

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Escola de Engenharia

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - PPGEP

**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**

Ana Maria Volkmer de Azambuja

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - PPGEP, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia.

Área de Concentração: Transportes

Porto Alegre

1995

ESCOLA DE ENGENHARIA
BIBLIOTECA

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

Orientador:

Prof. Luiz Afonso dos Santos Senna
Ph.D. pela University of Leeds

Prof. Juan Luis Mascaró
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Banca Examinadora:

- Prof. Luis Antonio Lindau
Ph.D. pela University of Southampton

-Prof. Helena Beatriz Bettella Cybis
Ph.D. pela University of Leeds

- Prof. Lenise Grando Goldner
Ph.D. pela COOPE - UFRJ

Aos meus pais
e irmãos

AGRADECIMENTOS

A autora agradece a todos aqueles que, direta ou indiretamente, ajudaram na elaboração deste trabalho, e de uma forma muito especial às seguintes pessoas e entidades:

- Ao Prof. Luiz Afonso dos Santos Senna, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFRGS, pela orientação, apoio e amizade;
- Aos Profs. Luis Antonio Lindau e Helena Cybis, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFRGS, pelo apoio;
- Ao CNPq, pelos recursos financeiros durante grande parte do curso;
- Às várias cooperativas de grãos e indústrias de adubo do Rio Grande do Sul, que colaboraram no preenchimentos dos questionários distribuídos, tornando possível a realização deste trabalho;
- Aos Profs. Heitor Vieira e Milton L. P. de Lima, do Curso de Engenharia Civil da Universidade de Rio Grande, pela amizade e apoio.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE SÍMBOLOS	xiii
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivo	1
2 MODELAGEM EM PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES	3
2.1 Introdução	3
2.2 Enfoque Sistêmico para Planejamento de Transportes	3
2.3 Modelos para o Planejamento de Transportes	4
2.3.1 Preliminares para a Modelagem	4
2.3.2 Etapas da Modelagem para o Planejamento de Transportes	5
2.4 Modelo de Geração de Viagens	7
2.4.1 Modelo de Regressão Linear	7
2.5 Modelos de Distribuição de Viagens	8
2.5.1 Modelos de Fator de Crescimento	9
2.5.2 Modelos Gravitacionais ou Sintéticos	10
2.6 Modelos de Divisão Modal	11
2.6.1 Fatores Influenciando a Escolha Modal	11
2.6.2 Modelos Sintéticos	13
2.6.2.1 Modelos de Distribuição e Divisão Modal	13
2.6.2.2 Modelos de Divisão Multimodal	15
2.7 Modelos de Demanda Direta	17
2.8 Alocação	18
2.8.1 Critério de Escolha de Rotas	19
2.8.1.1 Alocação Tudo-ou-nada	20
2.8.1.2 Alocação Puramente Estocástica	20
2.8.1.3 Alocação de Equilíbrio de Wardrop	21
2.8.1.4 Alocação de Equilíbrio Estocástico	21
2.9 Resumo do Capítulo	21
3 O PROCESSO DE DECISÃO DOS USUÁRIOS E O PROBLEMA DA VARIABILIDADE DOS TEMPOS DE VIAGENS	22
3.1 Introdução	22

3.2	O Problema da Variabilidade nos Tempos de Viagem	22
3.3	O Processo de Decisão dos Usuários	24
3.4	Teoria Econômica do Consumidor	25
3.5	A Teoria de Alocação do Tempo	25
3.6	Atitudes de Indivíduos em relação ao Risco	25
3.6.1	Neutralidade ao Risco	26
3.6.2	Aversão ao Risco	26
3.6.3	Propensão ao Risco	27
3.7	Resumo do Capítulo	28
4	MODELOS DESAGREGADOS	29
4.1	Introdução	29
4.2	Propriedades dos Modelos Desagregados	31
4.3	Problemas de Calibração em Modelos Desagregados	32
4.4	Teoria da Utilidade Aleatória	33
4.5	Modelo Logit Multinomial	34
4.6	O Modelo Logit Binário	34
4.7	O Projeto Experimental de Escolha Discreta	35
4.8	Resumo do Capítulo	37
5	TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS PARA A MODELAGEM DA DEMANDA	38
5.1	Introdução	38
5.2	Limitações no Uso da Técnica de Preferência Declarada	38
5.3	Técnica de Preferência Declarada	39
5.3.1	Características da Técnica de Preferência Declarada	42
5.3.2	Observações Feitas em Experimentos Anteriores	45
5.3.3	Técnicas de Análise	45
5.3.4	Fontes de Erros em Modelos de Preferência Declarada	46
5.4	Resumo do Capítulo	47
6	MODELOS PARA ESTIMAÇÃO DO TEMPO DE VIAGEM E DA VARIABILIDADE NOS TEMPOS DE VIAGEM	48
6.1	Introdução	48
6.2	O Modelo Padrã Básico	48
6.3	O Enfoque da Média e Desvio Padrão	49
6.3.1	O Modelo de Jackson e Jucker	49
6.4	A Abordagem da Utilidade Esperada	50
6.4.1	O Modelo Quadrático	50

6.4.1.1 O Modelo Quadrático Padrão (SQM)	51
6.4.2 Modelo da Utilidade Esperada com Variáveis Média e Desvio-Padrão (MUEVDP)	51
6.4.2.1 O Modelo MUEVDP Expandido	53
6.5 Derivando o Valor do Tempo e o Valor da Variabilidade dos Tempos de Viagem para os Modelos Propostos	53
6.5.1 A Abordagem da Média e Variância	54
6.6 O Processo de Escolha	56
6.7 Resumo do Capítulo	57
7 O EXPERIMENTO DE PREFERÊNCIA DECLARADA NO TRANSPORTE DE GRÃOS E ADUBO NO RIO GRANDE DO SUL	58
7.1 Introdução	58
7.2 Escolha dos Produtos	58
7.3 Seleção da População para Entrevistas	59
7.4 Seleção das Variáveis	61
7.5 Montagem dos Questionários	61
7.6 Calibração dos Modelos	67
7.7 Resumo do Capítulo	68
8 APLICAÇÃO PRÁTICA DOS MODELOS DESAGREGADOS	69
8.1 Introdução	69
8.2 Aplicação dos Modelos para os Dados Obtidos	69
8.2.1 Modelo Generalizado de Jackson e Jucker	69
8.2.2 O Modelo MUEVDP	73
8.2.2.1 O Modelo MUEVDP Expandido	75
8.3 Cálculo do Valor Monetário	79
8.3.1 Cálculo do Valor Monetário para o Modelo de Jackson e Jucker	79
8.3.2 Cálculo do Valor Monetário para o Modelo MUEVDP	81
8.3.3 Cálculo do Valor Monetário para o Modelo MUEVDP Expandido	82
8.4 Resumo e Conclusões do Capítulo	84
9 CONCLUSÕES	85
9.1 Da análise	85
9.2 Recomendações para Futuros Trabalhos	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91

ANEXO 1	Questionário Aplicado nas Cooperativas de Grãos e Indústrias de Adubo	94
ANEXO 2	Dados Coletados dos Questionários	113

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1	Curva Logística de Divisão Modal	13
FIGURA 2.2	Curva Logit de Divisão Modal	15
FIGURA 2.3	Estrutura de N-caminhos	15
FIGURA 2.4	Estrutura de Modos Adicionados	16
FIGURA 2.5	Estrutura Hierárquica	17
FIGURA 2.6	Etapa de Alocação de Viagens	19
FIGURA 3.1	Função de Utilidade Esperada para Indivíduos Aversos ao Risco, Neutros ao Risco e Propensos ao Risco	28
FIGURA 8.1	Variação de R^2 com os Vários Valores de β para o Modelo de Jackson e Jucker	70
FIGURA 8.2	Variação de R^2 com os Vários Valores de β para o Modelo MUEVDP	74

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1	Forma geral de uma matriz de viagem bi-dimensional	9
TABELA 2.2	Modelos aplicados para escolha de rotas	20
TABELA 3.1	Comparações entre pares apresentadas por Jackson e Jucker (1982)	23
TABELA 3.2	Os cartões propostos - um exemplo dos cartões apresentados aos entrevistados por Pells (1987)	24
TABELA 7.1	Cartões propostos - um exemplo dos cartões apresentados aos entrevistados	63
TABELA 7.2	Valores da variabilidade de acordo com os tempos médios de viagem para o questionário de pequenas distâncias	65
TABELA 7.3	Valores da variabilidade de acordo com os tempos médios de viagem para o questionário de médias distâncias	66
TABELA 7.4	Valores da variabilidade de acordo com os tempos médios de viagem para o questionário de longas distâncias	66
TABELA 8.1	O modelo de Jackson e Jucker para $\beta=0,25$ e $\beta=0,50$	71
TABELA 8.2	Casos de seleção de variáveis	72
TABELA 8.3	O modelo de Jackson e Jucker para $\beta=1,00$	73
TABELA 8.4	O modelo MUEVDP para $\beta=1,00$	75
TABELA 8.5	O modelo MUEVDP expandido para $\beta=1,00$	76
TABELA 8.6	O modelo MUEVDP expandido para $\beta=1,00$ com a inclusão de algumas variáveis dummy	78
TABELA 8.7	Três cenários de melhorias na operação da ferrovia variando tempos médios de viagem e variabilidade nos tempos médios de viagem para o modelo de Jackson e Jucker	81
TABELA 8.8	Equivalente monetário e probabilidades de escolha para o modelo de Jackson e Jucker	81
TABELA 8.9	Três cenários de melhorias na operação da ferrovia variando tempos médios de viagem e variabilidade nos tempos médios de viagem para o modelo MUEVDP	82
TABELA 8.10	Equivalente monetário e probabilidades de escolha para o modelo MUEVDP	82
TABELA 8.11	Equivalente monetário e probabilidades de escolha para o modelo MUEVDP expandido	83
TABELA 8.12	Equivalente monetário e probabilidades de escolha para o modelo MUEVDP expandido com dummy referente à multas no atraso na entrega do produto	83

TABELA 8.13 Resultados encontrados para os valores equivalente monetário e probabilidades de escolha para as funções de utilidade encontradas para alguns modelos

84

LISTA DE SÍMBOLOS

- $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots$ - parâmetros que descrevem o comportamento de uma função de regressão linear, determinados na calibração do modelo;
- A^k_i - fator de balanceamento para o produto k , para o número de viagens originadas na zona " i ";
- B^k_j - fator de balanceamento para o produto k , para o número de viagens atraídas pela zona " j ";
- BVOT - valor limite (boundary value) do tempo;
- C - tarifa para o transporte da carga de " i " para " j ";
- C_C - custo generalizado da alternativa caminhão;
- C_{ij} - custo generalizado de transportes entre as zonas " i " e " j ";
- C^k_{ij} - custos generalizados de transporte por tonelada do produto k entre as zonas " i " e " j ";
- C_T - custo generalizado da alternativa trem;
- C_{TA} - custo generalizado da alternativa trem azul;
- C_{TV} - custo generalizado da alternativa trem vermelho;
- D_j - número total de viagens atraídas pela zona " j ";
- D^k_j - número total de viagens atraídas na zona " j ", para o produto k ;
- D_1, D_2, \dots, D_5 - variáveis dummy;
- $E(t)$ - valor esperado do tempo de viagem;
- f^n - projeto fatorial com " f " fatores a " n " níveis;
- G_i - produção ou atração de demanda na zona " i " para o fluxo considerado;
- I - orçamento de um indivíduo;
- K - índice do tipo de produto;
- ME - valor monetário equivalente;
- O_i - número total de viagens originadas na zona " i ";
- O^k_i - demanda na zona " j ", do produto k ;
- p - probabilidade de ocorrer determinada viagem em um determinado tempo;
- P_C - probabilidade de escolher a alternativa caminhão;
- PD - preferência declarada;
- P_i - probabilidade de um indivíduo escolher o modo i ;
- P_x - preço de mercado de um determinado bem ofertado;
- P^1_{ij} - proporção de viagens feitas de " i " para " j " pelo modo 1;
- PR - preferência revelada;
- P_{TA} - probabilidade de escolher o trem azul;
- P_{TV} - probabilidade de escolher o trem vermelho;
- R^2 - coeficiente de determinação;
- t - tempo de viagem;
- t_{acc} - tempo de acesso ao veículo;

