_{j=1}^n e^{U_j}} \quad (\text{equação 1})$$

Onde:

$P_i$  = probabilidade da alternativa  $i$  ser escolhida;

$e$  = número de Euler;

$j$  = alternativas incluídas na pesquisa;

$U_{i,j}$  = utilidades das alternativas  $i$  e  $j$ .

No caso de uma escolha binomial – que é o caso desta pesquisa – no qual se tem apenas duas alternativas a ser escolhidas, a equação 1 pode ser simplificada. A equação 2 é a forma do modelo Logit binomial:

$$P_i = \frac{e^{U_i}}{e^{U_i} + e^{U_j}} \quad (\text{equação 2})$$

Onde:

$P_i$  = probabilidade da alternativa  $i$  ser escolhida;

$e$  = número de Euler;

$i, j$  = alternativas incluídas na pesquisa;

$U_{i,j}$  = utilidades das alternativas  $i$  e  $j$ .

## 4.2 UTILIDADE

O conceito de utilidade é de extrema conveniência e importância nas modelagens de demanda. Porém, segundo De Toni (1994, p. 144) a utilidade é uma grandeza subjetiva e seus valores só podem ser comparados a outros valores de utilidades. Nodari (1996, p. 25), sobre o conceito de utilidade em transportes, indica: “De uma forma geral, transporte é visto como um ‘mal’, em contrapartida à ideia de que existem bens. Portanto, os indivíduos buscam minimizar a função de utilidade de transporte e, assim, reduzir o desprazer provocado pela necessidade do consumo desse mal.”.

Ferguson e Gould (1975, p. 13, grifo do autor, tradução nossa) explicam:

Em função de obter seu objetivo – maximização da satisfação ou utilidade para um dado nível de renda – o consumidor deve conseguir ranquear diferentes pacotes de mercadorias. Isto é, o consumidor deve conseguir comparar pacotes de mercadorias e determinar sua ordem de preferência entre elas. Para esse fim se assume que cada consumidor é hábil para fazer comparações entre pacotes de mercadorias que satisfaçam as seguintes condições:

- a) para quaisquer dois pacotes de mercadorias A e B o consumidor é hábil para determinar qual fornece maior satisfação. Se A fornece mais satisfação que B, então se diz que A é **preferido** em relação a B, e se B fornece mais satisfação que A, diz-se que B é preferido em relação a A. se ambos os pacotes de mercadorias fornecem a mesma satisfação, diz-se que o consumidor é **indiferente** entre A e B;
- b) se A é preferido em relação a B e B é preferido em relação a C, então A é preferido em relação a C. Preferência é uma relação **transitiva**. Similarmente, se A é indiferente de B e B é indiferente de C, então A é indiferente de C;
- c) se o pacote de mercadorias A é **rigorosamente maior** que o pacote de mercadorias B, então A é preferido em relação a B. Um pacote de mercadorias é dito como **rigorosamente maior** que outro se contiver mais unidades de **todas as** mercadorias. Se A contém tantas unidades de todas as mercadorias que quanto B e mais unidades de no mínimo uma das mercadorias, então A é dito como **maior** que B e B não pode ser preferido em relação a A (mas em alguns casos o consumidor pode ser indiferente entre eles).

#### 4.2.1 Atributos ou Variáveis

Os atributos são as variáveis das funções utilidade, a escolha correta dos atributos a serem estudados em uma pesquisa é que vai tornar o modelo matemático válido. Existem diversos atributos ou variáveis que podem ser estudados em uma pesquisa de previsão de demanda, porém não é possível incluir todos eles em uma função utilidade. A maioria deles não é representativa. Esses atributos não representativos contribuem com parcelas muito pequenas para os valores da utilidade e, portanto, não precisam estar explícitos na função utilidade.

Desde os anos 60, quando se começou a pesquisar previsões de demanda por transportes, muitas pesquisas foram realizadas. Dois atributos ou variáveis se mostraram os mais representativos em pesquisas de previsão de demanda por transportes, são eles: **tempo** e **custo**. A inclusão desses dois atributos ou variáveis se tornou premissa básica de qualquer pesquisa de demanda por transportes. Bradley (1988, p. 127, tradução nossa) cita:

[...] selecionar o grupo de variáveis que provavelmente são as mais importantes. O grupo normalmente inclui as que são ditas importantes frequentemente (custo, tempo de caminhada, tempo no veículo, etc.), mais qualquer fator importante nas políticas ou cenários a serem estudados.

Apesar desses dois atributos ou variáveis serem os mais importantes nessas pesquisas, nem todos os outros precisam deixar de estarem explícitos nas funções utilidade. Por exemplo, quando se estuda um grupo de usuários típico e acredita-se que outro atributo ou variável é importante naquele contexto, ele deve ser inserido na pesquisa. É muito importante que o modelo não tenha variáveis demais, pois os usuários podem ficar confusos e não apresentarem boas respostas.

#### 4.2.2 Função Utilidade

A função utilidade valora as utilidades das alternativas para posteriormente serem comparadas. A equação 3 é a forma genérica da função utilidade:

$$U_i = \alpha_0 + \alpha_1 \times X_1 + \dots + \alpha_n \times X_n \quad (\text{equação 3})$$

Onde:

$U_i$  = utilidade da alternativa  $i$ ;

$X_n$  = atributos ou variáveis;

$\alpha_n$ , ( $n = 1, 2, \dots$ ) = coeficientes do modelo;

$\alpha_0$  = constante específica de modo.

Por exemplo, para uma função utilidade de usuários de transportes com os atributos ou variáveis: tempo, custo e comodidade. Espera-se que os coeficientes que multiplicam as variáveis de tempo e custo sejam negativos, pois quanto maior o tempo ou custo de uma alternativa, menor sua utilidade para o usuário. O contrário é esperado do coeficiente que multiplica a variável comodidade, pois quanto maior a comodidade da alternativa, maior a sua utilidade para o usuário. A equação 4 representa esse exemplo:

$$U_i = \alpha_0 + \alpha_1 \times t_i + \alpha_2 \times \$i + \alpha_3 \times c_i \quad (\text{equação 4})$$

Onde:

$U_i$  = utilidade da alternativa  $i$ ;

$t_i$  = atributo ou variável de tempo da alternativa  $i$ ;

$\$i$  = atributo ou variável de custo da alternativa  $i$ ;

$c_i$  = atributo ou variável de comodidade da alternativa  $i$ ;

$\alpha_n$ , ( $n = 1, 2, 3$ ) = coeficientes do modelo;

$\alpha_0$  = constante específica de modo.

Além de outras coisas, os atributos ou variáveis que não forem explicitados na função utilidade ficarão implícitos na constante específica  $\alpha_0$ . Segundo Nodari (1996, p. 26), “As constantes específicas de modo têm finalidade, não apenas de representar a parcela que não é explicada pelas variáveis que o compõem, como também de captar características específicas de cada modal do transporte.”.

Há duas maneiras de comparar os valores das utilidades. Primeiro pode-se comparar diretamente os valores das utilidades, para uma configuração de alternativas  $\mathbf{A} = \{\mathbf{A}_1, \dots, \mathbf{A}_j, \dots, \mathbf{A}_n\}$ , simplesmente se verifica  $\mathbf{U}_i > \mathbf{U}_j, \forall \mathbf{A}_i \in \mathbf{A}$  ou se  $\mathbf{U}_j > \mathbf{U}_i, \forall \mathbf{A}_i \in \mathbf{A}$ . Na segunda maneira, simplesmente se calculam as probabilidades de  $\mathbf{i}$  e  $\mathbf{j}$ , ou seja,  $\mathbf{P}_i$  e  $\mathbf{P}_j$ . Para o cálculo dessas probabilidades de escolha pode-se utilizar, por exemplo, o modelo Logit Multinomial.

Como não é possível criar um modelo que faça uso do conceito de utilidade perfeito que leve em consideração inconsistências nas escolhas dos indivíduos, surgiu o conceito de utilidade aleatória, que adiciona uma parcela à utilidade que foi estimada com o modelo. Essa parcela é denominada **termo randômico** e é diferente para cada alternativa A equação 5 apresenta a forma genérica da função utilidade aleatória:

$$\mathbf{V}_i = \mathbf{U}_i + \epsilon_i \quad (\text{equação 5})$$

Onde:

$\mathbf{V}_i$  = utilidade aleatória da alternativa  $\mathbf{i}$ ;

$\mathbf{U}_i$  = utilidade da alternativa  $\mathbf{i}$ ;

$\epsilon_i$  = termo randômico da alternativa  $\mathbf{i}$ .

Segundo Nodari (1996, p. 25, grifo nosso), “Dado que o tamanho do **termo randômico** não é conhecido, não é possível garantir que uma determinada alternativa será escolhida sobre as outras, porém é possível prever a probabilidade dessa alternativa ser escolhida.”.

Para um conjunto de alternativas  $\mathbf{A} = \{\mathbf{A}_1, \dots, \mathbf{A}_j, \dots, \mathbf{A}_n\}$ , a equação 6 descreve a probabilidade da alternativa  $\mathbf{A}_m$  ser escolhida:

$$\mathbf{P}_m = \mathbf{Prob}\{\epsilon_m \leq \epsilon_j + (\mathbf{V}_m - \mathbf{V}_j), \forall \mathbf{A}_i \in \mathbf{A}\} \quad (\text{equação 6})$$

Onde:

$P_i$  = probabilidade de escolha da alternativa  $i$ ;

$V_i$  = utilidade aleatória da alternativa  $i$ ;

$A$  = conjunto de alternativas;

$A_i$  = alternativa  $i$ ;

$\epsilon_i$  = termo randômico da alternativa  $i$ .

## 5 UTILIZAÇÃO DOS MODELOS

A proposta deste capítulo é apresentar os critérios de escolha da amostra, assim como as técnicas de pesquisa empregadas na elaboração de questionários de PR e PD.

### 5.1 AMOSTRA

Uma amostra é uma fração de uma população definida. A utilização de amostras é imprescindível, pois a grande maioria das populações que se quer estudar é grande demais, tornando, assim, o estudo da população completa impraticável. Para estender os estudos realizados com amostras a suas respectivas populações é necessária a utilização da estatística. Ortúzar e Willumsen (c2001, p. 56, tradução nossa) definem amostra como:

[...] uma coleção de unidades que foram especialmente selecionadas para representar uma população maior com certos atributos de interesse (isto é, altura, escolhas, opções). Três aspectos dessa definição têm importância particular: primeiro, que população a amostra busca representar; segundo, quão grande a amostra deve ser; e terceiro, o que se quer dizer por ‘especialmente selecionadas’.

A amostra desta pesquisa teve por característica ser uma amostra não probabilística. Segundo Fink (c1995, p. 32, tradução nossa):

Amostras não probabilísticas não garantem que toda unidade elegível tenha uma mesma chance de ser incluída em uma amostra. Sua maior vantagem é que são relativamente convenientes, econômicas e apropriadas para diversos tipos de pesquisas. Sua maior desvantagem é que são vulneráveis às tendências de seleção.

Essa mesma amostra também tem por característica ser uma amostra por conveniência. Fink (c1995, p. 34, tradução nossa) explica que “Uma amostra por conveniência consiste de um grupo de indivíduos que estejam prontos e disponíveis.”. No caso desta pesquisa participaram usuários conhecidos do pesquisador e usuários indicados pelos conhecidos do pesquisador.

Os próximos itens apresentam os erros de amostragem e comentam sobre tamanhos de amostras.

### 5.1.1 Erros de Amostragem

Existem dois tipos de erros em amostragem, o primeiro deles é descrito por Ortúzar e Willumsen (c2001, p. 57, tradução nossa) desta maneira:

O primeiro simplesmente decorre do fato de estar-se lidando com uma amostra e não com a população total [...] esse tipo de erro não afeta os valores esperados dos parâmetros estimados, somente afeta a variabilidade deles, então se determinando o grau de confiança que deve ser associado [...] é basicamente uma questão de tamanho de amostra e da variabilidade do próprio parâmetro [...].

O segundo erro, que é a tendência de amostragem, é causado por erros nas escolhas do modelo, população de interesse, ou qualquer outra parte do processo.

### 5.1.2 Tamanho de Amostra

Estimar um modelo baseado em uma amostra selecionada especialmente pode ser de grande interesse porque os custos da obtenção dos dados são frequentemente mais baixos do que em modelos baseados em amostras tipicamente randômicas (ORTÚZAR; WILLUMSEN, c2001, p. 271, tradução nossa).