t_{ij} - tempo de viagem entre "i" e "j";
 t_v - tempo de viagem no veículo;
 t_1, t_2 - diferentes tempos de viagens;
 T_{ij} - número de viagens entre a origem "i" e o destino "j";
 T_{ij}^k - toneladas do produto k movimentadas de "i" para "j";
 U_i - utilidade indireta do produto "i";
 U_{TREM} - utilidade percebida ao utilizar o modo trem entre dois pontos;
 $v[E(t)]$ - valor do tempo médio de viagem;
 vt - valor do tempo de viagem;
 V_i - utilidade aleatória do produto "i";
VOV - valor da variabilidade dos tempos de viagens;
 $V(t)$ - variância dos tempos de viagens;
 t_{ij} - variabilidade dos tempos de viagens entre "i" e "j";
 X_i - bens ofertados;
 X_1, X_2, X_3, \dots - variáveis explicativas de uma função de regressão linear;
 α - parâmetro associado a variável "t" (tempo de viagem) que será calibrado através de regressão linear;
 α_0 - constante da função de utilidade;
 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ - coeficiente relativo a cada atributo da função de utilidade;
 β - valor assumido por um determinado tempo para definir indivíduos avessos ao risco, neutros ao risco ou propensos ao risco;
 β^k - parâmetro de calibração, para o produto k;
 δ - parâmetro para a variável custo;
 ϵ_i - termo de erro associado ao produto "i".
 ϵ' - erros específicos do uso da técnica de preferência declarada;
 $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_5$ - parâmetros associados às variáveis dummy;
 λ - parâmetros da primeira e segunda divisão na estrutura hierárquica em modelos de divisão multimodal;
 $\sigma(t)$ - desvio padrão de um conjunto de tempos de viagens ;
 τ - parâmetro para a variabilidade dos tempos de viagens.

RESUMO

O Rio Grande do Sul é um estado essencialmente agrícola, produzindo uma grande quantidade de grãos (soja, arroz, milho) que abastecem o mercado interno e também são exportados para outros estados ou países. Grande parte desta movimentação se dá, hoje, por rodovia, quando estes produtos, por suas características e volumes, são apropriados para o transporte por ferrovia. Isto acontece porque a ferrovia brasileira vem trabalhando de forma ineficiente no que se refere à manutenção da via e do material rodante, bem como no cumprimento de horários e prazos. Sabe-se, contudo, que a ferrovia pode vir a se tornar um meio de transporte atrativo, no momento em que os problemas enfrentados pela mesma forem resolvidos ou reduzidos.

O presente trabalho tem como objetivo identificar a estrutura de escolha modal dos decisores das cooperativas de grãos e indústrias de adubo, os quais constituem em demanda potencial para a ferrovia.

O processo de compreensão da estrutura de decisão dos usuários atuais e potenciais, indica a utilização de modelos comportamentais e técnicas de coleta de dados que possibilitem a análise de comportamentos frente a situações que possam não ter ainda sido experimentadas pelos usuários. Para tanto, fez-se uso da técnica de Preferência Declarada (ou Stated Preference), que possibilita identificar quais variáveis influenciam na escolha do modo, e assim utilizar os dados obtidos na calibração de modelos comportamentais.

Com a utilização de modelos comportamentais pode-se, ainda, verificar quanto o usuário está disposto a pagar para melhorar um dos atributos identificados para a escolha do modo que transportará a carga. Ainda é possível identificar qual a probabilidade de escolha de cada modo analisado, de acordo com os cenários criados de melhorias na ferrovia.

ABSTRACT

Rio Grande do Sul is a state whose production system is based on agriculture. It produces a large amount of grain (soybean, rice and corn) for internal consumption and export.

Today, road is responsible for most the transport, although the characteristics and volumes of such goods are more appropriated to be transported by rail. The reasons for that are mainly the inefficiency of the rail system regarding maintenance, rolling stock and punctuality and reliability. However, the rail system may be improved by making it more efficient.

The aim of this study is to identify the basis of modal choice of decision-makers in charge of cooperatives logistics.

Behaviour models and stated preference techniques have been identified as the best way for identifying the decision-making framework.

By using behavioural models, it is possible to estimate the value transport users are willing-to-pay for the main attributes. Also, it is possible to estimate the possibility of a specific mode been chosen, depending on the different rail scenarios.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a ferrovia brasileira vem trabalhando de forma ineficiente no que se refere à manutenção da via e do material rodante. A operação da mesma é falha no cumprimento de horários e prazos. Com isto, a rodovia vem ganhando espaço no transporte de grandes volumes de carga, devido a sua flexibilidade no atendimento porta-à-porta e à garantia de menores prazos de entrega.

Sabe-se, contudo, que a ferrovia pode vir a se tornar um meio de transporte atrativo, no momento em que os problemas enfrentados pela mesma forem resolvidos ou reduzidos. Um aspecto que deve ser levado em consideração é a "possibilidade de se trabalhar com um número menor de operadores de transporte junto aos armazéns", em contrapartida ao elevado número observado no caso rodoviário, que é um ponto constantemente levantado pelos usuários do sistema de transporte em favor da modalidade ferroviária. Este é um dos aspectos que uma reformulação da Rede Ferroviária deveria contemplar. Além disso, a ferrovia é um meio de transporte apropriado para grandes volumes de carga, e com sua atuação se pode reduzir o grande fluxo de caminhões que ocorre, por exemplo, em épocas de safra, onde grande parte da soja chega aos portos por rodovia.

1.1 Objetivo

O presente trabalho apresenta os resultados da pesquisa feita junto a um grupo de cooperativas de grãos e indústrias de adubo do estado do Rio Grande do Sul, cujo objetivo é identificar a estrutura de escolha modal dos decisores nas empresas consideradas, os quais constituem em demanda potencial para a ferrovia.

O processo de compreensão da estrutura de decisão dos usuários atuais e dos usuários potenciais, indica a utilização de modelos comportamentais e técnicas de coleta de dados que possibilitem a análise de comportamentos frente a situações que possam não ter ainda sido experimentadas pelos usuários. Para tanto, fez-se uso de técnicas de Preferência Declarada (ou Stated Preference), em que são apresentados diferentes cenários onde o decisor escolhe entre as alternativas propostas. Com o uso desta técnica é possível identificar que variáveis influenciam na escolha do modo e assim utilizar os dados obtidos na calibração de modelos comportamentais.

Com a utilização de modelos comportamentais pode-se, ainda, verificar quanto o usuário está disposto a pagar para melhorar um dos atributos identificados para a escolha do modo que transportará a carga. Ainda é possível identificar a probabilidade de escolha de cada modo analisado, de acordo com cenários criados de melhorias na ferrovia.

A seguir apresenta-se, de forma detalhada, o desenvolvimento deste trabalho e as bases metodológicas que o suportam.

No capítulo 2 são discutidos alguns conceitos fundamentais de modelagem, definindo todas as etapas que fazem parte da mesma: geração de viagens, distribuição de viagens, divisão modal e alocação.

No capítulo 3 é analisada a importância de se considerar a variável variabilidade nos tempos de viagens e como esta pode ser apresentada aos entrevistados no questionário e tratada na calibração dos modelos desagregados. É abordado, ainda, como se dá a decisão do usuário frente a situações de certeza, risco e incerteza.

O capítulo 4 analisa especificamente a etapa de divisão modal. É definido, de forma detalhada, os modelos desagregados.

No capítulo 5 são apresentadas as técnicas de coleta de dados. Entre estas, é detalhada a técnica Preferência Declarada, que será utilizada neste trabalho, colocando suas principais características e os cuidados que devem ser tomados na construção dos questionários que serão distribuídos para as cooperativas e indústrias.

No capítulo 6 são definidos os modelos comportamentais que serão calibrados utilizando os dados obtidos através da técnica de Preferência Declarada.

No capítulo 7 é detalhado o experimento de Preferência Declarada desenvolvido neste trabalho, especificando os produtos escolhidos, a população selecionada para entrevista e a montagem dos questionários.

No capítulo 8 são utilizados os dados coletados através da técnica de Preferência Declarada, para a calibração de modelos desagregados. Ainda é especificada a probabilidade de uma empresa escolher o modo ferroviário, caso este melhore suas características de operação e manutenção, e qual o valor monetário, isto é, quanto uma empresa está disposta a pagar a mais, para poder usufruir deste benefício.

Finalmente, no capítulo 9, são discutidas as principais conclusões alcançadas com o uso da técnica de Preferência Declarada para coleta de dados e estimação de modelos comportamentais.

2 MODELAGEM EM PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

2.1 Introdução

O processo de planejamento dos transportes tem se desenvolvido com o objetivo de aliviar problemas de circulação de veículos, que vem aumentando com o crescimento populacional e, conseqüentemente, a utilização e aquisição de veículos.

O propósito desse processo tem sido reduzir as ineficiências dos sistemas de transportes correntes tais como: congestionamento, atrasos e acidentes e a produzir propostas para investimentos de capital e construção de novas instalações, que melhorarão as condições operacionais dos fluxos estimados.

Para que se possa investir de forma correta em transportes, é fundamental que exista um planejamento sistêmico que envolva todas as modais disponíveis. Este processo inicia-se pela caracterização da área objeto de estudo, que neste trabalho é o estado do Rio Grande do Sul; consideração da malha existente; produtos movimentados e principais fluxos. Ao se distribuir os produtos nos modais e malha disponíveis, de maneira a maximizar a utilização dos mesmos, é possível identificar que modo necessita maior atenção para atender, de forma mais eficiente, a movimentação da carga.

2.2 Enfoque Sistêmico para Planejamento de Transportes

O processo de planejamento de transportes é um conjunto de atividades interligadas, que tem por objetivo melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, nos aspectos relacionados ao funcionamento do sistema de transportes.

Um sistema pode ser definido como um conjunto de partes ou subsistemas interconectados, que apresentam interdependência entre os componentes e seus atributos (Hall, Fagen e Chadwick, In: Novaes, 1982). O sistema de transportes pode ser caracterizado por:

- uma infraestrutura (por exemplo, rede rodoviária);
- um sistema de gerência (isto é, um conjunto de regras como, dirigir corretamente, e estratégias de controle, como sinais de tráfego);
- um conjunto de modos de transporte e seus operadores.

O planejamento deve ser uma atividade contínua que acompanha a evolução do sistema estudado, os problemas enfrentados e a eficácia das soluções adotadas.

Normalmente o processo de planejamento se dá através das seguintes etapas (LOGIT, 1993):

- Identificação dos problemas;
- Delimitação do sistema de interesse;
- Formulação de metas e objetivos para o sistema;
- Geração de alternativas para solução dos problemas identificados;
- Simulação do comportamento do sistema, frente às alternativas consideradas;
- Avaliação das alternativas estudadas;
- Seleção da alternativa que melhor atenda aos objetivos estabelecidos;
- Implantação da alternativa selecionada;
- Acompanhamento da evolução do sistema, visando a identificação de novos problemas.

2.3 Modelos para o Planejamento de Transportes

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, 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.

O papel do planejamento de transportes é reduzir problemas relacionados à demanda, de forma a propiciar uma maior satisfação no deslocamento de pessoas e cargas com diferentes propósitos de viagens, em diferentes períodos do dia e do ano.

2.3.1 Preliminares para a Modelagem

Algumas das atividades mais importantes para modelagem em planejamento de transportes são:

- Definição da área de estudo: através da definição exata da região a ser estudada, têm-se condições de definir os recursos necessários para a obtenção de dados que serão usados para a modelagem e os resultados que se quer alcançar. A área de estudo deve incluir, embora representada em menor grau de detalhe, regiões além de seus limites estritos, para que seja possível verificar sua interação com a área externa.

- Zonamento da área de estudo: a divisão da área de estudo em zonas deve tentar identificar regiões que apresentem características homogêneas em relação à demanda por transporte. A desagregação maior ou menor de cada área dependerá da precisão pretendida em cada parte da área de estudo.

- Levantamento de informações: a questão do levantamento de informações tem um papel fundamental no desenvolvimento e aplicação de modelos para o planejamento de transportes. Em cada etapa do processo de modelagem se requer diferentes tipos de informações.

- Montagem das redes de transportes: a descrição da oferta de transportes é feita através de redes compostas por arcos e nós. Cada arco corresponde a um trecho da rede de transportes existente ou projetada. No caso de uma rede rodoviária regional, os nós serão os principais pontos de acesso a cada rodovia, representada na rede através de arcos conectando esses nós. Para descrever a rede de transportes, cada arco contém informações como: tipo de infraestrutura, comprimento, velocidade ou tempo de percurso, custos e capacidade. Pode-se, também, codificar outras informações dependendo dos objetivos do estudo.

2.3.2 Etapas da Modelagem para o Planejamento de Transportes

Novaes (1986), classifica os modelos de transportes em três tipos básicos:

a) Modelos convencionais empíricos: são os modelos mais tradicionais utilizados em transportes, conhecidos como "modelos quatro etapas". Constituem-se geralmente por quatro sub-modelos aplicados sequencialmente: geração de viagens, distribuição, divisão modal e alocação dos fluxos à rede de transportes.

b) Modelos comportamentais: relacionam as motivações básicas dos usuários com os atributos dos sistemas de transportes. Estes modelos tentam identificar o processo de decisão do usuário, complementando questões não abrangidas pelos modelos convencionais como, por exemplo, se um usuário realizará ou não um determinado deslocamento.

Os modelos comportamentais relacionam os atributos principais dos sistemas de transportes (custo, tempo de viagem, etc) às decisões que podem ser tomadas pelo usuário. Estas relações são enfocadas a partir da teoria do consumidor, associada ao conceito de utilidade.

c) Modelos atitudinais: estes modelos tentam captar as reações dos usuários não percebidas através dos modelos convencionais e comportamentais. Estes partem da suposição

que as atitudes concretas dos indivíduos em relação aos atributos dos sistemas de transportes, nem sempre traduzem corretamente os seus comportamentos, ou seja, ocorre a interferência de números e fatores subjetivos ligados à percepção, aspectos culturais e etc. Por exemplo, os usuários de um determinado modo de transporte podem não perceber as melhorias alcançadas quando um novo sistema de integração é oferecido, não utilizando este novo sistema. Os modelos atitudinais, ao contrário de invalidar os esquemas racionais de decisão nos modelos comportamentais, complementa este processo na medida em que identifica estes fatores subjetivos, auxiliando na decisão.

A seguir é apresentada a estrutura básica para modelagem da demanda e da oferta em sistemas de transportes através de modelos convencionais. Esta estrutura vem sendo adotada a vários anos. Embora melhorias conceituais nas diversas etapas do processo tenham sido incorporadas, este mantém, basicamente, a mesma forma.

Normalmente o processo de modelagem é considerado em quatro etapas distintas (Mello, 1975, Novaes, 1986, Ortúzar e Willumsen, 1990, entre outros). Estas são:

- geração de viagens;
- distribuição de viagens;
- divisão ou escolha modal;
- alocação às redes de transportes.

A etapa de *geração de viagens* é responsável pela definição da demanda total por transportes, que é atribuída a cada zona de tráfego, em função da sua capacidade de produção ou atração de deslocamentos. Como viagem entenda-se o deslocamento de pessoas ou produto de um ponto de origem até um destino por um determinado modo e motivo.

Uma vez estabelecidos os níveis globais da demanda, nos períodos selecionados para análise, realiza-se sua *distribuição*, que corresponde ao número de viagens que ocorrem entre cada par de zonas específico. A partir deste momento é conhecido o padrão espacial da demanda por transporte para cada tipo de fluxo analisado (ex.: cada tipo de grão), representado num conjunto de matrizes de distribuição de viagens. Estas são matrizes quadradas, de dimensão igual ao número de zonas de tráfego (podendo incluir zonas externas à área de estudo).

A etapa seguinte da modelagem, *escolha (ou divisão) modal*, atribui a cada modo de transporte, a parcela provável da demanda que irá absorver. Nesta etapa, devem ser distinguidos os fluxos (ou viagens) que, em função das suas características, são cativos de

certos modos de transporte, daqueles considerados competitivos, ou seja, que podem escolher entre vários modos.

Concluída estas etapas, têm-se a estimativa da demanda por transporte, que fica representada numa série de matrizes de viagens divididas por tipo de produto e modos considerados.

Essas matrizes são então *alocadas às redes* que representam a oferta de transportes. Com o carregamento das redes, se obtém os valores da demanda em cada trecho do sistema de transporte.

Um dos softwares utilizados em modelagem para a análise e o planejamento do transporte regional é o MANTRA - Modelo de Análise e Planejamento Multimodal em Transporte (LOGIT, 1993). Com ele pode-se considerar diversos produtos em diferentes níveis de agregação e simular, por exemplo, políticas de manutenção de rodovias e de operação de ferrovias. O MANTRA auxilia no processo de planejamento estratégico de transportes nas etapas de simulação e avaliação de alternativas para: políticas de investimento, instalação de novas tecnologias, estruturação de redes de transportes, estratégias operacionais, políticas de tarifação e outras.

2.4 Modelo de Geração de Viagens

Nesta etapa da modelagem de transportes define-se a demanda global a ser atendida nos diversos anos-horizonte de um estudo.

O objetivo da aplicação de modelos de geração de viagens é permitir a estimativa, para cada ano-horizonte considerado, das demandas totais produzidas e atraídas em cada zona de tráfego da área de estudo e seu entorno, num dado período de tempo.

O modelo de geração é normalmente constituído por equações que procuram explicar, por exemplo, o total de viagens produzidas numa zona em função de características sócio-econômicas e de uso do solo encontradas na zona. As funções deste tipo são obtidas em geral por meio de regressão múltipla.

2.4.1 Modelo de Regressão Linear

Os modelos de geração baseados em análise de regressão linear múltipla procuram estabelecer uma relação linear entre um conjunto de variáveis explicativas (denominadas independentes) e uma variável que se pretende explicar (denominada dependente), em geral a

produção ou a atração de demanda por zona. A forma geral do modelo é a seguinte (Mello, 1975, Novaes, 1986, Ortúzar e Willumsen, 1990, entre outros):

$$G_i = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + \dots \quad (2.1)$$

onde:

G_i é a produção ou atração de demanda na zona i para o fluxo considerado, expressa em viagens de pessoas, veículos ou toneladas, por unidade de tempo (hora, dia, ano);

X_1, X_2, X_3, \dots são as variáveis explicativas da geração de demanda (ou transformações das variáveis originais com logaritmos, potências, etc);

$a_0, a_1, a_2, a_3, \dots$ são os parâmetros que descrevem o comportamento da demanda, determinados na calibração do modelo por análise de regressão.

2.5 Modelos de Distribuição de Viagens

A distribuição de viagens é o segundo estágio do processo de projeção de demanda. O seu objetivo é estimar os intercâmbios de viagens entre as zonas de tráfego na área de estudo e no seu entorno.

A idéia básica dos procedimentos incorporados em modelos de distribuição é a de que a demanda produzida em cada zona seja "distribuída" entre as zonas de atração. Esta etapa está relacionada à escolha do destino de acordo com o potencial de atração de cada possível zona de destino.

É usual representar o modelo de distribuição de viagem em uma área de estudo por meio de uma matriz de viagens. Esta matriz é, essencialmente, uma ordenação de células onde linhas e colunas representam cada uma das zonas na área de estudo (incluindo zonas externas). As células de cada linha " i " contém as viagens originadas naquelas zonas, que tem como destino as zonas nas colunas correspondentes. A diagonal principal corresponde às viagens intrazonais. Portanto:

T_{ij} : número de viagens entre a origem " i " e o destino " j ";

O_i : número total de viagens originadas na zona i ;

D_j : número total de viagens atraídas pela zona j .

A forma geral de uma matriz de viagem bi-dimensional é:

TABELA 2.1 Forma geral de uma matriz de viagem bi-dimensional

Gerações	Atrações					T_{ij}
	1	2	3	...j	...z	
1	T_{11}	T_{12}	T_{13}	... T_{1j}	... T_{1z}	O_1
2	T_{21}	T_{22}	T_{23}	... T_{2j}	... T_{2z}	O_2
3	T_{31}	T_{32}	T_{33}	... T_{3j}	... T_{3z}	O_3
.						
.						
.						
i	T_{i1}	T_{i2}	T_{i3}	... T_{ij}	... T_{iz}	O_i
.						
.						
.						
z	T_{z1}	T_{z2}	T_{z3}	... T_{zj}	... $T_{z:}$	O_z
T_{ij}	D_1	D_2	D_3	... D_j	... D_z	$T_{ij} = T$

Existem duas classes mais utilizadas de modelos de distribuição, diferenciadas em função do tipo de informação sobre a estrutura da matriz de demanda: Modelos de Fator de Crescimento e Modelos Gravitacionais.

2.5.1 Modelos de Fator de Crescimento

Os Modelos de Fator de Crescimento usam uma matriz atual (ou de um período anterior) como base para realizar a projeção da demanda. Esta matriz é "fatorada" (sucessivamente corrigida) utilizando fatores de crescimento. Estes fatores de crescimento estão baseados em estimativas de produções e atrações em cada zona, da situação base para o ano-horizonte. Nesses casos, a estrutura da matriz base influencia decisivamente na solução final. Dependendo da informação, pode-se usar diferentes métodos de fator de crescimento na estimação de padrões de viagens futuras.

Entre os métodos de fator de crescimento que garantem a consistência da matriz de distribuição estimada, de acordo com a produção e atração de demanda por transporte em cada zona de tráfego, os mais conhecidos são o Método de Fratar e o de Furness.

2.5.2 Modelos Gravitacionais ou Sintéticos

O Modelo Gravitacional foi inicialmente gerado de uma analogia com a lei gravitacional de Newton. Este modelo estima o número de viagens para cada célula da matriz sem usar diretamente a matriz de viagens observada. Este modelos baseiam a estrutura da matriz de distribuição projetada, em informações sobre a oferta de transportes prevista. Esta matriz é descrita, em geral, em termos dos tempos ou custos associados ao deslocamento entre cada par de zonas. É comum se adotar uma combinação destes fatores, denominada genericamente de impedância ou custo generalizado. Este, geralmente, é uma função linear dos atributos da jornada ponderados pelos coeficientes que tentam demonstrar sua importância relativa tal como percebida pelo usuário. Uma possível representação deste custo generalizado, para um modo, seria:

$$C_{ij} = vt * t_{ij} + vv * Vt_{ij} + C \quad (2.2)$$

onde:

C_{ij} é o custo generalizado do transporte entre as zonas "i" e "j";

vt é o valor do tempo de viagem;

t_{ij} é o tempo de viagem entre "i" e "j";

vv é o valor da variabilidade dos tempos de viagem;

t_{ij} é a variabilidade dos tempos de viagem entre "i" e "j";

C é a tarifa para o transporte da carga de "i" para "j".

O custo generalizado consiste em se converter em unidades monetárias todos os parâmetros que entram na função de impedância, atribuindo pesos aos fatores, com base na percepção do usuário em relação aos diversos atributos.

Para o transporte de carga inter-urbano, a forma funcional do modelo gravitacional pode ser:

$$T^k_{ij} = A^k_i B^k_j O^k_i D^k_j \exp(-\beta^k C^k_{ij}) \quad (2.3)$$

onde:

K é um índice do tipo de produto;

T^k_{ij} são toneladas do produto k movimentadas de "i" para "j";

A^k_i, B^k_j são fatores de balanceamento;

O^k_i, D^k_j são a demanda e a oferta para o produto k na zona "i" (ou "j");

β^k são parâmetros de calibração, por produto k;

C^{k}_{ij} são custos generalizados de transporte por tonelada do produto k entre as zonas "i" e "j".