Basicamente, o tamanho da amostra se limita às limitações financeiras e de tempo do pesquisador, já que pesquisas custam tempo e dinheiro. Obviamente, quanto maior a amostra, melhores serão os resultados. No entanto, existem técnicas de pesquisa que são eficazes com amostras menores se utilizadas habilmente (Preferência Declarada, por exemplo). Sobre o tamanho de amostras, Ortúzar e Willumsen (c2001, p. 57, tradução nossa) explicam:

[...] infelizmente, não existem respostas diretas e objetivas para os cálculos de tamanhos de amostras em todas as situações. Isso acontece, apesar de cálculos de tamanhos de amostras serem baseados em fórmulas estatísticas precisas, porque muitos de seus dados de entrada são subjetivos e incertos [...].

## 5.2 PREFERÊNCIA REVELADA

A técnica de Preferência Revelada (PR) baseia-se em obter respostas sobre situações passadas, em que o indivíduo já tomou certa decisão frente à situação em questão. Obviamente, essas respostas são reais, pois já foram vivenciadas, e essa é a maior vantagem da técnica de PR. Porém, Nodari (1996, p. 14) cita desvantagens da técnica de PR:

[...] nesse tipo de abordagem, nada é informado sobre os desejos não atendidos, sobre a disponibilidade do usuário a pagar por determinadas melhorias, ou ainda, sobre o seu provável comportamento frente a novos sistemas ou novas facilidades de um sistema ainda não existente. As entrevistas baseadas em técnicas de Preferência Revelada também têm por característica serem entrevistas caras, por ser necessária a aplicação de um grande número de questionários. Isso ocorre porque, nessa técnica, é obtida apenas uma observação por entrevistado.

Para este trabalho, a técnica de PR será utilizada apenas no questionário preliminar.

### 5.3 PREFERÊNCIA DECLARADA

Segundo Ortúzar e Willumsen (c2001, p. 287, tradução nossa):

Uma diferença interessante entre dados de PR e PD, é de que a última, por *design*, não tem algumas fontes de erro. Em particular, não há erro de medição já que todos os valores de atributos são apresentados para os respondentes (ainda assim, pode haver alguns erros de percepção).

A técnica de Preferência Declarada (PD), que é a técnica em qual este trabalho se baseia principalmente, tem por característica obter respostas sobre situações hipotéticas, dando margem a uma gama enorme de possibilidades. Essa técnica foi desenvolvida no início dos anos 70, por pesquisadores de *marketing*, que ter maior conhecimento sobre o comportamento dos clientes, e devido ao experimentalismo agregado ao uso da técnica de PD, essa técnica está em constante desenvolvimento.

De acordo com Ortúzar e Willumsen (c2001, p. 98, 107, tradução nossa) a técnica de PD tem como elemento chave “[...] a construção de um jogo de opções hipotéticas (embora realistas), que serão chamadas de alternativas tecnologicamente factíveis, essas são definidas com base nos fatores que se supõe que influenciarão fortemente a escolha [...]”. Outro elemento importante é citado pelos mesmo autores: “Um elemento chave no sucesso de entrevistas de PD é o grau de realismo alcançado nas respostas. [...]. Realismo deve ser preservado no contexto do exercício, as opções que são apresentadas e as respostas permitidas.”.

São diversas as vantagens da técnica de PD, uma delas é a possibilidade de estimar funções utilidade não lineares. Bradley (1988, p. 121, tradução nossa) apresenta outras vantagens:

Uma vantagem de utilizar alternativas hipotéticas é que se pode estudar e avaliar produtos, serviços ou situações que são qualitativamente diferentes das facilmente encontradas. Uma segunda importante vantagem é de que cada indivíduo pode responder a diversas situações de escolha hipotéticas, isso aumenta a eficiência da

obtenção de dados e frequentemente dados suficientes para se construir as funções de utilidade de cada indivíduo.

Em relação à vantagem de cada indivíduo produzir diversos dados em pesquisas que utilizam a técnica de PD, deve-se alertar que: apesar de se obter muitos dados de cada indivíduo, muitos desses dados acabam sendo repetidos.

Nodari (1996, p. 15) aponta uma desvantagem da técnica de PD:

Uma das principais características das pesquisas de Preferência Declarada é o fato de ela lidar com a expectativa de comportamento dos entrevistados ao invés de seu comportamento real. Isso ocorre porque os entrevistados são estimulados a demonstrar suas preferências frente a cenários hipotéticos pré-definidos pelo pesquisador.

Um problema encontrado nesse tipo de pesquisa tem relação aos hábitos dos indivíduos, isto é, indivíduos habituadas a certo modal de transporte têm dificuldade de mudar suas escolhas, mesmo frente às vantagens de outro modal de transporte, simplesmente pela questão do hábito.

#### 5.4 USO CONJUNTO DAS TÉCNICAS DE PREFERÊNCIA REVELADA E DECLARADA

Ortúzar e Willumsen (c2001, p. 298, tradução nossa) exaltam:

Em econometria, a estimação de modelos com diferentes fontes de dados é chamada 'estimação mista'. Frequentemente esses dados são divididos em dois grupos: dados primários e secundários. Os dados primários produzem informações diretas sobre os parâmetros importantes ao modelo. Os dados secundários produzem informação (indireta) adicional sobre os parâmetros.

Tanto a técnica de PR como a de PD têm suas vantagens e desvantagens, portanto, a utilização conjunta dessas técnicas pode apresentar os melhores resultados. Pesquisadores vêm fazendo isso através dos anos e vêm obtendo resultados satisfatórios. Nodari (1996, p. 18) menciona que “O uso conjunto das abordagens de Preferência Declarada e Preferência Revelada vem se mostrando crescente, possibilitando não apenas a elevação da qualidade das informações obtidas como também a validação dos resultados de Preferência Declarada.”.

Nodari (1996, p. 19-20) continua:

O objetivo do uso conjunto é explorar as vantagens de cada tipo de fonte de dados e obter estimativas mais confiáveis dos parâmetros do que aquelas estimadas por uma única fonte. De maneira crescente, estudos estão tendendo a adotar a abordagem híbrida fazendo perguntas num mesmo questionário que permitam análises de Preferência Declarada e de Preferência Revelada sejam realizadas sobre a mesma questão.

Os dados obtidos através da observação ou do relato do comportamento de escolha dos usuários de transporte, isto é, através dos métodos de Preferência Revelada, somados aos dados resultantes da aplicação dos métodos de Preferência Declarada, viabilizam a elaboração de modelos comportamentais com grande poder de explicação a respeito do comportamento de escolha dos usuários de transportes. Porém, estudos recentes sobre a união dessas técnicas salientam que é necessário buscar a maneira mais conveniente de fazer esta associação, não considerando apenas o agrupamento dos dois tipos de dados.

## 5.5 QUESTIONÁRIOS

A fase de obtenção de dados é vital para a pesquisa, pois sem a obtenção dos dados de entrada não é possível criar as funções Utilidade nem calcular as probabilidades de escolhas. Existem diversas maneiras de construir um questionário, podendo ele utilizar a técnica de PR, PD ou ambas. Há também a possibilidade de construção de dois questionários, um utilizando a técnica de PR e outro, a técnica de PD. Usualmente o questionário que utiliza a técnica de PR tem como objetivo maior obter dados sobre as características dos respondentes, enquanto, aquele que utiliza a técnica de PD, visa obter dados através das escolhas dos respondentes.

Sobre a habilidade da construção dos questionários a serem empregados, Ortúzar e Willumsen (c2001, p. 73, tradução nossa) explicam que: “Limitações práticas têm uma forte influência na determinação do mais apropriado tipo de entrevista para uma dada situação. O *design* de uma entrevista não é simples e requer habilidades consideráveis e experiência.”.

Antes da aplicação dos questionários é aconselhável que se faça um teste dos mesmos com alguns usuários da população que será estudada, pois isso permitirá que sejam feitos ajustes visando melhorar a qualidade das respostas e conseqüentemente dos dados obtidos.

Nodari (1996, p. 20) lembra que:

As entrevistas face a face apresentam, normalmente, boa qualidade das respostas e um baixo número de passageiros que se recusam a responder o questionário. A presença do entrevistador não apenas faz com que grande parte das pessoas solicitadas a responderem o questionário o faça, como também, possibilita que dúvidas sobre as questões sejam esclarecidas evitando erros no preenchimento dos questionários.

Os questionários desenvolvidos para este trabalho são apresentados nos anexos.

### **5.5.1 Questionário Preliminar**

O questionário preliminar, que utiliza a técnica de PR, e que é amplamente utilizado nas pesquisas de transportes, visa obter dados das características de usuários da amostra que está sendo estudada. Esses dados ajudam na elaboração do questionário que utiliza a técnica de PD. Por exemplo, os dados que se busca obter com o questionário preliminar nos estudos de transportes:

- a) origem da viagem;
- b) destino da viagem;
- c) motivo da viagem;
- d) frequência da viagem;
- e) horários da viagem;
- f) idade do usuário;
- g) sexo do usuário;
- h) nível socioeconômico do usuário.

### **5.5.2 Questionário de Preferência Declarada**

O questionário de PD é sem dúvida o mais importante na pesquisa, pois é dele que serão extraídos os dados de entrada. Deve-se ter muito cuidado na construção desse questionário, pois qualquer erro pode invalidar todo o processo. Esse questionário baseia-se em oferecer situações hipotéticas aos respondentes e observar suas escolhas em relação a essas situações.

A abordagem do questionário pode ser variada, Ortúzar e Willumsen (c2001, p. 104, tradução nossa) citam as principais: “[...] existem três maneiras principais de coletar informação sobre preferências entre alternativas, isto é, pedindo aos respondentes para ranqueá-las em ordem de preferência, dar notas a elas em uma escala arbitrária ou escolher entre elas [...]”. A terceira dessas maneiras – escolha discreta – é mais utilizada em pesquisas de transportes. Como a comodidade tem grandeza, é necessário que se estipulem níveis de comodidade para poderem ser comparados nos cenários hipotéticos.

Ortúzar e Willumsen (c2001, p. 288-289, tradução nossa):

No caso de questionários de escolha discreta extensos ou generalizados, o respondente é permitido a expressar graus de confiança em suas escolhas. Se o modelo Logit convencional é utilizado, dois modelos podem ser estimados; um incluindo somente a ‘certamente A’ e outro incluindo também ‘provavelmente A’ [...].

Ortúzar e Willumsen (c2001, p. 105, grifo do autor, tradução nossa) salientam que:

Tem sido recomendado adicionar uma opção nula ao *design* experimental, também conhecida como **opção não adquirível**. A razão é de que se duas ou mais opções são apresentadas a um indivíduo que as julga inaceitáveis, e não tem a oportunidade de rejeitá-las, é possível que isso vá iniciar um mecanismo de tomada de decisão secundário que poderia aplicar uma tendência nos resultados do experimento.

## 6 PROCESSAMENTO DE DADOS

O processamento dos dados, obviamente, é a fase em que se processam os dados obtidos através dos questionários aplicados. Esses dados de entrada serão responsáveis pelos parâmetros das funções de utilidade. Nessa fase serão geradas as funções utilidade e calculadas, através da utilização do MNL (modelo Logit Multinomial), as probabilidades de escolha das alternativas disponíveis.

Considerando que os valores de  $VP$ ,  $t_{i,j}$ ,  $\$_{i,j}$  e  $c_{i,j}$  são conhecidos. É possível, utilizando regressões lineares ou não lineares, calcular os coeficientes do modelo ( $\alpha_n$ ), utilizando a equação 7:

$$\ln\left(\frac{VP}{1 - VP}\right) = \alpha_0 + \alpha_1 \times (t_i - t_j) + \alpha_2 \times (\$_i - \$_j) + \alpha_3 \times (c_i - c_j) \quad (\text{equação 7})$$

Onde:

$VP$  = valor probabilístico;

$t_{i,j}$  = variável de tempo das alternativas  $i$  e  $j$ ;

$\$_{i,j}$  = variável de custo das alternativas  $i$  e  $j$ ;

$c_{i,j}$  = variável de comodidade das alternativas  $i$  e  $j$ ;

$\alpha_n$ , ( $n = 1, 2, 3$ ) = coeficientes do modelo;

$\alpha_0$  = constante específica de modo.

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ), que em retas é igual a um, costuma ser mais próximo de zero do que de um nas funções utilidade;  $R^2$  em torno de 0,4 são considerados satisfatórios nesses casos.

Para o cálculo das probabilidades, utilizando o MNL, faz-se uso das equações 1 ou 2. Para este trabalho se utilizará a equação 2, visto que se estudam apenas dois modais de transporte (automóvel pela rodovia BR-116 e Trensurb).

Os próximos itens demonstram como verificar a representatividade das variáveis e calcular os valores monetários do tempo e da comodidade.

## 6.1 REPRESENTATIVIDADE DAS VARIÁVEIS

O objetivo secundário deste trabalho é: verificar a representatividade (ou influência) de cada atributo. Para isso, simplesmente, calcula-se a razão entre as parcelas da função utilidade. Utilizando a equação 7 como base, as equações 8 a 13 apresentam a forma de cálculo das representatividades:

$$\frac{|\alpha_1 \times t|}{|\alpha_2 \times \$|} = R_{t/\$} \quad (\text{equação 8})$$

$$\frac{|\alpha_1 \times t|}{|\alpha_3 \times c|} = R_{t/c} \quad (\text{equação 9})$$

$$\frac{|\alpha_2 \times \$|}{|\alpha_1 \times t|} = R_{\$/t} \quad (\text{equação 10})$$

$$\frac{|\alpha_2 \times \$|}{|\alpha_3 \times c|} = R_{\$/c} \quad (\text{equação 11})$$

$$\frac{|\alpha_3 \times c|}{|\alpha_1 \times t|} = R_{c/t} \quad (\text{equação 12})$$

$$\frac{|\alpha_3 \times c|}{|\alpha_2 \times \$|} = R_{c/\$} \quad (\text{equação 13})$$

Onde:

$R_{a/b}$  = representatividade da variável **a** em relação à variável **b**;

**t** = atributo ou variável de tempo;

**\$** = atributo ou variável de custo;

**c** = atributo ou variável de comodidade;

$\alpha_n$ , (**n = 1, 2, 3**) = coeficientes do modelo;

Se  $R_{a/b} > 1$ , então a variável **a** é mais representativa que a variável **b**.

## 6.2 VALORES MONETÁRIOS DO TEMPO E DA COMODIDADE

Uma vez que os coeficientes do modelo da função utilidade estejam verificados, podem-se calcular os valores monetários do tempo e da comodidade para os indivíduos representados

pela função utilidade em questão. Simplesmente deriva-se a função utilidade em relação ao tempo e à comodidade. Utilizando a equação 7 como base, as equações 14 e 15 apresentam a forma de cálculo dos valores monetários:

$$\left| \frac{\partial U(t, \$, c) / \partial t}{\partial U(t, \$, c) / \partial \$} \right| = \left| \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \right| = \$T \left[ \frac{R\$}{UT} \right] \quad (\text{equação 14})$$

$$\left| \frac{\partial U(t, \$, c) / \partial c}{\partial U(t, \$, c) / \partial \$} \right| = \left| \frac{\alpha_3}{\alpha_2} \right| = \$C \left[ \frac{R\$}{UC} \right] \quad (\text{equação 15})$$

Onde:

$\$T$  = valor monetário do tempo em [R\$/UT];

$\$C$  = valor monetário da comodidade em [R\$/UC];

$U(t, \$, c)$  = função utilidade;

$t$  = atributo ou variável de tempo;

$\$$  = atributo ou variável de custo;

$c$  = atributo ou variável de comodidade;

$\alpha_n$ , ( $n = 1, 2, 3$ ) = coeficientes do modelo.

## 7 QUESTIONÁRIOS: ELABORAÇÃO, TESTE E APLICAÇÃO

Este capítulo retrata como foram elaborados, testados e aplicados os questionários.

### 7.1 ELABORAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS E DOS CENÁRIOS HIPOTÉTICOS

Os questionários de PR (apêndice A) e PD (apêndice B) e os cenários hipotéticos (apêndice C) foram elaborados pelo autor deste trabalho com o suporte técnico do professor orientador, e baseado nas obras utilizadas na pesquisa bibliográfica. Foi utilizado o *software* Microsoft Excel® na confecção dos mesmos.

#### 7.1.1 Questionário de Preferência Revelada

O questionário de PR (apêndice A) foi importante para a obtenção de dados pessoais dos usuários respondentes. No mesmo, foram obtidas respostas sobre:

- a) nome;
- b) idade;
- c) origem e destino das viagens;
- d) frequência de viagens;
- e) custo médio total (combustível e estacionamento).

#### 7.1.2 Questionário de Preferência Declarada

O questionário de PD (apêndice B) deu-se da seguinte forma. Baseado em uma pesquisa qualitativa em entrevistas individuais com alguns usuários da amostra, foram propostas três melhorias hipotéticas para o Trensurb, são elas:

- a) ar condicionado;
- b) maior frequência;
- c) mais assentos por vagão.

Em relação aos tempos de viagem, foram estipulados, baseados em uma pesquisa qualitativa em entrevistas individuais com alguns usuários da amostra, três diferentes tempos para a rodovia BR-116:

- a) tempo bom, quando não ocorre congestionamento, em torno de 30 minutos;
- b) tempo médio, quando ocorre congestionamento, em torno de 50 minutos;
- c) tempo ruim, quando ocorre algum acidente, em torno de 80 minutos.

Para o Trensurb foi estipulado, baseado em uma pesquisa qualitativa em entrevistas individuais com alguns usuários do Trensurb, apenas uma opção de tempo: em torno de 60 minutos. Nesse tempo também estão incluídos os tempos necessários para os deslocamentos anterior e posterior (até o terminal do Trensurb e partindo do terminal do Trensurb) à viagem em si.

Em relação aos custos foi solicitado aos usuários respondentes que declarassem, baseados em suas experiências próprias, o custo para cada uma das três situações (tempos de 30, 50 e 80 minutos) pré-estabelecidas para a rodovia BR-116. Foi também solicitado que declarassem o quanto estariam dispostos a pagar pelo serviço do Trensurb considerando que cada uma das três propostas de melhoria pré-estabelecidas estivesse implantada separadamente, ou seja, nunca duas melhorias estariam sendo consideradas na mesma situação.

No que diz respeito à comodidade, foi definida pelo autor apenas a comodidade máxima (10), que foi atribuída à opção com tempo bom para a rodovia BR-116. Foi solicitado aos usuários respondentes que declarassem os demais 5 valores (variando entre 0 e 10) de comodidade, tanto para a rodovia BR-116 (valores para as situações com tempos de 50 e 80 minutos) quanto para o Trensurb (valores para as situações em que cada uma das melhorias propostas estaria sendo considerada implantada).

Como a palavra comodidade pode ser interpretada de diversas maneiras, a seguir se dá o significado desejado desse atributo para este trabalho, que foi incluído no questionário de PD apresentado aos usuários respondentes, além de ser exemplificado verbalmente no momento do encontro.

Entende-se como comodidade não apenas o conforto físico proporcionado pelos assentos confortáveis dos automóveis, por exemplo. Mas também o conforto que se terá da origem ao destino final da viagem. Antagonicamente, a desconfortabilidade (ou incômodo) inclui:

- a) caminhada da origem da viagem até o terminal de acesso ao Trensurb;
- b) caminhada do terminal do Trensurb ao destino final da viagem;
- c) preocupação com a segurança durante as caminhadas;
- d) preocupação com a segurança do local onde o automóvel estará estacionado.

Todos esses fatores, entre outros, foram considerados no momento em que os respondentes atribuísssem os valores de comodidade faltantes (dois para a rodovia BR-116 e 3 para o Trensurb).

### **7.1.3 Apresentação dos cenários hipotéticos**

A apresentação dos cenários hipotéticos (apêndice C) foi elaborada para que ilustrasse as opções de modais, assim como seus valores de tempo, custo e comodidade, e também apresentasse as possíveis escolhas dos usuários respondentes. As escolhas, baseadas em uma escala semântica, são:

- a) certamente Trensurb;
- b) provavelmente Trensurb;
- c) indiferente;
- d) provavelmente rodovia BR-116;
- e) certamente rodovia BR-116.

Essa escala semântica se transforma em uma escala probabilística. Para cada uma dessas escolhas, foi atribuído um valor probabilístico, baseado nas diversas experiências contidas nas obras que suportam este tema, que posteriormente possibilitaria a confecção das funções de Utilidade. São os valores probabilísticos, respectivamente:

- a) 90,00 %;
- b) 75,00 %;
- c) 50,00 %;
- d) 25,00 %;
- e) 10,00 %.

A figura 2 apresenta um exemplo de cenário hipotético que foi utilizado em um estudo envolvendo o Trensurb e a rodovia BR-116 (os valores em vermelho seriam os valores declarados pelos respondentes).

Figura 2 – Exemplo de cenário hipotético

Sistema	t (min)	R\$	c	Escolha	
	60	1,70	5	Certamente Trensurb	
				Provavelmente Trensurb	
				Indiferente	
	30	8,00	10	Provavelmente BR-116	
				Certamente BR-116	

(fonte: elaborado pelo autor)

Foram criados 9 cenários hipotéticos para esta pesquisa (três situações de tempo para a rodovia BR-116 cruzadas com três propostas de melhorias para o Trensurb). Cada um dos cenários hipotéticos apresenta valores de tempo, custo e comodidade para cada um dos dois modais. Então era solicitado ao usuário respondente que escolhesse uma das opções da escala semântica apresentada. A descrição de cada proposta de melhoria para o Trensurb foi omitida propositalmente da apresentação dos cenários hipotético, pois o pesquisador quis induzir os usuários respondentes a comparar somente os valores de comodidade entre os dois modais.

## 7.2 TESTE DOS QUESTIONÁRIOS

Os questionários foram testados com dois usuários respondentes da população e somente foram necessários ajustes em relação ao *layout* da apresentação dos cenários hipotéticos.

## 7.3 APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS À AMOSTRA

A aplicação dos questionários e apresentação dos cenários hipotéticos à amostra mostrou-se rápida e simples, uma vez que o pesquisador esteve presente para dirimir quaisquer dúvidas emergentes.

Os encontros foram marcados previamente através de contato telefônico e foi utilizado um computador *laptop* no auxílio da obtenção das respostas dos usuários. As respostas foram armazenadas com o auxílio do *software* Microsoft Excel®.

No total, 26 usuários da rodovia BR-116 participaram da pesquisa, cada um destes forneceu 9 dados (respostas) à pesquisa. O total de dados obtidos foi de 234.

## 8 PROCESSAMENTO DOS DADOS OBTIDOS NA PESQUISA

Este capítulo expõe como foram processados os dados obtidos na pesquisa.

### 8.1 REGRESSÃO LINEAR

Como nesta pesquisa estudaram-se as escolhas de uma amostra entre dois modais (automóvel pela rodovia BR-116 e Trensurb), caracterizou-se um modelo de escolha binária. Neste caso, foi possível utilizar uma regressão linear para obter os coeficientes das funções de Utilidade. O *software* Microsoft Excel®, com o apoio do suplemento: ferramentas de análise VBA, foi utilizado.

O primeiro passo foi criar uma tabela (apresentada detalhadamente no apêndice D) com as seguintes colunas:

- a) usuário;
- b) tempo do Trensurb:  $t_T$ ;
- c) tempo da rodovia BR-116:  $t_{BR}$ ;
- d) custo do Trensurb:  $\$T$ ;
- e) custo da rodovia BR-116:  $\$_{BR}$ ;
- f) comodidade do Trensurb:  $c_T$ ;
- g) comodidade da rodovia BR-116:  $c_{BR}$ ;
- h) valor probabilístico:  $VP$ ;
- i) tempo do Trensurb menos tempo da rodovia BR-116:  $t_T - t_{BR}$ ;
- j) custo do Trensurb menos custo da rodovia BR-116:  $\$T - \$_{BR}$ ;
- k) tempo do Trensurb menos tempo da rodovia BR-116:  $c_T - c_{BR}$ ;
- l)  $\ln(VP/(1-VP))$ :  $Y$ .

Os dados necessários para preencher essa tabela foram retirados das respostas dos usuários aos questionários e aos cenários hipotéticos apresentados. O segundo passo foi aplicar a regressão linear a esses dados através do recurso do *software* Microsoft Excel®. O resumo dos resultados (apêndice E) mostrou que:

- a) o coeficiente de determinação:  $R^2 = 0,815134840236531$ ;

- b) a constante de modo:  $\alpha_0 = -1,14651894957396$ ;
- c) o coeficiente:  $\alpha_1 = -0,0120173646093698$ ;
- d) o coeficiente:  $\alpha_2 = -0,0599341236248964$ ;
- e) o coeficiente:  $\alpha_3 = 0,339838532408233$ .

O resultado do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi mais que satisfatório, superior a 0,4. Em pesquisas de transportes, resultados próximos a 0,4 são considerados satisfatórios.

Foram atingidos os resultados esperados para os coeficientes  $\alpha_1$  e  $\alpha_2$ , respectivos a tempo e custo, negativos, pois tempo e custo altos diminuem a Utilidade de uma opção. Para o coeficiente  $\alpha_3$  também foi atingido o resultado esperado, positivo. Pois quanto maior a comodidade de uma opção, maior a sua Utilidade.