A aplicação dos Métodos de Fator de Crescimento e de Modelos Gravitacionais com a definição de seus respectivos fatores de balanceamento, pode ser encontrada de forma detalhada em referências tais como: Mello (1975), Novaes (1986), Ortúzar e Willumsen (1990), Ulysséa Neto e Lima (1993).

2.6 Modelos de Divisão Modal

A divisão, ou escolha modal, é o estágio final do processo de projeção da demanda por transporte. Seu objetivo é estimar o número de viagens para deslocar um certo volume de um determinado produto entre os pares de zonas de tráfego, para cada modo de transporte analisado.

O resultado obtido na etapa de escolha modal é muito importante para o planejamento de transporte, pois auxilia na criação de programas de ação. Através da escolha modal pode-se verificar que modo é mais utilizado para o deslocamento de uma determinada carga e, assim, perceber se o mesmo está atendendo de forma eficiente a movimentação deste produto. Quando isto não ocorrer, pode-se criar programas de ação para melhorias naquele respectivo modo.

Para se estimar os modelos de divisão (ou escolha) modal são utilizadas informações sobre a distribuição e as características da demanda e da oferta de transportes. As matrizes de distribuição da demanda, para cada tipo de fluxo (por exemplo: tipo de produto), são "divididas" em diversas outras matrizes, uma para cada modo disponível.

2.6.1 Fatores Influenciando a Escolha Modal

Os fatores que influenciam na escolha modal podem ser classificados em três grupos (LOGIT, 1993):

- atributos do deslocamento;
- atributos do usuário;
- atributos do sistema de transporte.

Os atributos do deslocamento para transporte de mercadorias referem-se a:

- tipo do produto (ex.: valor, perecibilidade, manuseio);
- período de realização da viagem (ex.: safra ou entre-safra);

- tamanho e frequência dos despachos;
- distância da viagem.

Com relação aos atributos dos usuários para transporte de mercadorias, alguns dos mais importantes são:

- estrutura logística;
- capacidade de armazenagem;
- extensão geográfica do mercado;
- condição de acesso ao modo (terminais ferroviários, portos, serviços de coleta e distribuição).

Quanto às características da oferta de transporte disponível para o deslocamento de mercadorias, pode-se distinguir:

- custo de viagem (frete ou custo operacional dos veículos);
- custos de carga/descarga e transbordo;
- custos de seguro, armazenagem, juros;
- tempo no veículo;
- tempo de carga/descarga, transbordo, espera;
- segurança da carga (roubo, acidentes, efeitos climáticos);
- regularidade e confiabilidade.

Um bom modelo de escolha modal deve incluir os elementos mais importantes dentre estes fatores.

Os modelos de escolha modal podem ser agregados quando se baseiam em informações zonais (e inter-zonais). Pode-se ter também modelos desagregados, caso sejam baseados em dados individuais e/ou baseados no domicílio.

A repartição intermodal do tráfego pode ser feita após a etapa de geração de viagens e antes da distribuição. Este método considera as diferentes características dos produtos para estimar a divisão modal, não levando em consideração o destino, as características da jornada e os modos utilizados na estimação dos modelos. Este tipo de modelo, no entanto, é insensível à decisões políticas, não existindo nada que o tomador de decisões possa fazer para influenciar a escolha modal (por exemplo, mudanças no uso de um modo para outro). Estas influências não teriam efeito sobre a divisão modal para estes modelos de viagens.

Os modelos de divisão modal podem ser aplicados, também, após a etapa de distribuição. Assim é possível incluir as características das jornadas e dos modos alternativos disponíveis. Contudo, torna-se mais difícil a inclusão das características dos usuários, pois estas possivelmente já estão agregadas na matriz (ou matrizes) de viagem. Segundo Novaes (1986), entre as funções utilizadas nestes modelos de divisão modal, se encontram a função logística e a logit. A função logística gera uma curva "S". Esta curva, de forma "S", mostra a proporção de viagens por modo, pela diferença do Custo Generalizado das alternativas em questão. Uma limitação importante destes modelos é que só podem ser usados para matrizes de viagens de usuários que possuem a escolha do modo disponível. Além disso, como os modelos são agregados, provavelmente não possam modelar corretamente as restrições e características dos modos disponíveis para domicílios individuais.

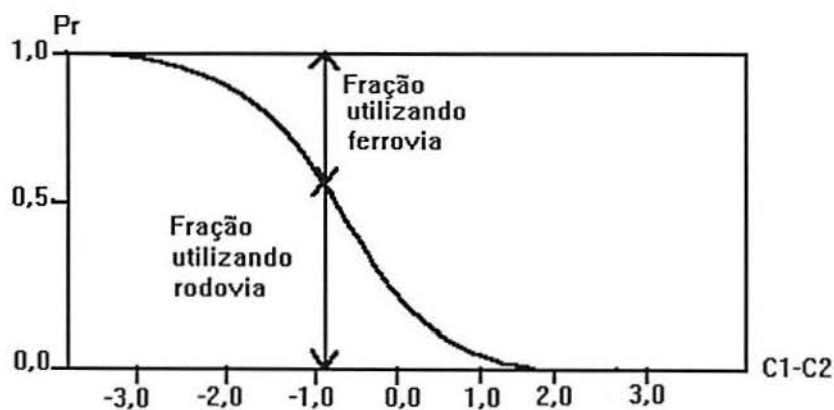


FIGURA 2.1 Curva Logística de Divisão Modal

Fonte: Novaes (1986)

2.6.2 Modelos Sintéticos

2.6.2.1 Modelos de Distribuição e Divisão Modal

A abordagem de maximização da entropia pode ser usada para gerar modelos de distribuição e escolha modal simultaneamente. Para isso é necessário lançar o problema de maximização de entropia para, por exemplo, dois modos, como a seguir:

$$\text{Max } \log W \{T^{k}_{ij}\} = - \sum_{ijk} (T^{k}_{ij} \log T^{k}_{ij} - T^{k}_{ij}) \quad (2.4)$$

sujeito a

$$\sum_{jk} T^{k}_{ij} - O_i = 0 \quad (2.5)$$

$$\sum_{ik} T^{k}_{ij} - D_j = 0 \quad (2.6)$$

$$\sum_{ijk} T^{k}_{ij} C^{k}_{ij} - C = 0 \quad (2.7)$$

Isto leva a equação 2.3, apresentada anteriormente:

$$T^{k}_{ij} = A_i O_i B_j D_j \exp(-\beta C^{k}_{ij})$$

Para definir a proporção de viagens obtidas por um modo:

$$P^{1}_{ij} = \frac{T^{1}_{ij}}{T_{ij}} = \frac{\exp(-\beta C^{1}_{ij})}{\exp(-\beta C^{1}_{ij}) + \exp(-\beta C^{2}_{ij})} \quad (2.8)$$

onde:

P^{1}_{ij} é a proporção de viagens feitas de "i" para "j" pelo modo 1.

Esta forma funcional é conhecida como "Logit" e será discutida com maiores detalhes no capítulo 4.

Algumas das propriedades do modelo Logit são:

- ele gera uma curva "S";
- se $C_1 = C_2$, então $P_1 = P_2 = 0.5$;
- se $C_2 \gg C_1$, então P_1 tende a 1,0;
- o modelo pode facilmente ser expandido a múltiplos modos. Assim:

$$P^{1}_{ij} = \frac{\exp(-\beta C^{1}_{ij})}{\sum_k \exp(-\beta C^{k}_{ij})} \quad (2.9)$$

Nesta formulação β tem uma dupla função. Ele age como um parâmetro de controle de dispersão na escolha modal e também na escolha entre destinos de acordo com os custos generalizados em cada deslocamento.

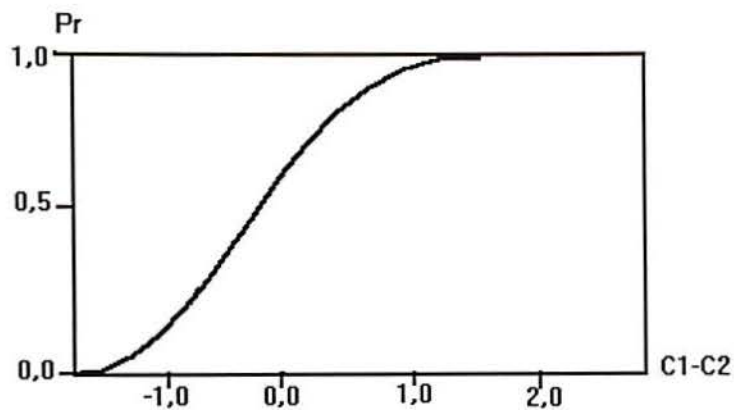


FIGURA 2.2 Curva Logit de Divisão Modal

Fonte: Ortúzar e Willumsen (1990)

2.6.2.2 Modelos de Divisão Multimodal

A estrutura de N-caminhos (envolvendo mais do que 2 modos), se tornou muito popular em trabalhos com modelos desagregados. Contudo, devido a esta estrutura assumir que todas as alternativas têm pesos iguais, ela pode levar a problemas. Estes ocorrem quando, por exemplo, analisando-se três opções, duas são muito semelhantes em relação a terceira opção.

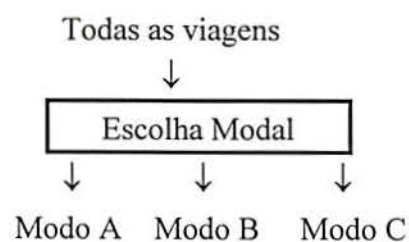


FIGURA 2.3 Estrutura de N-caminhos

Fonte: Ortúzar e Willumsen (1990)

Segundo o exemplo apresentado em Ortúzar e Willumsen (1990), adaptado para o caso do transporte de carga, pode-se dizer que uma cooperativa de grãos transporta 50% de sua

carga através de caminhões e 50% por trem. Isto significa que $C_T = C_C$. Supondo que a Rede Ferroviária, na tentativa de fazer marketing, decida pintar metade de sua frota de azul e a outra metade de vermelho, mantendo o mesmo nível de serviço anterior. Isto significa que $C_{TA} = C_{TV}$, e o modo caminhão continua com o seu valor igual a C_C . Assim o modelo prevê:

$$P_C = \frac{\exp(-\beta C_C)}{\exp(-\beta C_C) + \exp(-\beta C_{TA}) + \exp(-\beta C_{TV})} = 0,3$$

P_C é a probabilidade de escolher a alternativa caminhão;

C_C é o custo generalizado da alternativa caminhão;

C_T é o custo generalizado da alternativa trem;

C_{TA} é o custo generalizado da alternativa trem azul;

C_{TV} é o custo generalizado da alternativa trem vermelho.

O valor de P_C deveria continuar igual a 0,5 e o trem dividir a outra metade do mercado entre trens azuis e vermelhos. Isto mostra que a estrutura de N-caminhos apresenta problemas quando é analisada opções correlacionadas.

A estrutura de "Modos Adicionados", pode dar diferentes resultados dependendo do modo que é adicionado. Além disso, a melhor forma de adicionar o modo nesta estrutura no ano-base, não é, necessariamente, a melhor forma para um ano futuro, se for levado em consideração, por exemplo, mudanças políticas.