## 8.2 FUNÇÕES DE UTILIDADE

Com a obtenção da constante de modo e dos coeficientes, puderam-se construir as funções de Utilidade dos dois modais.

Função de Utilidade do Trensurb (equação 16).

$$U_T = -1,1465 - 0,0120 \times t_T - 0,0599 \times \$T + 0,3398 \times c_T \quad (\text{equação 16})$$

Onde:

$U_T$  = utilidade do modal Trensurb;

$t_T$  = atributo ou variável de tempo do modal Trensurb;

$\$T$  = atributo ou variável de custo do modal Trensurb;

$c_T$  = atributo ou variável de comodidade do modal Trensurb;

Função de Utilidade da rodovia BR-116 (equação 17).

$$U_{BR} = -1,1465 - 0,0120 \times t_{BR} - 0,0599 \times \$_{BR} + 0,3398 \times c_{BR} \quad (\text{equação 17})$$

Onde:

$U_{BR}$  = utilidade do modal rodovia BR-116;

$t_{BR}$  = atributo ou variável de tempo do modal rodovia BR-116;

$\$_{BR}$  = atributo ou variável de custo do modal rodovia BR-116;

$c_{BR}$  = atributo ou variável de comodidade do modal rodovia BR-116;

### 8.2.1 Cálculo das médias de custo e comodidade

Para o cálculo das Utilidades dos modais, foi necessário calcular as médias dos valores dos atributos de custo e comodidade, visto que esses valores variavam para cada usuário respondente. Os cálculos dessas médias fez-se necessário sintetizar os diversos valores de custo e comodidade em apenas um valor para cada atributo, que seriam os valores de entrada para calcular as Utilidades de cada alternativa.

Os cálculos para o modal Trensurb devem ser diferentes para cada uma das propostas hipotéticas, sendo elas: (1) ar condicionado, (2) maior frequência e (3) mais assentos por vagão. Foi confeccionada uma tabela que mostra a média aritmética de custo e comodidade para cada uma das propostas (apêndice F). Por sua vez, os cálculos para o modal rodovia BR-116 devem ser diferentes para cada um dos tempos estipulados, sendo eles: (1) em torno de 30 minutos, (2) em torno de 50 minutos e (3) em torno de 80 minutos. Foi confeccionada uma tabela que mostra a média aritmética de custo e comodidade para cada um dos tempos estipulados (apêndice G).

As médias aritméticas de custo para as três propostas do Trensurb resultantes foram:

- a) para a proposta de ar condicionado para o Trensurb:  $\$_{T1} = \mathbf{R\$ 2,43}$ ;
- b) para a proposta de maior frequência para o Trensurb:  $\$_{T2} = \mathbf{R\$ 2,14}$ ;
- c) para a proposta de mais assentos por vagão para o Trensurb:  $\$_{T3} = \mathbf{R\$ 2,19}$ .

As médias aritméticas de comodidade para as três propostas do Trensurb resultantes foram:

- a) para a proposta de ar condicionado para o Trensurb:  $c_{T1} = \mathbf{7,42 UC}$ ;
- b) para a proposta de maior frequência para o Trensurb:  $c_{T2} = \mathbf{6,59 UC}$ ;
- c) para a proposta de mais assentos por vagão para o Trensurb:  $c_{T3} = \mathbf{6,71 UC}$ .

As médias aritméticas de custo para as três situações (tempos) da rodovia BR-116 resultantes foram:

- a) para o tempo estipulado de 30 minutos para a rodovia BR-116:  $\$_{BR30} = \mathbf{R\$ 9,51}$ ;
- b) para o tempo estipulado de 50 minutos para a rodovia BR-116:  $\$_{BR50} = \mathbf{R\$ 10,46}$ ;
- c) para o tempo estipulado de 80 minutos para a rodovia BR-116:  $\$_{BR80} = \mathbf{R\$ 12,29}$ .

As médias aritméticas de comodidade para as três situações (tempos) da rodovia BR-116 resultantes foram:

- a) para o tempo estipulado de 30 minutos para a rodovia BR-116:  
 $C_{BR30'} = 10,00$ ;
- b) para o tempo estipulado de 50 minutos para a rodovia BR-116:  
 $C_{BR50'} = 8,21$ ;
- c) para o tempo estipulado de 80 minutos para a rodovia BR-116:  
 $C_{BR80'} = 5,60$ .

### 8.2.2 Cálculo das Utilidades

Utilizando as médias aritméticas dos atributos custo e comodidade de cada modal, foi possível calcular suas respectivas Utilidades substituindo valores nas equações 16 e 17. Os resultados foram:

- d) Utilidade da proposta de ar condicionado para o Trensurb:  $U_{T1} = 0,5091$ ;
- e) Utilidade da proposta de maior frequência para o Trensurb:  $U_{T2} = 0,2454$ ;
- f) Utilidade da proposta de mais assentos por vagão para o Trensurb:  
 $U_{T3} = 0,2807$ ;
- g) Utilidade para o tempo estipulado de 30 minutos para a rodovia BR-116:  
 $U_{BR30'} = 1,3214$ ;
- h) Utilidade para o tempo estipulado de 50 minutos para a rodovia BR-116:  
 $U_{BR50'} = 0,4169$ ;
- i) Utilidade para o tempo estipulado de 80 minutos para a rodovia BR-116:  
 $U_{BR80'} = -0,9420$ ;

Como mencionado anteriormente, a Utilidade é uma grandeza adimensional, só podendo ser comparada a outras Utilidades.

## 8.3 CÁLCULOS DAS PROBABILIDADES DE MIGRAÇÃO

Conhecendo as Utilidades dos modais em seus diversos cenários tornou-se possível o cálculo das probabilidades de migração dos usuários da rodovia BR-116 para o Trensurb (objetivo principal deste trabalho) através da utilização da equação 2. A tabela 1 mostra as probabilidades de migração da rodovia BR-116 para o Trensurb. A tabela 2 mostra as probabilidades de não migração da rodovia BR-116 para o Trensurb.

Tabela 1 – Probabilidades de migração da rodovia BR-116 para o Trensurb

		rodovia BR-116 (Alternativa j)		
		30 MINUTOS	50 MINUTOS	80 MINUTOS
Trensurb (alternativa i)	PROPOSTA 1	30,74%	52,30%	81,02%
	PROPOSTA 2	25,43%	45,72%	76,63%
	PROPOSTA 3	26,10%	46,60%	77,25%

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 2 – Probabilidades de não migração da rodovia BR-116 para o Trensurb

		Trensurb (alternativa j)		
		PROPOSTA 1	PROPOSTA 2	PROPOSTA 3
rodovia BR-116 (Alternativa i)	30 MINUTOS	69,26%	47,70%	18,98%
	50 MINUTOS	74,57%	54,28%	23,37%
	80 MINUTOS	73,90%	53,40%	22,75%

(fonte: elaborado pelo autor)

#### 8.4 VERIFICAÇÃO DA REPRESENTATIVIDADE DOS ATRIBUTOS

Para verificar a representatividade dos atributos (objetivo secundário deste trabalho) em cada uma das situações, foram utilizadas as equações de 8 a 13. Lembrando que para verificar qual dos atributos é mais representativo em relação ao outro, basta verificar se a representatividade calculada resultou maior ou menor que um. As representatividades calculadas a partir das funções de Utilidade geradas através desta pesquisa tem valor somente para esta pesquisa. A tabela 3 mostra os resultados obtidos.

Tabela 3 – Representatividade dos atributos

Modal						
	Representatividade	P1	P2	P3	30'	50'
$R_{t/\$}$	4,96	5,63	5,49	0,63	0,96	1,31
$R_{t/c}$	0,29	0,32	0,32	0,11	0,22	0,51
$R_{\$/t}$	0,20	0,18	0,18	1,58	1,04	0,77
$R_{\$/c}$	0,06	0,06	0,06	0,17	0,22	0,39
$R_{c/t}$	3,50	3,11	3,16	9,43	4,65	1,98
$R_{c/\$}$	17,35	17,36	17,36	5,96	4,45	2,58

(fonte: elaborado pelo autor)

Verificou-se que para as três melhorias propostas para o Trensurb: (P1) ar condicionado, (P2) maior frequência e (P3) mais assentos por vagão; o atributo comodidade foi mais representativo que o atributo tempo, que, por sua vez, foi mais representativo que o atributo custo. Para as três diferentes opções de tempo da rodovia BR-116, verificou-se que o atributo comodidade foi mais representativo que o atributo tempo, que, por sua vez, foi mais representativo que o atributo custo para as situações de tempos bom e médio para a rodovia BR-116 (30 e 50 minutos) e menos representativo que o atributo custo para a situação com tempo ruim para a rodovia BR-116 (80 minutos).

## 8.5 CÁLCULOS DOS VALORES MONETÁRIOS DO TEMPO E DA COMODIDADE

Através da utilização das equações 14 e 15, foi possível calcular os valores monetários do tempo e da comodidade. Os resultados obtidos foram:

- para o tempo:  $\$T = 0,200509557536566 \text{ R\$/minuto}$ , em torno de 20 centavos por minuto, ou ainda 12 reais por hora;
- para a comodidade:  $\$C = 5,67020107835639 \text{ R\$/UC}$ .

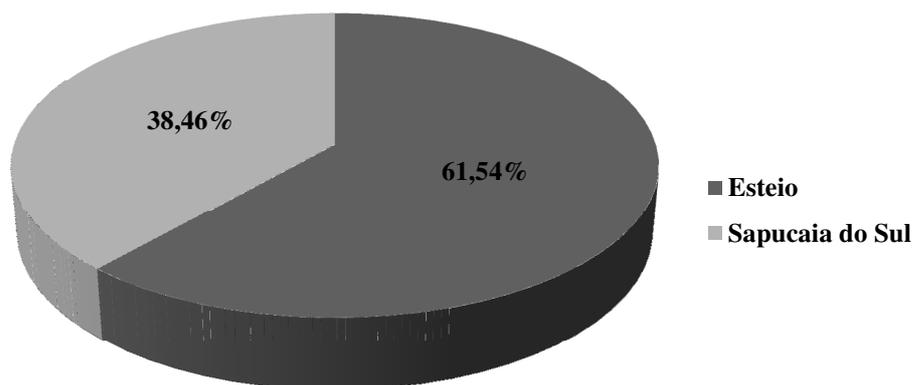
O resultado do valor monetário do tempo foi alto, porém, levando em conta que os usuários da amostra eram de classe socioeconômica média alta ou alta, o valor resultante foi plausível. Não se tinha qualquer previsão de resultado para o valor monetário da comodidade.

## 8.6 ESTATÍSTICAS DOS DADOS PRELIMINARES

Este item apresenta os resultados e gráficos do questionário preliminar ou de PR. Os gráficos foram gerados através de uma tabela com dados preliminares (apêndice H), criada com a ajuda do *software* Microsoft Excel®.

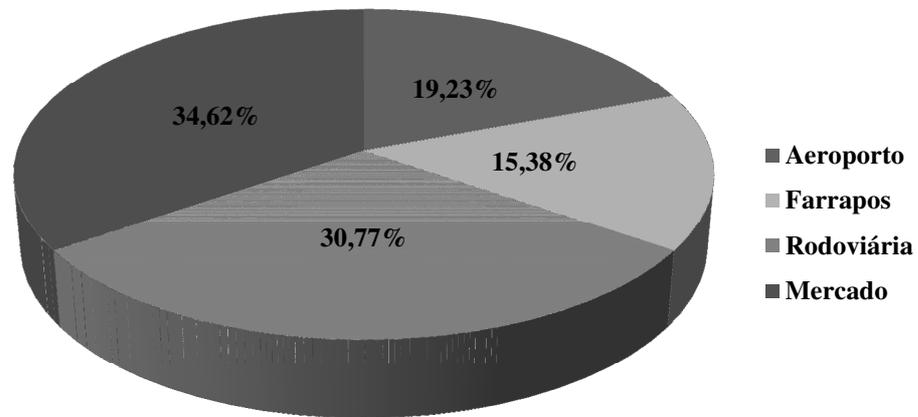
As origens e destinos dos usuários respondentes foram relacionados às estações do Trensurb. A figura 3 apresenta as origens das viagens dos usuários respondentes. A figura 4 apresenta os destinos das viagens dos usuários respondentes. A figura 5 apresenta o gênero dos usuários respondentes. A figura 6 apresenta as idades dos usuários respondentes.