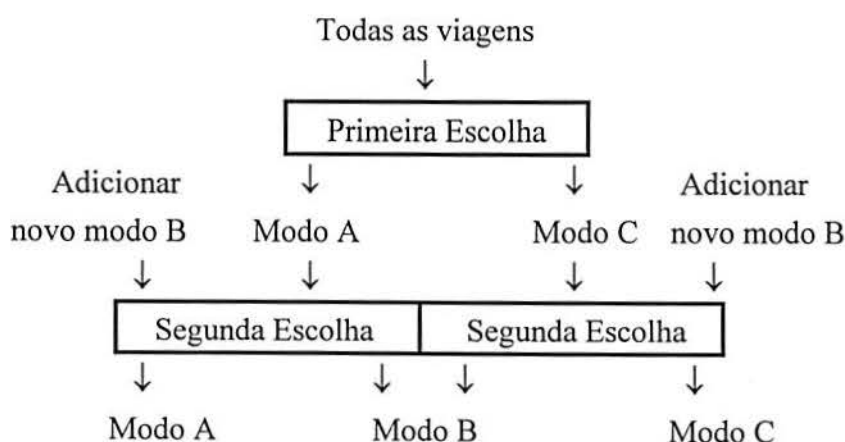


FIGURA 2.4 Estrutura de Modos Adicionados

Fonte: Ortúzar e Willumsen (1990)

Na estrutura Hierárquica ou Aninhada, as opções que possuem elementos comuns (são mais similares ou correlacionadas) são unidas na primeira divisão. Após, estas opções são subdivididas em uma segunda divisão.

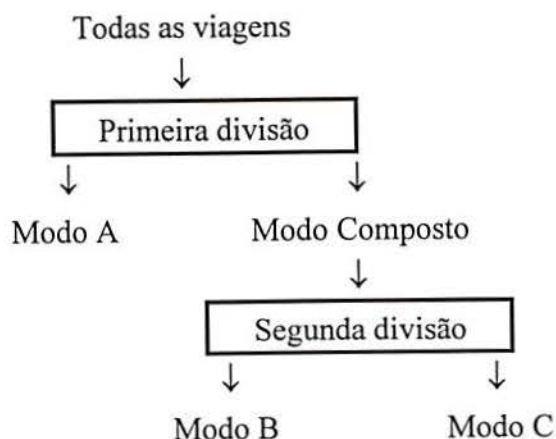


FIGURA 2.5 Estrutura Hierárquica

Fonte: Ortúzar e Willumsen (1990)

O modelo de estrutura hierárquica para o exemplo anterior tem a seguinte expressão:

$$P_C = \frac{1}{1 + \exp\{-\lambda_1(C_T - C_C)\}} \quad (2.10)$$

$$P_{TA} = \frac{1}{1 + \exp\{-\lambda_2(C_{TV} - C_{TA})\}} \quad (2.11)$$

$$P_{TV} = 1 - P_{TA} \quad (2.12)$$

onde:

$$C_T = -\frac{1}{\lambda_2} \log[\exp(-\lambda_2 C_{TA}) + \exp(-\lambda_2 C_{TV})] \quad (2.13)$$

P_C é a probabilidade de escolher o caminhão;

P_{TA} é a probabilidade de escolher o trem azul;

P_{TV} é a probabilidade de escolher o trem vermelho;

λ são os parâmetros da primeira e segunda divisão.

2.7 Modelos de Demanda Direta

A abordagem sequencial convencional assume a estimação de modelos utilizando suas várias etapas de forma bem definida. Uma abordagem alternativa é desenvolver um único modelo considerando geração de viagens, distribuição e escolha modal. Isto é muito atrativo, pois evita alguns problemas da abordagem sequencial, como erros que ocorrem em modelos gravitacionais do tipo: erros no número total de viagens e número de viagens intra-zonais. Um

modelo de demanda direta, como é calibrado simultaneamente para os três sub-modelos, não sofre desta desvantagem.

A aplicação destes modelos está detalhada em Ortúzar e Willumsen (1990).

2.8 Alocação

A alocação do tráfego, ou carregamento da rede, finaliza o processo de modelagem do sistema de transportes. Nesta etapa é realizada a interação entre a demanda, representada nas matrizes de viagens resultantes da divisão modal, e a oferta, descrita pela rede multimodal de transportes.

O objetivo principal da alocação de tráfego é obter as estimativas de fluxo de veículos, associadas à condição de desempenho em cada arco da rede de transportes. Entenda-se por "rede de transporte" todos os trechos de vias onde poderão ocorrer viagens.

É comum utilizar, na análise de sistemas de transporte regional, procedimentos para alocação de tráfego mais simples do que os adotados para o transporte urbano, pois, no primeiro sistema, não são freqüentes os problemas de saturação das redes. Outro fator diferenciador refere-se à estimativa de fluxos, que geralmente não é feita para uma hora de pico, mas sim para um dia inteiro.

O processo de alocação básico é ilustrado, esquematicamente na figura 2.6. As duas entradas essenciais são uma "matriz de viagens", T_{ij} , especificando a demanda para viagens entre as zonas "i" e "j" e uma rede codificada sobre a qual as viagens serão alocadas. A rede pode ser codificada definindo-se tempos de deslocamentos e custos, por exemplo, de manutenção e operação em cada trecho da mesma.

A "seleção da rota" é a etapa onde se dá a escolha de uma série de "rotas" ou "caminhos" através da rede e se alocam viagens para estas rotas.

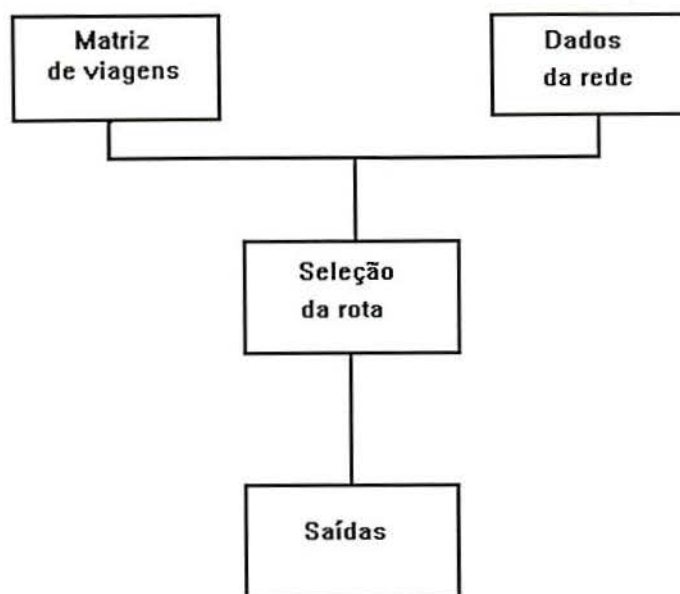


Figura 2.6 Etapa de Alocação de Viagens

Fonte: Cybis (1989)

Os tipos de informações podem ser extremamente variados, mas geralmente os mais comuns são os fluxos nos trechos da rede e os tempos de viagens. Contudo, o principal propósito da inclusão da caixa "saídas" na figura 2.6 é enfatizar que podem surgir erros no número de viagens nos trechos da rede. Estes erros surgem de três causas muito gerais, que são erros na matriz de viagens, erros na codificação da rede e em simplificações no critério de seleção da rota utilizado. Quando existe um número errado de viagens, ou a rede não inclui todas as rotas disponíveis, então dificilmente pode-se esperar que os fluxos sejam corretos.

2.8.1 Critério de Escolha de Rotas

Como no processo de escolha de rota nem todos os usuários escolhem o mesmo caminho entre um par origem-destino, pode-se identificar alguns fatores que influenciam esta decisão. Estes fatores, de uma maneira geral, podem ser agrupados em duas categorias principais:

- os usuários têm diferentes percepções sobre o que constitui uma rota ótima;
- o congestionamento e a capacidade física de rodovias limita o número de viagens ao longo de certas rotas.

Considerando que o "custo generalizado de viagem" representa uma medida razoável para a percepção pelos usuários, da melhor rota, a aplicação dos modelos de alocação se dá através da identificação da rota que possui o menor custo. Com isto pode-se especificar dois princípios básicos de modelos de alocação:

- com efeitos estocásticos;
- com restrições de capacidade.

Os efeitos estocásticos surgem devido às diferentes formas de percepção dos usuários em relação aos custos nos trechos da rede. Estes consideram que as suposições de restrições de capacidade estão diretamente relacionadas aos fluxos de tráfego, que por sua vez, estão estritamente ligados aos custos e especialmente aos tempos de viagem. Embora, na realidade, ambos os efeitos operem juntos e um modelo ideal deveria levar ambos em consideração, na prática, pode-se citar quatro diferentes categorias de modelos que podem ser recomendados, de acordo com as circunstâncias.

TABELA 2.2 Modelos aplicados para escolha de rotas

		Considerando efeitos estocásticos	
		Não	Sim
Considerando restrição de capacidade	Não	Alocação tudo-ou-nada	Estocástico puro
	Sim	Equilíbrio	Equilíbrio c/ estocástico

Fonte: Cybis (1989)

2.8.1.1 Alocação Tudo-ou-Nada

Na alocação tudo-ou-nada, é assumido que todos os usuários percebem os custos de viagem de uma maneira idêntica, e que estes custos são fixos independente dos fluxos. Assim todos os usuários de "i" para "j" escolhem a mesma rota. Em certas circunstâncias tais suposições são provavelmente justificadas, por exemplo, em uma rede relativamente esparsa de rodovias rurais não congestionadas.

2.8.1.2 Alocação Puramente Estocástica

Quando é mantida a suposição de custo independente do fluxo, mas é permitido que os usuários individuais difiram em sua percepção de custos, tem-se um modelo de rota "puramente estocástico". Os custos independentes do fluxo ocorrem, em geral, em rotas com fluxos baixos.

A diferença entre os modelos estocásticos e os modelos tudo-ou-nada, é que os primeiros buscam distribuir os usuários através de uma gama de diferentes rotas entre cada par "i, j".

2.8.1.3 Alocação de Equilíbrio de Wardrop

Quando as variações estocásticas são ignoradas e as restrições de capacidade são permitidas, está se requerendo uma alocação que satisfaça uma primeira condição de equilíbrio formalmente enunciada por John Wardrop em 1952, In: Cybis (1989):

"O tráfego se adapta por si só em redes congestionadas de forma que todas as rotas usadas entre vários pares O-D tem custos mínimos e iguais, enquanto todas as rotas não usadas tem custos iguais ou maiores que o custo mínimo de viagem".

2.8.1.4 Alocação de Equilíbrio Estocástico

Como mencionado, o equilíbrio Wardrop (ou equilíbrio de uso-ótimo, sob o ponto de vista do usuário) é baseado na suposição implícita que todos os usuários percebem custos de uma maneira idêntica. Para definir equilíbrio estocástico, cada usuário escolhe a rota que minimize seu próprio custo de viagem percebido. Percebe-se, assim, que tanto o equilíbrio de Wardrop e alocações puramente estocásticas representam casos extremos de "equilíbrio de uso-ótimo" onde, respectivamente, a variabilidade na percepção de custo é zero ou os custos nos trechos da rede são fixos.

Todos estes modelos de escolha de rota podem ser encontrados de forma detalhada em Cybis (1989).

2.9 Resumo do Capítulo

Este capítulo abordou, de forma geral, as principais etapas para modelagem em planejamento de transportes. O intuito foi mostrar como se dá este processo. No entanto, este trabalho se restringe à estimar uma função de divisão modal que atenda o papel inerente a cada modo de transporte, neste caso ferroviário e rodoviário.

O próximo capítulo mostra como se dá a decisão do usuário frente a situações de risco. Também é abordada a forma como a variável confiabilidade dos tempos de viagens pode ser tratada, já que a mesma será identificada, no capítulo 7, como uma das variáveis consideradas no processo de decisão do usuário.

3 O PROCESSO DE DECISÃO DOS USUÁRIOS E O PROBLEMA DA VARIABILIDADE DOS TEMPOS DE VIAGEM

3.1 Introdução

A redução nos tempos de viagem é um aspecto muito importante na análise de custo-benefício no setor transportes, pois influencia na alocação de recursos destinados a este setor. Em investimentos ferroviários e rodoviários uma parte substancial dos benefícios totais medidos retornam na forma de economia no tempo. Na Grã-Bretanha, por exemplo, uma parte substancial dos benefícios totais (aproximadamente 80%) de investimentos em rodovias e ferrovias advém da redução de tempos de viagem (Senna,1994b).

Os benefícios obtidos através da economia dos tempos de viagem, no entanto, são, normalmente, apenas relacionados aos tempos de viagem esperados (médios), e vários benefícios que poderiam ser obtidos na redução da variabilidade dos tempos de viagem são completamente ignorados. Pode-se alcançar melhorias no setor transportes considerando, simultaneamente, reduções nos tempos de viagem (tempos de viagem médios) e aumento na confiabilidade dos serviços ofertados. Existem vários casos onde a variabilidade nos tempos de viagem pode ser reduzida, sem uma correspondente redução nos tempos médios de viagem (por exemplo, maior confiabilidade nos prazos de entrega de produtos transportados). A ausência de análise da variabilidade dos tempos de viagem, em relação aos benefícios na economia dos tempos de viagem, pode ser uma deficiência séria destes estudos (Senna,1994b).

A literatura registra um número significativo de estudos que estimam o valor do tempo de viagem; por exemplo, Bruzelius (1979) e MVA, ITS e TSU (1987). Muito da literatura existente utiliza estudos de caso no transporte de passageiros, mas existem também trabalhos especificamente voltados para o transporte de carga, como por exemplo, Fowkes, Nash e Tweddle (1989).

3.2 O Problema da Variabilidade nos Tempos de Viagem

A medida de variabilidade foi associada por Jackson e Jucker (1982), ao conceito de "possíveis atrasos", isto é, atrasos que podem ocorrer devido a acidentes, congestionamentos, etc.

Estudos prévios sugerem diferentes formas de apresentação da idéia de variabilidade do tempo de viagem aos entrevistados.

Do ponto de vista da modelagem, a variabilidade do tempo de viagem pode ser tratada com algumas medidas de dispersão, tais como: desvio padrão, variância ou coeficiente de variação. Contudo, para os entrevistados, as questões precisam ser colocadas de forma clara e própria.

Jackson e Jucker (1982) trataram a variabilidade pedindo aos entrevistados que considerassem dois aspectos: primeiro que não poderiam mudar a rota para evitar atrasos; segundo, que não poderiam prever quando os atrasos ocorreriam. As dimensões de variabilidade foram, então, relacionadas ao tamanho e à frequência. As frequências, para representar a idéia de variabilidade do tempo de viagem, foram consideradas como: uma vez por semana, uma vez a cada duas semanas e uma vez por mês. Um exemplo de alternativas de viagens por motivo trabalho é mostrado na tabela 3.1. Jackson e Jucker apresentaram aos entrevistados vários cartões, contendo diferentes níveis de tempos usuais e diferentes níveis de possíveis atrasos.

TABELA 3.1 Comparações entre pares apresentadas por Jackson e Jucker (1982)

Cartão		Alternativa 1	Alternativa 2
1	Tempo Usual	30 minutos	20 minutos
	Atrasos possíveis	nenhum	5 minutos por semana

Jackson e Jucker encontraram uma forma de representação muito simples de tendência central para um conjunto de tempos de viagens. A variabilidade do tempo de viagem é expressa por uma medida de dispersão (variância).

O experimento de Jackson e Jucker reflete a suposição que:

$$U = \alpha_1 E(t) + \alpha_2 [\sigma(t)]^2 \quad (3.1)$$

onde:

U é a utilidade da alternativa analisada;

E(t) é o valor do tempo de viagem esperado;

$[\sigma(t)]^2$ é o valor da variância dos tempos de viagem;

α_1, α_2 são parâmetros de calibração.

Bates, Dix e May (1987) desenvolveram um experimento baseado em três variáveis: tempo de partida, duração da jornada (média) e variabilidade do tempo de viagem (medida pelo desvio padrão da distribuição de duração da jornada, dado um tempo de partida).

Johnston, Bates e Roberts (1989) também descreveram este experimento. Embora a proposta original deste estudo era basear a análise sobre a média e desvio padrão do tempo de jornada, a decisão final foi pela apresentação aos entrevistados dos seus "tempos usuais" (conforme sua distribuição) e um "tempo de viagem ruim" (acontecendo uma vez a cada quinze dias em média). Esta abordagem é muito similar à abordagem apresentada por Jackson e Jucker.

Um experimento alternativo é apresentado por Benwell e Black (1984). Eles fazem uma distinção entre confiabilidade e pontualidade para uma amostra de usuários, por exemplo, da ferrovia. A confiabilidade é definida como o número de atrasos associado à probabilidade de ocorrência. A pontualidade é definida como a "chegada no tempo", ou a probabilidade de chegar pontualmente.

Outro estudo importante encontrado na literatura é o de Pells (1987), onde a abordagem é baseada nas hipóteses de margem de segurança. Ele desenvolveu dois experimentos, um considerando custos e tempos de chegadas mais cedo, e outro levando em conta custos e tempos de chegadas mais tarde. Um exemplo do experimento, que testa a possibilidade de chegada mais cedo, é apresentado na tabela 3.2.

TABELA 3.2 Os cartões propostos - um exemplo dos cartões apresentados aos entrevistados por Pells (1987)

Cartão	Alternativa 1	Alternativa 2
1	20 min mais cedo todos os dias Custo: 40 pences por dia	15 min mais cedo todos os dias Custo: 50 pences por dia

A apresentação da variabilidade do tempo de viagem aos entrevistados, sugerida nesta dissertação, tem muito em comum com o experimento de Jackson e Jucker e foi desenvolvida por Senna (1994a).

3.3 O Processo de Decisão dos Usuários

No mundo real, as decisões de viagens são tomadas em condições de risco, isto é, os usuários não têm, a priori, um conhecimento se uma carga que está sendo transportada chegará no prazo previsto ou se ocorrerão grandes atrasos.

Em geral, os usuários não conhecem, com certeza, as conseqüências de suas escolhas. No máximo, podem atribuir probabilidades para um valor esperado de tempos de viagem. Se o usuário conhece a probabilidade associada a um resultado, gera-se uma "situação de risco".

Se o usuário não conhece a probabilidade, cria-se uma "situação de incerteza". Neste trabalho são analisadas situações de risco.

3.4 Teoria Econômica do Consumidor

A teoria econômica clássica do consumidor é baseada na hipótese de que o homem é um ser racional. O consumidor deve escolher, dentre as alternativas, aquela em que, a satisfação derivada do consumo de bens é a maior possível, dependendo das restrições impostas pelos recursos disponíveis.

As escolhas de indivíduos podem ser tomadas sob condições de certeza, quando conhecem os resultados de suas ações, ou sob condições de risco, onde conhecem as probabilidades atribuídas aos resultados.

3.5 A Teoria de Alocação do Tempo

De acordo com Ben-Akiva e Lerman (1985), o uso comum do termo "comportamento racional" é baseado na convicção de um observador sobre o resultado que uma decisão deve trazer. Assim, uma pessoa racional tenta maximizar a utilidade (U) de acordo com os bens oferecidos (X_i), os preços de mercado (P_x) e as restrições no orçamento (I) considerando um dado período de tempo.

Segundo MVA, ITS e TSU (1987) a função acima, pode ser escrita como:

$$\text{Max}U = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

sujeito a,

(3.2)

$$P_1X_1 + P_2X_2 + \dots + P_nX_n \leq I$$

3.6 Atitudes de Indivíduos em relação ao Risco

Em transportes, é possível apresentar a abordagem de utilidade esperada mostrando como o comportamento do indivíduo pode diferir em presença do risco. Assim, o indivíduo pode ser definido como avesso ao risco (não gosta do risco), propenso ao risco (aceita o risco), ou neutro em relação ao risco (indiferente ao risco).

Assumindo que a incerteza nos tempos de viagem pode ser comparada a uma loteria, os indivíduos ganham quando um tempo de viagem é menor do que o tempo de viagem esperado.

O valor esperado da loteria é o somatório dos resultados, cada um multiplicado por sua probabilidade (p) de ocorrência. Pode ser escrito como:

$$E(t) = pt_1 + (1-p)t_2 \quad (3.3)$$

onde t_1 e t_2 são diferentes tempos de viagem. A figura 3.1 apresenta uma visão geral da função de utilidade esperada para indivíduos avessos ao risco, neutros ao risco e propensos ao risco.

3.6.1 Neutralidade ao Risco

Um indivíduo é dito neutro em relação ao risco, se ele iguala o valor esperado da loteria e a utilidade do valor esperado, isto é:

$$U[pt_1 + (1-p)t_2] = pU(t_1) + (1-p)U(t_2) \quad (3.4)$$

Esta condição mostra que o indivíduo está somente interessado no valor do tempo esperado e é totalmente indiferente ao risco. Se uma função de (des)utilidade é especificada por:

$$U = \alpha t^\beta \quad (3.5)$$

onde:

α é o parâmetro associado a variável "t" (tempo de viagem) que será calibrado através de regressão linear;

t é o tempo de viagem;

β toma o valor de 1 para indivíduos neutros ao risco.

Esta função é normalmente utilizada em estudos de escolha discreta, e é representada pela linha reta (B) na figura 3.1.

3.6.2 Aversão ao Risco

Um indivíduo é dito ser avesso ao risco, se a utilidade do valor esperado dos resultados é menor do que o valor esperado da utilidade. Portanto,

$$U[pt_1 + (1-p)t_2] < pU(t_1) + (1-p)U(t_2) \quad (3.6)$$

Isto implica que o indivíduo prefere um "resultado certo" para a loteria.

Se a equação 3.6 é válida para todos os valores entre $0 < p < 1$ e todos t_1 e t_2 dentro do domínio da função de utilidade, para o caso dos indivíduos avessos ao risco, a função é representada pela linha C na figura 3.1, onde $\beta > 1$ na equação 3.5.

É possível dizer que o indivíduo avesso ao risco não toma parte em situações desfavoráveis ou pouco prováveis. Se as penalidades por atrasos são altas, ele está disposto a pagar um prêmio alto para se assegurar contra alguma possibilidade de atraso.

3.6.3 Propensão ao Risco

Um indivíduo é dito propenso ao risco relativo a um tempo de viagem incerto, se a utilidade de seu valor esperado é maior do que o valor esperado da utilidade. Assim,

$$U[pt_1 + (1-p)t_2] > pU(t_1) + (1-p)U(t_2) \quad (3.7)$$

Esta condição implica que o indivíduo prefere um resultado incerto (desde que seja um ganho provável) do que um certo com o mesmo valor esperado. A função de utilidade é representada pela linha A na figura 3.1.

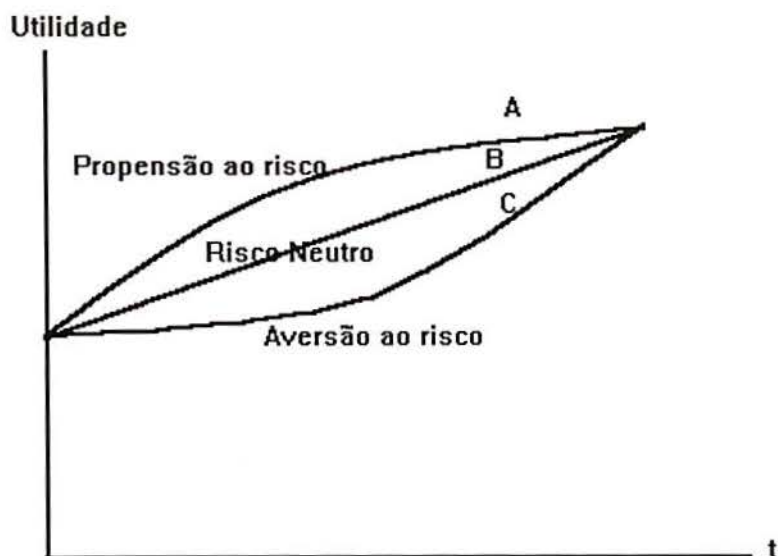


FIGURA 3.1 Função de Utilidade Esperada para Indivíduos Aversos ao Risco, Neutros ao Risco e Propensos ao Risco

Fonte: Senna (1994a)

3.7 Resumo do Capítulo

Neste capítulo foi abordado o problema da variabilidade dos tempos de viagem, e a forma como esta pode ser incluída nas funções de utilidade.