Figura 3 – Origens das viagens



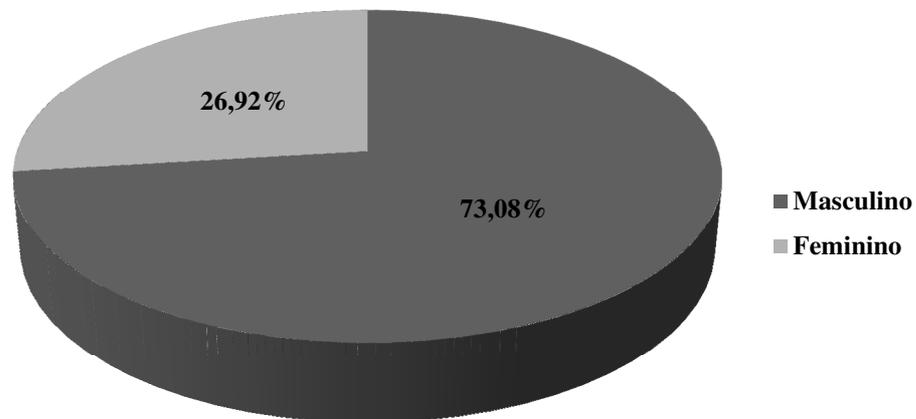
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 4 – Destinos das viagens



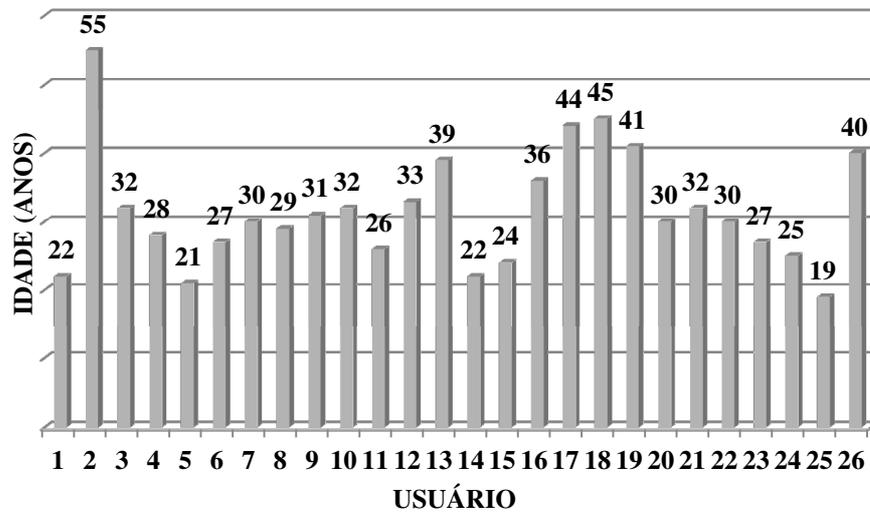
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 5 – Gênero dos usuários respondentes



(fonte: elaborado pelo autor)

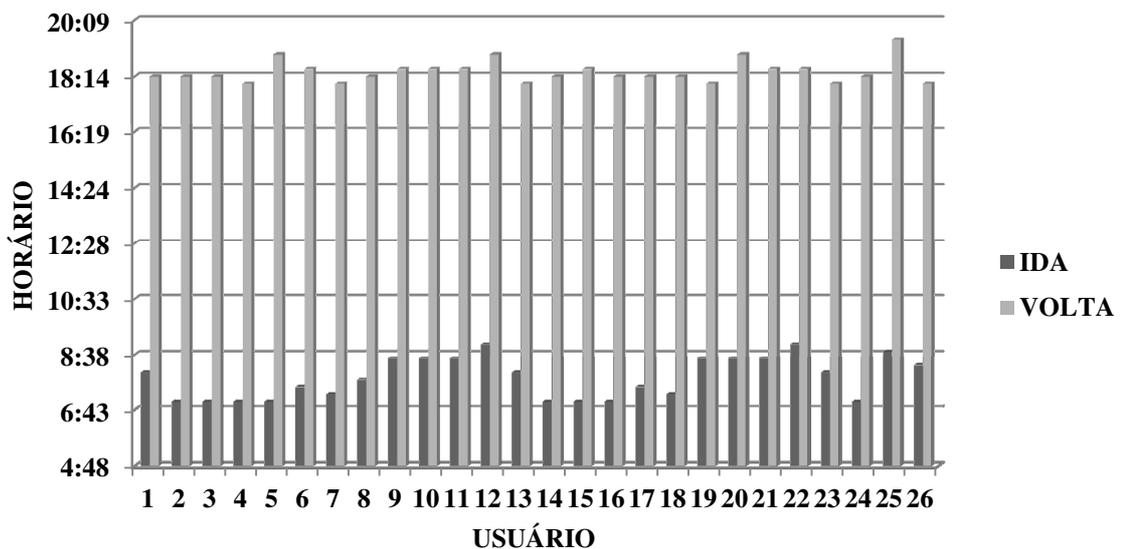
Figura 6 – Idades dos usuários respondentes



(fonte: elaborado pelo autor)

A figura 6 apresenta o gráfico relativo às idades dos usuários respondentes. A média aritmética de idade resultou entre 31 e 32 anos. A figura 7 apresenta os horários de ida e volta dos usuários respondentes.

Figura 7 – Horários de ida e volta



(fonte: elaborado pelo autor)

A média aritmética dos horários de ida resultou: em torno de **7:49**, e a média aritmética dos horários de volta, em torno de **18:23**. Ressaltando que os horários de pico ficam entre: 7:15 e 8:15, e 18:15 e 19:15.

## 9 RESUMO DOS RESULTADOS

Este capítulo resume os resultados obtidos na pesquisa.

### 9.1 PROBABILIDADES DE MIGRAÇÃO

O objetivo principal deste trabalho era a verificação das probabilidades de migração dos usuários da rodovia BR-116 para o Trensurb frente a novas propostas para o Trensurb.

Foram calculadas 9 probabilidades diferentes. Existiam três situações (tempos) para a rodovia BR-116 das quais os usuários respondentes poderiam migrar e também três propostas de melhorias para o Trensurb para as quais os usuários respondentes poderiam migrar.

Como era previsto, a situação de tempo ruim (80 minutos) para a rodovia BR-116 foi a da qual resultaram as maiores probabilidades de migração para o Trensurb, com probabilidades de 81,02%, 77,25% e 76,63% (migrando para as propostas de melhorias para o Trensurb de ar condicionado, mais assentos por vagão e maior frequência, respectivamente). A situação de tempo médio (50 minutos) para a rodovia BR-116 foi a da qual resultaram as segundas maiores probabilidades de migração para o Trensurb, com probabilidades de 52,30%, 46,60% e 45,72% (migrando para as propostas de melhorias para o Trensurb de ar condicionado, mais assentos por vagão e maior frequência, respectivamente). E a situação de tempo bom (30 minutos) para a rodovia BR-116 foi a da qual resultaram as menores probabilidades de migração para o Trensurb, com probabilidades de 30,74%, 26,10% e 25,43% (migrando para as propostas de melhorias para o Trensurb de ar condicionado, mais assentos por vagão e maior frequência, respectivamente).

No caso das diferentes propostas de melhorias para o Trensurb, a que apresentou as maiores probabilidades de obter migrantes foi a proposta de implantação de ar condicionado no Trensurb (vagões), com probabilidades de 30,74%, 52,30% e 81,02% (migrando das situações para a rodovia BR-116 com tempo bom, tempo médio e tempo ruim, respectivamente). A proposta de melhoria para o Trensurb que apresentou as segundas maiores probabilidades de obter migrantes foi a proposta de disponibilização de mais assentos por vagão do Trensurb, com probabilidades de 26,10%, 46,60% e 77,25% (migrando das situações para a rodovia BR-

116 com tempo bom, tempo médio e tempo ruim, respectivamente). E a proposta de melhoria para o Trensurb que apresentou as menores probabilidades de obter migrantes foi a proposta maior frequência do Trensurb, com probabilidades de 25,43%, 45,72% e 76,63% (migrando das situações para a rodovia BR-116 com tempo bom, tempo médio e tempo ruim, respectivamente).

As probabilidades de migração foram aumentando com o aumento do tempo gasto na rodovia BR-116 (aumento do custo e diminuição da comodidade, por consequência), como previsto. Para as melhorias propostas para o Trensurb a que teve as maiores probabilidades de obter os migrantes foi a de implantação de ar condicionado, que teve a maior aceitação dos usuários respondentes. Essas maiores probabilidades de obter migrantes é consequência da comodidade atribuída a essa proposta de melhoria (7,42 UC), que foi maior que as comodidades atribuídas às propostas de maior frequência e de disponibilização de mais assentos por vagão que tiveram probabilidades de obter migrantes semelhantes (6,59 e 6,71 UC, respectivamente).

## 9.2 REPRESENTATIVIDADE DOS ATRIBUTOS

O objetivo secundário deste trabalho era a verificação da representatividade de cada um dos atributos (**comodidade, tempo e custo**) nas funções Utilidade dos usuários que serão estudados nessa pesquisa.

Verificou-se que para as três melhorias propostas para o Trensurb: (1) ar condicionado, (2) maior frequência e (3) mais assentos por vagão; o atributo comodidade foi aproximadamente 17,36 vezes mais representativo que o atributo custo e aproximadamente 3,26 vezes mais representativo que o atributo tempo, que, por sua vez, foi aproximadamente 5,36 vezes mais representativo que o atributo custo.

Para a situação com tempo bom (30 minutos) para a rodovia BR-116, verificou-se que o atributo comodidade foi 9,43 vezes mais representativo que o atributo tempo e 5,96 vezes mais representativo que o atributo custo, que, por sua vez, foi 1,58 vezes mais representativo que o atributo tempo. Para a situação com tempo médio (50 minutos) para a rodovia BR-116, verificou-se que o atributo comodidade foi 4,65 vezes mais representativo que o atributo tempo e 4,45 vezes mais representativo que o atributo custo, que, por sua vez, foi 1,04 vezes mais representativo que o atributo tempo. E para a situação com tempo ruim (80 minutos)

para a rodovia BR-116, verificou-se que o atributo comodidade foi 2,58 vezes mais representativo que o atributo custo e 1,98 vezes mais representativo que o atributo tempo, que, por sua vez, foi 1,31 vezes mais representativo que o atributo custo.

Como era esperado, o atributo comodidade foi verificado como o mais representativo em todos os casos. Visto que os usuários respondentes pertenciam a uma classe socioeconômica média alta ou alta, este resultado é coerente.

## REFERÊNCIAS

ADLER, H. A. **Economic appraisal of transport projects**: a manual with case studies. 1st ed. rev. and exp. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, c1987.

AZAMBUJA, A. M. V. de. **Estimação de modelos comportamentais utilizando a técnica de Preferência Declarada**: o caso da variabilidade dos tempos de viagem no transporte de grãos no Rio Grande do Sul. 1995. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

BRADLEY, M. Realism and adaptation in designing hypothetical travel choice concepts. **Journal of Transport Economics and Policy**, [S. l.], v. 22, n. 1, p. 121-137, Jan. 1988.

BUTTON, K. J. **Transport economics**. 2nd ed. Cheltenham: Edward Elgar, c1993.

DE TONI, J. S. **A preferência e o conforto dos usuários no transporte coletivo urbano de passageiros**: uso das técnicas de Preferência Declarada (*Stated Preference*) em corredor urbano de transporte coletivo por ônibus de Porto Alegre. 1994. 239 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) – Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

FERGUSON, C. E.; GOULD, J. P. **Microeconomic theory**. 4th ed. Homewood: Richard D. Irwin, 1975.

FERRAZ, A. C. C. P.; TORRES, I. G. E. **Transporte público urbano**. São Carlos: RiMa, 2004.

FINK, A. **The survey handbook**. Thousand Oaks: SAGE Publications, c1995. (The survey kit, v. 1).

ORTÚZAR, J. de D.; WILLUMSEN, L. G. **Modelling Transport**. 3rd ed. Chichester: John Wiley & Sons, c2001.

NODARI, C. T. **Influência de preço e marca na demanda por transporte aéreo**. 1996. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

## **APÊNDICE A – Questionário de Preferência Revelada**

QUESTIONÁRIO DE PR					
Nome:			Idade:		
Origem/Destino:					
DIA DA SEMANA	HORÁRIOS				MOTIVO
	IDA	Tempo	VOLTA	Tempo	
Segunda-feira					
Terça-feira					
Quarta-feira					
Quinta-feira					
Sexta-feira					
Custo médio diário ida/volta:		R\$			

## **APÊNDICE B – Questionário de Preferência Declarada**

**QUESTIONÁRIO DE PD**

Para este trabalho entende-se como comodidade não apenas o conforto físico proporcionado pelos assentos confortáveis dos automóveis, por exemplo. Mas também o conforto que se terá da origem ao destino final da viagem. Antagonicamente, a desconfortabilidade (ou incômodo) inclui: caminhada da origem da viagem até a estação do Trensurb, caminhada da estação do Trensurb até o destino final, preocupação com a segurança do local onde o automóvel estará estacionado, etc.

MODAL	t (min)	R\$	c
BR-116	30		10,00
BR-116	50		
BR-116	80		
TRENSURB	60	1,70	

Proposta	Descrição	R\$	c
1	Ar condicionado		
2	Maior frequência		
3	Mais assentos por vagão		

## **APÊNDICE C – Apresentação dos cenários hipotéticos**

Sistema	t (min)	R\$	c	Escolha	
 <b>TRENSURB</b>	60			Certamente Trensurb	90%
				Provavelmente Trensurb	75%
				Indiferente	50%
 <b>BR-116</b>	30		10,00	Provavelmente BR-116	25%
				Certamente BR-116	10%
 <b>TRENSURB</b>	60			Certamente Trensurb	90%
				Provavelmente Trensurb	75%
				Indiferente	50%
 <b>BR-116</b>	50			Provavelmente BR-116	25%
				Certamente BR-116	10%
 <b>TRENSURB</b>	60			Certamente Trensurb	90%
				Provavelmente Trensurb	75%
				Indiferente	50%
 <b>BR-116</b>	80			Provavelmente BR-116	25%
				Certamente BR-116	10%
 <b>TRENSURB</b>	60			Certamente Trensurb	90%
				Provavelmente Trensurb	75%
				Indiferente	50%
 <b>BR-116</b>	30		10,00	Provavelmente BR-116	25%
				Certamente BR-116	10%
 <b>TRENSURB</b>	60			Certamente Trensurb	90%
				Provavelmente Trensurb	75%
				Indiferente	50%
 <b>BR-116</b>	50			Provavelmente BR-116	25%
				Certamente BR-116	10%
 <b>TRENSURB</b>	60			Certamente Trensurb	90%
				Provavelmente Trensurb	75%
				Indiferente	50%
 <b>BR-116</b>	80			Provavelmente BR-116	25%
				Certamente BR-116	10%
 <b>TRENSURB</b>	60			Certamente Trensurb	90%
				Provavelmente Trensurb	75%
				Indiferente	50%
 <b>BR-116</b>	30		10,00	Provavelmente BR-116	25%
				Certamente BR-116	10%
 <b>TRENSURB</b>	60			Certamente Trensurb	90%
				Provavelmente Trensurb	75%
				Indiferente	50%
 <b>BR-116</b>	50			Provavelmente BR-116	25%
				Certamente BR-116	10%
 <b>TRENSURB</b>	60			Certamente Trensurb	90%
				Provavelmente Trensurb	75%
				Indiferente	50%
 <b>BR-116</b>	80			Provavelmente BR-116	25%
				Certamente BR-116	10%

## **APÊNDICE D – Tabela com dados obtidos na pesquisa**

N	X <sub>1</sub>		X <sub>2</sub>		X <sub>3</sub>		VP	t <sub>T</sub> - t <sub>BR</sub>	S <sub>T</sub> - S <sub>BR</sub>	C <sub>T</sub> - C <sub>BR</sub>	Y
	t <sub>T</sub>	t <sub>BR</sub>	S <sub>T</sub>	S <sub>BR</sub>	C <sub>T</sub>	C <sub>BR</sub>					
1	60	30	2,00	8,00	6,00	10,00	0,10	30,00	-6,00	-4,00	-2,20
1	60	50	2,00	8,80	6,00	7,00	0,25	10,00	-6,80	-1,00	-1,10
1	60	80	2,00	10,40	6,00	5,00	0,75	-20,00	-8,40	1,00	1,10
1	60	30	1,70	8,00	5,00	10,00	0,10	30,00	-6,30	-5,00	-2,20
1	60	50	1,70	8,80	5,00	7,00	0,10	10,00	-7,10	-2,00	-2,20
1	60	80	1,70	10,40	5,00	5,00	0,50	-20,00	-8,70	0,00	0,00
1	60	30	1,70	8,00	5,00	10,00	0,10	30,00	-6,30	-5,00	-2,20
1	60	50	1,70	8,80	5,00	7,00	0,10	10,00	-7,10	-2,00	-2,20
1	60	80	1,70	10,40	5,00	5,00	0,50	-20,00	-8,70	0,00	0,00
2	60	30	2,00	7,50	5,50	10,00	0,10	30,00	-5,50	-4,50	-2,20
2	60	50	2,00	8,25	5,50	7,00	0,10	10,00	-6,25	-1,50	-2,20
2	60	80	2,00	9,75	5,50	6,00	0,25	-20,00	-7,75	-0,50	-1,10
2	60	30	2,00	7,50	6,00	10,00	0,10	30,00	-5,50	-4,00	-2,20
2	60	50	2,00	8,25	6,00	7,00	0,25	10,00	-6,25	-1,00	-1,10
2	60	80	2,00	9,75	6,00	6,00	0,50	-20,00	-7,75	0,00	0,00
2	60	30	2,00	7,50	6,00	10,00	0,10	30,00	-5,50	-4,00	-2,20
2	60	50	2,00	8,25	6,00	7,00	0,25	10,00	-6,25	-1,00	-1,10
2	60	80	2,00	9,75	6,00	6,00	0,50	-20,00	-7,75	0,00	0,00
3	60	30	2,00	10,00	8,00	10,00	0,10	30,00	-8,00	-2,00	-2,20
3	60	50	2,00	11,00	8,00	8,00	0,25	10,00	-9,00	0,00	-1,10
3	60	80	2,00	13,00	8,00	7,00	0,75	-20,00	-11,00	1,00	1,10
3	60	30	1,70	10,00	7,00	10,00	0,10	30,00	-8,30	-3,00	-2,20
3	60	50	1,70	11,00	7,00	8,00	0,25	10,00	-9,30	-1,00	-1,10
3	60	80	1,70	13,00	7,00	7,00	0,75	-20,00	-11,30	0,00	1,10
3	60	30	1,70	10,00	5,00	10,00	0,10	30,00	-8,30	-5,00	-2,20
3	60	50	1,70	11,00	5,00	8,00	0,10	10,00	-9,30	-3,00	-2,20
3	60	80	1,70	13,00	5,00	7,00	0,25	-20,00	-11,30	-2,00	-1,10
4	60	30	1,70	8,00	6,00	10,00	0,10	30,00	-6,30	-4,00	-2,20
4	60	50	1,70	8,80	6,00	7,00	0,50	10,00	-7,10	-1,00	0,00
4	60	80	1,70	10,40	6,00	3,00	0,75	-20,00	-8,70	3,00	1,10
4	60	30	1,70	8,00	6,00	10,00	0,10	30,00	-6,30	-4,00	-2,20
4	60	50	1,70	8,80	6,00	7,00	0,50	10,00	-7,10	-1,00	0,00
4	60	80	1,70	10,40	6,00	3,00	0,75	-20,00	-8,70	3,00	1,10
4	60	30	2,50	8,00	7,50	10,00	0,10	30,00	-5,50	-2,50	-2,20
4	60	50	2,50	8,80	7,50	7,00	0,50	10,00	-6,30	0,50	0,00
4	60	80	2,50	10,40	7,50	3,00	0,75	-20,00	-7,90	4,50	1,10
5	60	30	2,00	10,00	8,00	10,00	0,25	30,00	-8,00	-2,00	-1,10
5	60	50	2,00	11,00	8,00	9,00	0,25	10,00	-9,00	-1,00	-1,10
5	60	80	2,00	13,00	8,00	7,00	0,50	-20,00	-11,00	1,00	0,00
5	60	30	2,50	10,00	7,00	10,00	0,10	30,00	-7,50	-3,00	-2,20
5	60	50	2,50	11,00	7,00	9,00	0,10	10,00	-8,50	-2,00	-2,20
5	60	80	2,50	13,00	7,00	7,00	0,50	-20,00	-10,50	0,00	0,00
5	60	30	2,50	10,00	6,00	10,00	0,10	30,00	-7,50	-4,00	-2,20
5	60	50	2,50	11,00	6,00	9,00	0,10	10,00	-8,50	-3,00	-2,20
5	60	80	2,50	13,00	6,00	7,00	0,25	-20,00	-10,50	-1,00	-1,10
6	60	30	2,50	8,50	8,00	10,00	0,10	30,00	-6,00	-2,00	-2,20
6	60	50	2,50	9,35	8,00	9,00	0,25	10,00	-6,85	-1,00	-1,10
6	60	80	2,50	11,05	8,00	3,00	0,75	-20,00	-8,55	5,00	1,10
6	60	30	2,50	8,50	9,00	10,00	0,25	30,00	-6,00	-1,00	-1,10
6	60	50	2,50	9,35	9,00	9,00	0,25	10,00	-6,85	0,00	-1,10
6	60	80	2,50	11,05	9,00	3,00	0,75	-20,00	-8,55	6,00	1,10
6	60	30	2,50	8,50	8,00	10,00	0,10	30,00	-6,00	-2,00	-2,20
6	60	50	2,50	9,35	8,00	9,00	0,25	10,00	-6,85	-1,00	-1,10
6	60	80	2,50	11,05	8,00	3,00	0,75	-20,00	-8,55	5,00	1,10

continua

N	X <sub>1</sub>		X <sub>2</sub>		X <sub>3</sub>		VP	t <sub>T</sub> - t <sub>BR</sub>	S <sub>T</sub> - S <sub>BR</sub>	C <sub>T</sub> - C <sub>BR</sub>	Y
	t <sub>T</sub>	t <sub>BR</sub>	S <sub>T</sub>	S <sub>BR</sub>	C <sub>T</sub>	C <sub>BR</sub>					
7	60	80	1,70	15,60	6,00	5,00	0,25	-20,00	-13,90	1,00	-1,10
7	60	30	1,70	12,00	5,00	10,00	0,10	30,00	-10,30	-5,00	-2,20
7	60	50	1,70	13,20	5,00	7,00	0,10	10,00	-11,50	-2,00	-2,20
7	60	80	1,70	15,60	5,00	5,00	0,25	-20,00	-13,90	0,00	-1,10
7	60	30	1,70	12,00	6,00	10,00	0,10	30,00	-10,30	-4,00	-2,20
7	60	50	1,70	13,00	6,00	7,00	0,10	10,00	-11,30	-1,00	-2,20
7	60	80	1,70	14,00	6,00	5,00	0,25	-20,00	-12,30	1,00	-1,10
8	60	30	2,50	11,00	7,00	10,00	0,10	30,00	-8,50	-3,00	-2,20
8	60	50	2,50	12,10	7,00	8,50	0,25	10,00	-9,60	-1,50	-1,10
8	60	80	2,50	14,30	7,00	7,00	0,75	-20,00	-11,80	0,00	1,10
8	60	30	2,20	11,00	6,00	10,00	0,10	30,00	-8,80	-4,00	-2,20
8	60	50	2,20	12,10	6,00	8,50	0,10	10,00	-9,90	-2,50	-2,20
8	60	80	2,20	14,30	6,00	7,00	0,75	-20,00	-12,10	-1,00	1,10
8	60	30	2,20	11,00	6,50	10,00	0,10	30,00	-8,80	-3,50	-2,20
8	60	50	2,20	13,00	6,50	8,50	0,25	10,00	-10,80	-2,00	-1,10
8	60	80	2,20	14,00	6,50	7,00	0,75	-20,00	-11,80	-0,50	1,10
9	60	30	5,00	13,00	8,50	10,00	0,25	30,00	-8,00	-1,50	-1,10
9	60	50	5,00	14,30	8,50	8,00	0,75	10,00	-9,30	0,50	1,10
9	60	80	5,00	16,90	8,50	6,00	0,90	-20,00	-11,90	2,50	2,20
9	60	30	3,00	13,00	8,00	10,00	0,25	30,00	-10,00	-2,00	-1,10
9	60	50	3,00	14,30	8,00	8,00	0,50	10,00	-11,30	0,00	0,00
9	60	80	3,00	16,90	8,00	6,00	0,90	-20,00	-13,90	2,00	2,20
9	60	30	2,00	13,00	7,00	10,00	0,10	30,00	-11,00	-3,00	-2,20
9	60	50	2,00	14,30	7,00	8,00	0,25	10,00	-12,30	-1,00	-1,10
9	60	80	2,00	16,90	7,00	6,00	0,75	-20,00	-14,90	1,00	1,10
10	60	30	2,20	10,00	8,00	10,00	0,10	30,00	-7,80	-2,00	-2,20
10	60	50	2,20	11,00	8,00	8,00	0,25	10,00	-8,80	0,00	-1,10
10	60	80	2,20	13,00	8,00	6,00	0,50	-20,00	-10,80	2,00	0,00
10	60	30	2,00	10,00	7,00	10,00	0,10	30,00	-8,00	-3,00	-2,20
10	60	50	2,00	11,00	7,00	8,00	0,25	10,00	-9,00	-1,00	-1,10
10	60	80	2,00	13,00	7,00	6,00	0,50	-20,00	-11,00	1,00	0,00
10	60	30	2,00	10,00	6,00	10,00	0,10	30,00	-8,00	-4,00	-2,20
10	60	50	2,00	11,00	6,00	8,00	0,10	10,00	-9,00	-2,00	-2,20
10	60	80	2,00	13,00	6,00	6,00	0,50	-20,00	-11,00	0,00	0,00
11	60	30	2,00	8,00	7,00	10,00	0,10	30,00	-6,00	-3,00	-2,20
11	60	50	2,00	8,80	7,00	9,00	0,10	10,00	-6,80	-2,00	-2,20
11	60	80	2,00	10,40	7,00	8,00	0,25	-20,00	-8,40	-1,00	-1,10
11	60	30	1,90	8,00	6,00	10,00	0,10	30,00	-6,10	-4,00	-2,20
11	60	50	1,90	8,80	6,00	9,00	0,10	10,00	-6,90	-3,00	-2,20
11	60	80	1,90	10,40	6,00	8,00	0,25	-20,00	-8,50	-2,00	-1,10
11	60	30	1,90	8,00	6,50	10,00	0,10	30,00	-6,10	-3,50	-2,20
11	60	50	1,90	8,80	6,50	9,00	0,10	10,00	-6,90	-2,50	-2,20
11	60	80	1,90	10,40	6,50	8,00	0,25	-20,00	-8,50	-1,50	-1,10