Ainda foi mostrado como se dá o processo de decisão de indivíduos frente a situações de risco, já que estas devem ser incluídas em modelos de escolha discreta.

No próximo capítulo discute-se, de forma mais detalhada, os modelos de escolha discreta.

4 MODELOS DESAGREGADOS

4.1 Introdução

Os modelos de Escolha Modal podem ser agregados, caso se baseiem em informações zonais (e inter-zonais), ou desagregados, quando baseados em dados individuais.

Originalmente, estes modelos foram desenvolvidos e aplicados ao processo de decisão sobre a escolha do modo de transporte, particularmente na área de transportes urbanos. Ao longo do tempo, o uso destes modelos foi estendido a outras decisões de transporte como escolha de destino, rota, frequência e período de realização de viagens, cujas características fossem a escolha de um elemento pertencente a um conjunto discreto de alternativas (modelos desagregados ou de escolha discreta).

Embora o desenvolvimento desses modelos esteja calcado em teorias que têm por base o comportamento de um indivíduo, suas aplicações podem ser estendidas para o caso do transporte de carga. Neste caso, o indivíduo é uma firma ou pessoa responsável pela escolha do modo de transporte utilizado para trazer sua matéria-prima ou distribuir seus produtos. O modelo de escolha modal frequentemente utilizado para estes casos é uma formulação Logit Multinomial baseada em custos generalizados.

Segundo Ortúzar e Willumsen (1990), o princípio básico dos modelos de escolha discreta é: "a probabilidade de um indivíduo fazer uma certa opção é função de suas características sócio-econômicas e da atratividade da alternativa em questão em comparação a outras."

Para representar a atratividade das alternativas, adota-se o conceito de utilidade, oriundo da teoria do consumidor (Ferguson, 1976 e Henderson e Quandt, 1980). Utilidade representa a satisfação ou benefício que um indivíduo percebe quando consome seus recursos em diferentes bens ou serviços. A Utilidade medida por um modelo é definida por "Utilidade Indireta", porque os indivíduos selecionam entre diferentes alternativas levando em consideração suas restrições pessoais, onde o analista não pode medir a utilidade, sendo só um observador desta seleção.

A Utilidade é dada pelo valor alocado por um indivíduo ao produto. Se assume que um indivíduo escolhe uma combinação de produtos que maximize sua utilidade. A utilidade é dada por um valor numérico que só se torna significativo quando comparado com os respectivos valores das demais opções. A configuração mais comum para utilidade é um modelo linear, no qual os atributos se combinam de forma aditiva:

$$U_i = a_0 + a_1X_1 + \dots + a_nX_n \quad (4.1)$$

onde:

U_i é a utilidade da opção "i";

$X_1 \dots X_n$ são os atributos do produto;

$a_1 \dots a_n$ são os coeficientes do modelo;

a_0 é a constante do modelo.

Os coeficientes do modelo representam o grau de importância relativa dos atributos em relação ao produto. A constante a_0 representa os fatores aleatórios que podem influenciar a utilidade, mas que não estão explícitos no modelo. O modelo é compensativo, já que se pode melhorar um atributo (ex. aumentar o nível de confiabilidade), piorando outro atributo (ex. aumento de tarifa) enquanto se mantém o mesmo nível de utilidade. Um exemplo de representação da utilidade pode ser:

$$U_{TREM} = \alpha_0 - \alpha_1 t_v - \alpha_2 t_{acc} - \alpha_3 C$$

onde:

U_{TREM} é a utilidade percebida ao utilizar o modo trem entre dois pontos;

t_v é o tempo de viagem no veículo;

t_{acc} é o tempo de acesso ao veículo (ex. deslocamento da carga do armazém até a estação);

C é o custo de viagem;

α_0 é a constante da função de utilidade;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ são os coeficientes relativos a cada atributo da função de utilidade.

Cada variável representa um atributo da alternativa. A influência relativa de cada atributo, em termos de contribuição para a satisfação total produzida pela alternativa, é expressa por seu coeficiente; por exemplo, a mudança de uma unidade no tempo de acesso (t_{acc}) na equação acima pode ter um impacto mais significativo do que uma mudança de uma unidade sobre o tempo de viagem no veículo (t_v). A constante específica, na equação acima, interpreta-se como a influência líquida de todas aquelas características não observadas ou não incluídas de forma explícita na utilidade de cada alternativa. Por exemplo, poder-se-ia incluir elementos como multas por atraso na entrega do produto, períodos de safra, etc.

4.2 Propriedades dos Modelos Desagregados

Segundo Spear (1977) In: Ortúzar e Willumsen (1990), algumas das propriedades usuais destes modelos são:

a) Os modelos de demanda desagregados são baseados em teorias comportamentais e não constituem analogia física de nenhum tipo. Existe uma vantagem potencial importante sobre os modelos convencionais, pois existe uma maior probabilidade de serem estáveis no tempo e espaço.

b) Os modelos de demanda desagregados são estimados usando dados individuais, o que apresenta as seguintes implicações:

- estes modelos podem ser mais eficientes do que os modelos convencionais no que se refere ao uso das informações; poucos dados pontuais são requeridos, já que cada escolha individual é usada como uma informação. Em modelos agregados, uma observação é a média de centenas de observações individuais.

- quando dados individuais são usados, toda a variabilidade inerente da informação pode ser utilizada.

- estes modelos podem ser aplicados, a princípio, com algum nível de agregação; contudo, os processos de agregação podem provocar problemas de correlação. Com informações agregadas, o comportamento individual pode ser omitido por características não identificadas associadas às zonas. Como exemplo, pode-se citar: deseja-se estimar um modelo de geração de viagens, tentando identificar a relação entre o número de viagens por automóvel por domicílio com a renda. Utilizando o número médio de viagens por automóvel por domicílio, em cada zona, pode-se chegar a relação que o número de viagens diminui com o aumento da renda. Isto torna esta função incoerente e este fato pode ocorrer se, em uma determinada zona, ocorre um número maior de viagens, por exemplo, a pé.

- estes modelos tem uma probabilidade menor de sofrer desvios devido a correlação, como pode ocorrer com unidades agregadas.

c) Os modelos desagregados são probabilísticos; além disso eles produzem a probabilidade de escolha de cada alternativa, e não indicam qual é a selecionada.

d) As variáveis explicativas incluídas no modelo podem ter seus coeficientes estimados. Isto implica em:

- os modelos de demanda desagregados permitem uma representação mais flexível das variáveis de decisão política consideradas relevantes para o estudo.

- os coeficientes das variáveis explicativas tem uma interpretação de utilidade marginal direta, isto é, elas refletem a importância relativa de cada atributo. Entenda-se por Utilidade marginal a utilidade extra que pode ser obtida quando se acresce uma unidade em um dos atributos da função de utilidade.

4.3 Problemas de Calibração em Modelos Desagregados

Os modelos de escolha discreta não podem ser calibrados usando técnicas de ajuste a curvas padrão, como a regressão linear múltipla. Isto porque sua variável dependente P_i é uma probabilidade (entre 0 e 1) que não pode ser observada. Só se observam as escolhas individuais e estas são variáveis do tipo discreta, modo A ou modo B (isto é, 0 se a escolha é modo A, 1 se a escolha é B). A técnica usada comumente é a de "máxima verossimilhança". Este procedimento busca encontrar aqueles coeficientes α_i que, ao serem multiplicados pelos valores correspondentes de cada atributo da alternativa, gerem probabilidades que maximizam a possibilidade de reproduzir as seleções observadas.

Ao calibrar um modelo de escolha discreta deve-se considerar as seguintes limitações:

a) Pouca variação dos dados devido a poucas alternativas diferentes: se o indivíduo se encontra diante de um grande número de alternativas, este terminará realizando uma avaliação pobre de cada uma delas. Na prática, se restringe o número de alternativas disponíveis.

b) Inexistência de dados sobre novos serviços: quando o estudo envolve a introdução de um novo produto ao mercado, se enfrenta o problema de falta de informação. Não há dados empíricos que mostrem como se comportam os indivíduos frente a um meio de transporte que não conhecem. Isto é particularmente crítico no caso de novos meios de transporte ou novos serviços.

c) Uma entrevista equivale a uma observação: cada vez que se realiza uma entrevista, se obtém só uma informação; a opção eleita e as alternativas recusadas. Quando deseja-se evitar o problema citado em a), deve-se realizar um grande número de entrevistas, o que aumentará o custo do estudo.

4.4 Teoria da Utilidade Aleatória

O enfoque apresentado na equação 4.1 é muito simples para a modelagem da utilidade. Isto porque a maioria dos indivíduos exibem inconsistência em sua conduta, ou levam em conta fatores que não são identificáveis pelo investigador. O conceito de "Utilidade Aleatória" supera estas limitações mediante um termo associado ao erro na função, que reflete os elementos não observáveis no procedimento de seleção.

Logo:

$$V_i = U_i + \varepsilon_i \quad (4.2)$$

onde:

V_i é a utilidade aleatória do produto "i";

U_i é a utilidade indireta do produto "i";

ε_i é o termo de erro associado ao produto "i".

O elemento aleatório na função implica que os indivíduos expressam suas preferências em termos de probabilidades de responder de uma determinada forma. Este é um enfoque mais moderno e contrasta com as suposições de que os indivíduos percebem e expressam suas preferências com completa consistência.

Para construir um modelo probabilístico sólido, é necessário fazer hipóteses sobre o tamanho e natureza da componente de erro incluída na função de utilidade aleatória. O modelo "Logit" se baseia no pressuposto de que os erros são independentes e identicamente distribuídos sobre as alternativas. Também se assume que estes erros se dispersam segundo a distribuição de "Weibull" (Ben-Akiva e Lerman, 1985 e Bates, 1984). Além disso, se considera que o termo que representa o erro é pequeno em relação aos coeficientes do modelo.

Pode-se citar outros modelos como o Probit, onde se considera uma distribuição normal para os resíduos. Uma formulação mais recente é o modelo Dogit onde, respeitando a propriedade de $\Pr(i)=1$, preocupa-se em formular estrutura matemáticas que melhor se ajustem aos dados observados sem considerar a hipótese de distribuição dos resíduos.

4.5 Modelo Logit Multinomial

O modelo Logit Multinomial é a prática mais popular e mais simples entre os modelos de escolha discreta. Este modelo resulta da transformação da expressão de probabilidade da equação 2.9 em:

$$P_i = \frac{\exp(\beta U_i)}{\sum_{Aj} \exp(\beta U_j)} \quad (4.3)$$

onde:

P_i é a probabilidade de um indivíduo escolher o modo i ;

β é o parâmetro de dispersão.

O parâmetro β deve ser estimado juntamente com os demais parâmetros da função de utilidade.

Um caso particular deste modelo é quando $j=2$, que o reduz para um Modelo Logit Binário. Neste caso a probabilidade de um indivíduo escolher a alternativa 1 pode ser expressa como:

$$P_1 = \frac{1}{1 + \exp(U_2 - U_1)} \quad (4.4)$$

4.6 O Modelo Logit Binário

Assumindo que os atributos referentes a U_1 e U_2 são conhecidos, e que se possui informações sobre as proporções de escolha de cada modo, P_k , pode-se estimar os parâmetros da função de Utilidade $\Delta U (U_1 - U_2)$ usando regressão linear como mostrado a seguir:

$$P_1 = \frac{1}{(1 + \exp(U_2 - U_1))} \quad (4.5)$$

$$P_2 = 1 - P_1 = \frac{\exp(U_2 - U_1)}{(1 + \exp(U_2 - U_1))}$$

Portanto, tomando a relação de ambas proporções produz-se:

$$P_1 / (1 - P_1) = \frac{1}{\exp(U_2 - U_1)}$$

Inserindo a função logarítmica em ambos os lados da expressão acima e rearranjando-a, tem-se:

$$\log\left[\frac{P_1}{1-P_1}\right] = (U_1 - U_2) = \Delta U \quad (4.6)$$

O lado esquerdo da expressão acima age como a variável dependente e $(U_1 - U_2)$ como uma variável independente.