continua

N	X <sub>1</sub>		X <sub>2</sub>		X <sub>3</sub>		VP	t <sub>T</sub> - t <sub>BR</sub>	S <sub>T</sub> - S <sub>BR</sub>	c <sub>T</sub> - c <sub>BR</sub>	Y
	t <sub>T</sub>	t <sub>BR</sub>	S <sub>T</sub>	S <sub>BR</sub>	c <sub>T</sub>	c <sub>BR</sub>					
12	60	80	2,15	9,75	7,00	5,00	0,50	-20,00	-7,60	2,00	0,00
12	60	30	1,70	7,50	5,00	10,00	0,10	30,00	-5,80	-5,00	-2,20
12	60	50	1,70	8,25	5,00	8,00	0,10	10,00	-6,55	-3,00	-2,20
12	60	80	1,70	9,75	5,00	5,00	0,50	-20,00	-8,05	0,00	0,00
12	60	30	2,15	7,50	7,00	10,00	0,10	30,00	-5,35	-3,00	-2,20
12	60	50	2,15	8,25	7,00	8,00	0,25	10,00	-6,10	-1,00	-1,10
12	60	80	2,15	9,75	7,00	5,00	0,50	-20,00	-7,60	2,00	0,00
13	60	30	2,20	8,50	7,50	10,00	0,10	30,00	-6,30	-2,50	-2,20
13	60	50	2,20	9,35	7,50	8,50	0,25	10,00	-7,15	-1,00	-1,10
13	60	80	2,20	11,05	7,50	5,00	0,50	-20,00	-8,85	2,50	0,00
13	60	30	2,00	8,50	7,00	10,00	0,10	30,00	-6,50	-3,00	-2,20
13	60	50	2,00	9,35	7,00	8,50	0,25	10,00	-7,35	-1,50	-1,10
13	60	80	2,00	11,05	7,00	5,00	0,50	-20,00	-9,05	2,00	0,00
13	60	30	2,00	8,50	6,50	10,00	0,10	30,00	-6,50	-3,50	-2,20
13	60	50	2,00	9,35	6,50	8,50	0,10	10,00	-7,35	-2,00	-2,20
13	60	80	2,00	11,05	6,50	5,00	0,50	-20,00	-9,05	1,50	0,00
14	60	30	2,00	9,50	7,00	10,00	0,10	30,00	-7,50	-3,00	-2,20
14	60	50	2,00	10,45	7,00	9,00	0,10	10,00	-8,45	-2,00	-2,20
14	60	80	2,00	12,35	7,00	7,00	0,50	-20,00	-10,35	0,00	0,00
14	60	30	1,70	9,50	5,50	10,00	0,10	30,00	-7,80	-4,50	-2,20
14	60	50	1,70	10,45	5,50	9,00	0,10	10,00	-8,75	-3,50	-2,20
14	60	80	1,70	12,35	5,50	7,00	0,25	-20,00	-10,65	-1,50	-1,10
14	60	30	1,80	9,50	6,50	10,00	0,10	30,00	-7,70	-3,50	-2,20
14	60	50	1,80	10,45	6,50	9,00	0,10	10,00	-8,65	-2,50	-2,20
14	60	80	1,80	12,35	6,50	7,00	0,50	-20,00	-10,55	-0,50	0,00
15	60	30	2,00	7,00	6,50	10,00	0,10	30,00	-5,00	-3,50	-2,20
15	60	50	2,00	7,70	6,50	9,50	0,10	10,00	-5,70	-3,00	-2,20
15	60	80	2,00	9,10	6,50	8,50	0,25	-20,00	-7,10	-2,00	-1,10
15	60	30	2,00	7,00	6,00	10,00	0,10	30,00	-5,00	-4,00	-2,20
15	60	50	2,00	7,70	6,00	9,50	0,10	10,00	-5,70	-3,50	-2,20
15	60	80	2,00	9,10	6,00	8,50	0,25	-20,00	-7,10	-2,50	-1,10
15	60	30	2,00	7,00	6,00	10,00	0,10	30,00	-5,00	-4,00	-2,20
1	60	50	2,00	7,70	6,00	9,50	0,10	10,00	-5,70	-3,50	-2,20
15	60	80	2,00	9,10	6,00	8,50	0,25	-20,00	-7,10	-2,50	-1,10
16	60	30	2,10	7,50	7,50	10,00	0,10	30,00	-5,40	-2,50	-2,20
16	60	50	2,10	8,25	7,50	7,50	0,25	10,00	-6,15	0,00	-1,10
16	60	80	2,10	9,75	7,50	4,00	0,75	-20,00	-7,65	3,50	1,10
16	60	30	2,00	7,50	6,50	10,00	0,10	30,00	-5,50	-3,50	-2,20
16	60	50	2,00	8,25	6,50	7,50	0,25	10,00	-6,25	-1,00	-1,10
16	60	80	2,00	9,75	6,50	4,00	0,50	-20,00	-7,75	2,50	0,00
16	60	30	2,10	7,50	7,50	10,00	0,10	30,00	-5,40	-2,50	-2,20
16	60	50	2,10	8,25	7,50	7,50	0,25	10,00	-6,15	0,00	-1,10
16	60	80	2,10	9,75	7,50	4,00	0,75	-20,00	-7,65	3,50	1,10

continua

N	X <sub>1</sub>		X <sub>2</sub>		X <sub>3</sub>		VP	t <sub>T</sub> - t <sub>BR</sub>	S <sub>T</sub> - S <sub>BR</sub>	c <sub>T</sub> - c <sub>BR</sub>	Y
	t <sub>T</sub>	t <sub>BR</sub>	S <sub>T</sub>	S <sub>BR</sub>	c <sub>T</sub>	c <sub>BR</sub>					
17	60	30	2,50	9,75	7,75	10,00	0,10	30,00	-7,25	-2,25	-2,20
17	60	50	2,50	10,73	7,75	8,75	0,25	10,00	-8,23	-1,00	-1,10
17	60	80	2,50	12,68	7,75	6,25	0,25	-20,00	-10,18	1,50	-1,10
17	60	30	2,00	9,75	7,25	10,00	0,10	30,00	-7,75	-2,75	-2,20
17	60	50	2,00	10,73	7,25	8,75	0,25	10,00	-8,73	-1,50	-1,10
17	60	80	2,00	12,68	7,25	6,25	0,50	-20,00	-10,68	1,00	0,00
17	60	30	2,25	9,75	7,50	10,00	0,10	30,00	-7,50	-2,50	-2,20
17	60	50	2,25	10,73	7,50	8,75	0,25	10,00	-8,48	-1,25	-1,10
17	60	80	2,25	12,68	7,50	6,25	0,50	-20,00	-10,43	1,25	0,00
18	60	30	2,00	9,00	7,00	10,00	0,10	30,00	-7,00	-3,00	-2,20
18	60	50	2,00	9,90	7,00	8,00	0,25	10,00	-7,90	-1,00	-1,10
18	60	80	2,00	11,70	7,00	4,50	0,50	-20,00	-9,70	2,50	0,00
18	60	30	2,00	9,00	6,50	10,00	0,10	30,00	-7,00	-3,50	-2,20
18	60	50	2,00	9,90	6,50	8,00	0,25	10,00	-7,90	-1,50	-1,10
18	60	80	2,00	11,70	6,50	4,50	0,50	-20,00	-9,70	2,00	0,00
18	60	30	2,00	9,00	6,50	10,00	0,10	30,00	-7,00	-3,50	-2,20
18	60	50	2,00	9,90	6,50	8,00	0,25	10,00	-7,90	-1,50	-1,10
18	60	80	2,00	11,70	6,50	4,50	0,50	-20,00	-9,70	2,00	0,00
19	60	30	2,50	10,50	6,00	10,00	0,10	30,00	-8,00	-4,00	-2,20
19	60	50	2,50	11,55	6,00	9,00	0,10	10,00	-9,05	-3,00	-2,20
19	60	80	2,50	13,65	6,00	6,00	0,50	-20,00	-11,15	0,00	0,00
19	60	30	2,00	10,50	5,00	10,00	0,10	30,00	-8,50	-5,00	-2,20
19	60	50	2,00	11,55	5,00	9,00	0,10	10,00	-9,55	-4,00	-2,20
19	60	80	2,00	13,65	5,00	6,00	0,50	-20,00	-11,65	-1,00	0,00
19	60	30	2,00	10,50	5,50	10,00	0,10	30,00	-8,50	-4,50	-2,20
19	60	50	2,00	11,55	5,50	9,00	0,10	10,00	-9,55	-3,50	-2,20
19	60	80	2,00	13,65	5,50	6,00	0,50	-20,00	-11,65	-0,50	0,00
20	60	30	3,00	12,00	9,00	10,00	0,25	30,00	-9,00	-1,00	-1,10
20	60	50	3,00	13,20	9,00	7,00	0,50	10,00	-10,20	2,00	0,00
20	60	80	3,00	15,60	9,00	3,00	0,90	-20,00	-12,60	6,00	2,20
20	60	30	3,00	12,00	8,00	10,00	0,10	30,00	-9,00	-2,00	-2,20
20	60	50	3,00	13,20	8,00	7,00	0,50	10,00	-10,20	1,00	0,00
20	60	80	3,00	15,60	8,00	3,00	0,90	-20,00	-12,60	5,00	2,20
20	60	30	3,00	12,00	8,50	10,00	0,25	30,00	-9,00	-1,50	-1,10
20	60	50	3,00	13,20	8,50	7,00	0,50	10,00	-10,20	1,50	0,00
20	60	80	3,00	15,60	8,50	3,00	0,90	-20,00	-12,60	5,50	2,20
21	60	30	3,00	11,50	8,70	10,00	0,25	30,00	-8,50	-1,30	-1,10
21	60	50	3,00	12,65	8,70	8,30	0,50	10,00	-9,65	0,40	0,00
21	60	80	3,00	14,95	8,70	4,80	0,75	-20,00	-11,95	3,90	1,10
21	60	30	2,75	11,50	7,70	10,00	0,10	30,00	-8,75	-2,30	-2,20
21	60	50	2,75	12,65	7,70	8,30	0,25	10,00	-9,90	-0,60	-1,10
21	60	80	2,75	14,95	7,70	4,80	0,75	-20,00	-12,20	2,90	1,10
21	60	30	2,75	11,50	7,90	10,00	0,10	30,00	-8,75	-2,10	-2,20
21	60	50	2,75	12,65	7,90	8,30	0,25	10,00	-9,90	-0,40	-1,10
21	60	80	2,75	14,95	7,90	4,80	0,75	-20,00	-12,20	3,10	1,10

continua

N	X <sub>1</sub>		X <sub>2</sub>		X <sub>3</sub>		VP	t <sub>T</sub> - t <sub>BR</sub>	S <sub>T</sub> - S <sub>BR</sub>	c <sub>T</sub> - c <sub>BR</sub>	Y
	t <sub>T</sub>	t <sub>BR</sub>	S <sub>T</sub>	S <sub>BR</sub>	c <sub>T</sub>	c <sub>BR</sub>					
22	60	30	2,50	9,00	8,00	10,00	0,10	30,00	-6,50	-2,00	-2,20
22	60	50	2,50	9,90	8,00	8,00	0,25	10,00	-7,40	0,00	-1,10
22	60	80	2,50	11,70	8,00	6,00	0,50	-20,00	-9,20	2,00	0,00
22	60	30	2,00	9,00	7,00	10,00	0,10	30,00	-7,00	-3,00	-2,20
22	60	50	2,00	9,90	7,00	8,00	0,25	10,00	-7,90	-1,00	-1,10
22	60	80	2,00	11,70	7,00	6,00	0,25	-20,00	-9,70	1,00	-1,10
22	60	30	2,50	9,00	7,50	10,00	0,10	30,00	-6,50	-2,50	-2,20
22	60	50	2,50	9,90	7,50	8,00	0,25	10,00	-7,40	-0,50	-1,10
22	60	80	2,50	11,70	7,50	6,00	0,50	-20,00	-9,20	1,50	0,00
23	60	30	3,00	9,00	8,50	10,00	0,25	30,00	-6,00	-1,50	-1,10
23	60	50	3,00	9,90	8,50	8,00	0,50	10,00	-6,90	0,50	0,00
23	60	80	3,00	11,70	8,50	4,00	0,75	-20,00	-8,70	4,50	1,10
23	60	30	2,50	9,00	7,50	10,00	0,10	30,00	-6,50	-2,50	-2,20
23	60	50	2,50	9,90	7,50	8,00	0,25	10,00	-7,40	-0,50	-1,10
23	60	80	2,50	11,70	7,50	4,00	0,75	-20,00	-9,20	3,50	1,10
23	60	30	2,00	9,00	6,50	10,00	0,10	30,00	-7,00	-3,50	-2,20
23	60	50	2,00	9,90	6,50	8,00	0,25	10,00	-7,90	-1,50	-1,10
23	60	80	2,00	11,70	6,50	4,00	0,50	-20,00	-9,70	2,50	0,00
24	60	30	3,50	10,00	9,00	10,00	0,25	30,00	-6,50	-1,00	-1,10
24	60	50	3,50	11,00	9,00	9,00	0,25	10,00	-7,50	0,00	-1,10
24	60	80	3,50	13,00	9,00	6,50	0,50	-20,00	-9,50	2,50	0,00
24	60	30	2,50	10,00	7,00	10,00	0,10	30,00	-7,50	-3,00	-2,20
24	60	50	2,50	11,00	7,00	9,00	0,10	10,00	-8,50	-2,00	-2,20
24	60	80	2,50	13,00	7,00	6,50	0,25	-20,00	-10,50	0,50	-1,10
24	60	30	3,00	10,00	8,50	10,00	0,25	30,00	-7,00	-1,50	-1,10
24	60	50	3,00	11,00	8,50	9,00	0,25	10,00	-8,00	-0,50	-1,10
24	60	80	3,00	13,00	8,50	6,50	0,50	-20,00	-10,00	2,00	0,00
25	60	30	2,00	9,50	7,00	10,00	0,10	30,00	-7,50	-3,00	-2,20
25	60	50	2,00	10,45	7,00	9,00	0,10	10,00	-8,45	-2,00	-2,20
25	60	80	2,00	12,35	7,00	8,00	0,25	-20,00	-10,35	-1,00	-1,10
25	60	30	2,00	9,50	6,00	10,00	0,10	30,00	-7,50	-4,00	-2,20
25	60	50	2,00	10,45	6,00	9,00	0,10	10,00	-8,45	-3,00	-2,20
25	60	80	2,00	12,35	6,00	8,00	0,25	-20,00	-10,35	-2,00	-1,10
25	60	30	1,70	9,50	5,00	10,00	0,10	30,00	-7,80	-5,00	-2,20
25	60	50	1,70	10,45	5,00	9,00	0,10	10,00	-8,75	-4,00	-2,20
25	60	80	1,70	12,35	5,00	8,00	0,25	-20,00	-10,65	-3,00	-1,10
26	60	30	3,00	11,00	8,50	10,00	0,25	30,00	-8,00	-1,50	-1,10
26	60	50	3,00	12,10	8,50	8,50	0,25	10,00	-9,10	0,00	-1,10
26	60	80	3,00	14,30	8,50	4,00	0,75	-20,00	-11,30	4,50	1,10
26	60	30	2,50	11,00	7,50	10,00	0,10	30,00	-8,50	-2,50	-2,20
26	60	50	2,50	12,10	7,50	8,50	0,25	10,00	-9,60	-1,00	-1,10
26	60	80	2,50	14,30	7,50	4,00	0,75	-20,00	-11,80	3,50	1,10
26	60	30	3,00	11,00	8,00	10,00	0,10	30,00	-8,00	-2,00	-2,20
26	60	50	3,00	12,10	8,00	8,50	0,25	10,00	-9,10	-0,50	-1,10
26	60	80	3,00	14,30	8,00	4,00	0,75	-20,00	-11,30	4,00	1,10

continua

## **APÊNDICE E – Resumo dos resultados**

## RESUMO DOS RESULTADOS

<i>Estadística de regressão</i>	
R múltiplo	0,904165404
R-Quadrado	0,817515078
<b>R-quadrado ajustado</b>	<b>0,81513484</b>
Erro padrão	0,514836933
Observações	234

## ANOVA

	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	3	273,1089994	91,03633314	343,4593688	1,20777E-84
Resíduo	230	60,96312555	0,265057068		
Total	233	334,072125			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
<b>Interseção</b>	<b>-1,14651895</b>	0,192995635	-5,940647049	1,04169E-08	-1,526784381	-0,766253518	-1,526784381	-0,766253518
<b>Variável X 1</b>	<b>-0,012017365</b>	0,002717042	-4,422959044	1,50241E-05	-0,017370838	-0,0066663891	-0,017370838	-0,0066663891
<b>Variável X 2</b>	<b>-0,059934124</b>	0,021198378	-2,827297597	0,005107928	-0,101701962	-0,018166286	-0,101701962	-0,018166286
<b>Variável X 3</b>	<b>0,339838532</b>	0,021603524	15,73069908	2,41591E-38	0,297272423	0,382404642	0,297272423	0,382404642

**APÊNDICE F – Média aritmética de custo e comodidade para cada uma das propostas para o modal Trensurb.**

N	Ar condicionado		Maior frequência		Mais assentos por vagão	
	$\$T$	$c_T$	$\$T$	$c_T$	$\$T$	$c_T$
1	2,00	6,00	1,70	5,00	1,70	5,00
2	2,00	5,50	2,00	6,00	2,00	6,00
3	2,00	8,00	1,70	7,00	1,70	5,00
4	1,70	6,00	1,70	6,00	2,50	7,50
5	2,00	8,00	2,50	7,00	2,50	6,00
6	2,50	8,00	2,50	9,00	2,50	8,00
7	1,70	6,00	1,70	5,00	1,70	6,00
8	2,50	7,00	2,20	6,00	2,20	6,50
9	5,00	8,50	3,00	8,00	2,00	7,00
10	2,20	8,00	2,00	7,00	2,00	6,00
11	2,00	7,00	1,90	6,00	1,90	6,50
12	2,15	7,00	1,70	5,00	2,15	7,00
13	2,20	7,50	2,00	7,00	2,00	6,50
14	2,00	7,00	1,70	5,50	1,80	6,50
15	2,00	6,50	2,00	6,00	2,00	6,00
16	2,10	7,50	2,00	6,50	2,10	7,50
17	2,50	7,75	2,00	7,25	2,25	7,50
18	2,00	7,00	2,00	6,50	2,00	6,50
19	2,50	6,00	2,00	5,00	2,00	5,50
20	3,00	9,00	3,00	8,00	3,00	8,50
21	3,00	8,70	2,75	7,70	2,75	7,90
22	2,50	8,00	2,00	7,00	2,50	7,50
23	3,00	8,50	2,50	7,50	2,00	6,50
24	3,50	9,00	2,50	7,00	3,00	8,50
25	2,00	7,00	2,00	6,00	1,70	5,00
26	3,00	8,50	2,50	7,50	3,00	8,00
<b>Média</b>	<b>2,43</b>	<b>7,42</b>	<b>2,14</b>	<b>6,59</b>	<b>2,19</b>	<b>6,71</b>

**APÊNDICE G – Média aritmética de custo e comodidade para cada um dos tempos estipulados para o modal rodovia BR-116.**

N	30 minutos		50 minutos		80 minutos	
	\$ <sub>BR</sub>	c <sub>BR</sub>	\$ <sub>BR</sub>	c <sub>BR</sub>	\$ <sub>BR</sub>	c <sub>BR</sub>
1	8,00	10,00	8,80	7,00	10,40	5,00
2	7,50	10,00	8,25	7,00	9,75	6,00
3	10,00	10,00	11,00	8,00	13,00	7,00
4	8,00	10,00	8,80	7,00	10,40	3,00
5	10,00	10,00	11,00	9,00	13,00	7,00
6	8,50	10,00	9,35	9,00	11,05	3,00
7	12,00	10,00	13,20	7,00	14,00	5,00
8	11,00	10,00	12,10	8,50	14,00	7,00
9	13,00	10,00	14,30	8,00	16,90	6,00
10	10,00	10,00	11,00	8,00	13,00	6,00
11	8,00	10,00	8,80	9,00	10,40	8,00
12	7,50	10,00	8,25	8,00	9,75	5,00
13	8,50	10,00	9,35	8,50	11,05	5,00
14	9,50	10,00	10,45	9,00	12,35	7,00
15	7,00	10,00	7,70	9,50	9,10	8,50
16	7,50	10,00	8,25	7,50	9,75	4,00
17	9,75	10,00	10,73	8,75	12,68	6,25
18	9,00	10,00	9,90	8,00	11,70	4,50
19	10,50	10,00	11,55	9,00	13,65	6,00
20	12,00	10,00	13,20	7,00	15,60	3,00
21	11,50	10,00	12,65	8,30	14,95	4,80
22	9,00	10,00	9,90	8,00	11,70	6,00
23	9,00	10,00	9,90	8,00	11,70	4,00
24	10,00	10,00	11,00	9,00	13,00	6,50
25	9,50	10,00	10,45	9,00	12,35	8,00
26	11,00	10,00	12,10	8,50	14,30	4,00
<b>Média</b>	<b>9,51</b>	<b>10,00</b>	<b>10,46</b>	<b>8,21</b>	<b>12,29</b>	<b>5,60</b>

## **APÊNDICE H – Tabela com dados preliminares**

Usuário	Origem	Destino	Gênero	Idade	Ida	Volta
1	Sapucaia do Sul	Mercado	M	22	08:00	18:15
2	Esteio	Rodoviária	M	55	07:00	18:15
3	Esteio	Aeroporto	M	32	07:00	18:15
4	Esteio	Rodoviária	M	28	07:00	18:00
5	Esteio	Mercado	F	21	07:00	19:00
6	Esteio	Mercado	M	27	07:30	18:30
7	Sapucaia do Sul	Mercado	M	30	07:15	18:00
8	Esteio	Rodoviária	M	29	07:45	18:15
9	Sapucaia do Sul	Mercado	M	31	08:30	18:30
10	Sapucaia do Sul	Farrapos	F	32	08:30	18:30
11	Esteio	Mercado	M	26	08:30	18:30
12	Sapucaia do Sul	Mercado	M	33	09:00	19:00
13	Esteio	Rodoviária	F	39	08:00	18:00
14	Esteio	Farrapos	M	22	07:00	18:15
15	Esteio	Aeroporto	M	24	07:00	18:30
16	Esteio	Aeroporto	M	36	07:00	18:15
17	Sapucaia do Sul	Aeroporto	F	44	07:30	18:15
18	Sapucaia do Sul	Aeroporto	M	45	07:15	18:15
19	Sapucaia do Sul	Farrapos	M	41	08:30	18:00
20	Esteio	Farrapos	M	30	08:30	19:00
21	Esteio	Rodoviária	F	32	08:30	18:30
22	Esteio	Rodoviária	M	30	09:00	18:30
23	Sapucaia do Sul	Mercado	F	27	08:00	18:00
24	Esteio	Mercado	F	25	07:00	18:15
25	Sapucaia do Sul	Rodoviária	M	19	08:45	19:30
26	Esteio	Rodoviária	M	40	08:15	18:00
				<b>31,54</b>	<b>07:49</b>	<b>18:23</b>

+