4.7 O Projeto Experimental de Escolha Discreta

Um bom experimento é aquele que tem um número de atributos e um conjunto de escolhas suficientemente rico, junto com uma variação satisfatória nos níveis dos atributos, necessária para produzir respostas comportamentais significativas no contexto das estratégias em estudo.

Segundo Hensher (1993), existe uma sequência lógica de tarefas requeridas para projetar um experimento de escolha discreta. Os passos chaves são sumarizados a seguir:

a) A primeira tarefa envolve a identificação do conjunto de atributos que necessita ser considerado, isto é, que está influenciando na escolha do modo. Pode existir um número muito grande destes atributos, requerendo uma decisão prévia sobre que atributos incluir no projeto experimental e quais excluir, tratando estes últimos como efeitos covariantes ou contextuais.

b) A segunda tarefa envolve a seleção da unidade de medida para cada atributo. Em muitos casos, a unidade de medida para um atributo não é significativa; contudo existem situações onde estes requerem consideração de algum tipo de medida. Isto ocorre com atributos genéricos tais como conforto, onde se pode definir uma escala ordinal de alta, média e baixa (que pode ser problemático se o analista não descrever precisamente o que cada nível representa). Alternativamente, pode-se introduzir a construção de uma escala de medida pedindo a cada entrevistado para primeiro alocar valores sobre cada um dos atributos genéricos, possivelmente sobre uma escala de avaliação (rating), para definir um dos níveis como o nível corrente (não necessariamente o nível médio), e então o analista pode construir os outros dois níveis como variações dos níveis informados. Isto não é tão simples para uma alternativa nova; contudo um caminho é usar uma descrição muito clara do novo modo que será incorporado no experimento corrente. A forma de classificar os dados obtidos das técnicas de coleta: avaliação (rating), ordenação (ranking) e escolha discreta, será descrita posteriormente neste capítulo.

c) A terceira tarefa envolve a especificação do número e grandeza dos níveis de atributos. Deve-se ter muita cautela na escolha dos níveis de atributos, pois estes representarão da melhor forma o número de experiências correntes. Para alternativas existentes, deve-se construir um intervalo que contenha o nível correntemente encontrado por um indivíduo, não importando como os atributos são medidos, e defini-lo como um dos níveis no projeto. A consideração da grandeza de um atributo a ser avaliado, em uma aplicação, é também crucial para medir no projeto as respostas comportamentais no novo regime, de acordo com o nível do atributo. O número de níveis para cada atributo será decidido pela complexidade total do projeto. Isto envolve a consideração das combinações de níveis de atributos gerados, a maneira que eles são expostos aos entrevistados (o que não é possível com somente dois níveis), e a importância que podem ter os efeitos de interação entre pares de atributos. A seleção final e o formato de implementação, deve ser decidido de forma que se torne compreensível ao entrevistado.

d) O projeto estatístico é onde os níveis de atributos são combinados em um experimento. Uma combinação de níveis de atributos descreve uma alternativa. A alternativa pode ser abstrata quando um atributo não é definido para um modo particular (ex.: um custo e tempo de viagem); ou pode ser para um modo específico (ex.: custo e tempo de viagem por trem). O primeiro é freqüentemente referido para uma alternativa que não utiliza o método de ordenação (não ranking) e o último para uma alternativa que utiliza ordenação (ranking). As alternativas são geradas com o auxílio da teoria de projeto estatístico. Em um experimento estatístico, cada atributo tem níveis, e estes níveis são os dados de entrada requeridos para construir um projeto fatorial (isto é, combinações de níveis de atributos para todos os atributos no projeto). Um projeto fatorial completo contém descrições de todas alternativas possíveis, habilitando-as a estimar independentemente os efeitos estatísticos de cada atributo sobre a resposta selecionada.

e) o experimento projetado, no item anterior, tem que ser transformado em um conjunto de questões e cartões que serão apresentados para serem preenchidos na fase de coleta de dados. A presença do pesquisador junto ao entrevistado, no momento do preenchimento do questionário, sempre tornará o experimento mais confiável. Tudo o que diz respeito a estratégia preferida de coleta de dados no projeto precisa ser transformado, de um conjunto de níveis de atributos projetados ortogonalmente ou próximos da ortogonalidade, em informações reais para os entrevistados compreenderem e responderem. Quando possível, é sugerido que a um entrevistado seja pedido para escolher uma alternativa e também usar a técnica de ordenação (ranking) ou avaliação (rating) para um conjunto completo de alternativas. Se o emprego de respostas ordenadas (ranking) ou avaliadas (rating) pode ser perigoso na cooperação através de replicações dos experimentos, é mais importante limitar a tarefa para a escolha discreta.

f) A seleção de um procedimento de estimação apropriado (Ordenação, Avaliação ou Escolha Discreta) dependerá da dimensão das variáveis de resposta (ex.: dados individuais, proporção de escolha com amostras agregadas ou dados agrupados) e o nível de agregação dos dados para modelagem.

4.8 Resumo do Capítulo

Neste capítulo foram abordados, com maior detalhe, os modelos de escolha discreta, suas principais características e limitações. Entre estes modelos, foi mostrado o Modelo Logit, que é o mais simples e utilizado na estimação de modelos de escolha discreta; este é o modelo utilizado neste trabalho.

No próximo capítulo descreve-se a técnica de Preferência Declarada, utilizada para a coleta de dados que serão calibrados através de modelos comportamentais.

5 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS PARA A MODELAGEM DA DEMANDA

5.1 Introdução

A investigação destinada a prever a conduta humana frente a alternativas de decisão, tem se revelado uma tarefa difícil. No caso de transportes, tem-se desenvolvido modelos que prevêem mudanças na demanda, em função de mudanças na oferta de um bem ou serviço e variáveis sócio-econômicas. Geralmente, estes modelos se baseiam em informações retiradas de seleções feitas por diferentes indivíduos em um ponto no tempo. Com estas seleções, que revelam suas preferências, pode-se aferir a conduta dos indivíduos ao longo do tempo. Este método se denomina técnica de Preferência Revelada (PR). Um problema com estudos tipo PR, é que geralmente as alternativas de seleção não são suficientemente variadas de forma a produzir bons modelos preditivos. Por exemplo, é impossível se fazer observações sobre meios de transportes que não existem, ou medir a influência de atributos como a tarifa se esta não é diferente para distintas alternativas.

Pode-se perguntar diretamente ao usuário que escolha ele faria: aumentar a tarifa ou introduzir um novo serviço. Isto se tentou durante os anos setenta com muito pouco êxito. O problema reside nos usuários, frente a uma pergunta simples deste tipo, tenderem a superestimar suas reações dizendo preferirem massivamente o novo serviço quando, na prática, só uma fração o utilizará.

5.2 Limitações no Uso da Técnica de Preferência Revelada

Kroes e Sheldon (1988) apontam quatro principais limitações que podem restringir a adequabilidade geral de métodos PR:

- a) pode ser difícil obter variação suficiente nos dados PR para permitir um exame de todas as variáveis de interesse;
- b) os custos e tempos de viagem (as principais variáveis explicativas de interesse) são geralmente correlacionados, o que torna a estimação dos parâmetros que refletem as relações de trocas uma tarefa muito difícil. Isto também torna a estimativa menos precisa;
- c) os métodos de PR não podem ser usados para avaliar demanda sobre condições que não estão disponíveis atualmente para o indivíduo;
- d) o método requer que as variáveis explicativas sejam expressas quantitativamente, o que dificulta a possibilidade de considerar atributos mais subjetivos como multa no atraso da entrega, confiabilidade, períodos de safra, etc.

Outra restrição importante em PR, é que a coleta de dados é muito cara. Este método fornece somente uma observação por indivíduo, e assim, se o entrevistado não está disposto ou é incapaz de dar uma resposta para uma única questão sem maiores detalhes dos modos relevantes, este método pode se tornar não utilizável. A experiência é que PR perde uma quantidade significativa de dados devido à falta de respostas.

Um ponto importante é que o uso de PR não é apropriado para a avaliação do tempo de viagem (e principalmente a variabilidade do tempo de viagem) porque a única informação que este fornece é sobre a escolha feita, e não existem informações disponíveis sobre as alternativas rejeitadas.

Observando várias decisões sobre as mesmas alternativas, como é considerado em dados de Preferência Declarada (PD), os usuários estão frente a uma gama de "valores limites" para suas escolhas. Por isto uma amostra de dados maior é necessária com dados PR do que com dados PD.

Atualmente, a investigação em modelagem de demanda demonstra que os problemas mencionados anteriormente são solucionáveis. Mediante a aplicação da técnica de Preferência Declarada (PD), as principais limitações dos modelos de escolha discreta desaparecem. A seguir apresenta-se a técnica de Preferência Declarada e as vantagens que esta possui para as previsões de demanda.

5.3 Técnica de Preferência Declarada

Na década de 80, observou-se o surgimento de uma nova técnica, conhecida como Preferência Declarada (PD), que oferece uma solução aos problemas existentes de estimação de demanda. Esta técnica é uma ferramenta poderosa e flexível, além de ter um custo relativamente baixo. Em muitos casos, particularmente quando o conceito de um novo serviço se introduz no mercado, é a metodologia mais prática e confiável para previsões de demanda.

Dada as restrições dos métodos de PR para avaliação do tempo de viagem, uma técnica alternativa é requerida. O uso de métodos de Preferência Declarada tornou-se uma opção atrativa em transportes exatamente onde os métodos PR apresentam problemas. Primeiro, os dados de PD evitam correlações tal como usualmente acontece em técnicas de PR, já que, nesta técnica, as variáveis tempo de viagem e custo são correlacionadas, pois quanto maior o tempo de viagem, menor o seu custo. Segundo, "aos entrevistados pode ser apresentada uma gama de opções mais interessantes do que poderia provavelmente ocorrer com dados de PR" (Fowkes, 1991), isto é, pode-se apresentar aos entrevistados vários cartões, através da definição de alguns níveis para os atributos relacionados às alternativas. Uma

vantagem final maior do uso de PD, é que pode ser pedido, a cada entrevistado, que faça várias escolhas e não somente uma, como acontece em PR. Isto permite a possibilidade de identificar como os usuários comportam-se face a diferentes opções. Estes argumentos são essenciais para a escolha da técnica de PD para obtenção de dados, para avaliação do tempo de viagem e variabilidade do tempo de viagem, entre outros.

Preferência Declarada é uma técnica baseada em entrevistas mediante as quais se apresenta ao entrevistado um número de situações hipotéticas. A técnica utiliza como informação o que os indivíduos dizem que escolheriam dado um conjunto de alternativas. Os enfoques anteriores utilizavam observações da conduta atual dos indivíduos (Preferência Revelada). A principal limitação da técnica de Preferência Revelada é a dificuldade de obter informações de baixo custo e boa qualidade para uma gama ampla de serviços. Comparações feitas entre modelos construídos em base de Preferência Declarada e aqueles baseados em observações sobre a conduta atual dos indivíduos (PR), provaram que a informação obtida ao colocar indivíduos frente a experimentos de PD, cuidadosamente projetados, é mais realista. Em muitas oportunidades, os experimentos de PD produziram modelos melhores, pelo mesmo custo requerido pelos modelos convencionais.

A vantagem de Preferência Declarada é que o investigador pode controlar, com grande precisão, as características que determinam cada caso hipotético. Assim, o impacto da mudança de características de um serviço de transporte pode ser determinado com maior exatidão. Mediante a aplicação de PD pode-se construir modelos matemáticos que representem a forma de decisão dos indivíduos. Com a informação obtida com PD, o operador ou planejador de transportes pode estimar como os indivíduos reagem frente a mudanças em um determinado serviço. Isto lhe concede a oportunidade de priorizar entre um grupo de alternativas de inversão ou estratégias de operação, e estimar o impacto na demanda futura.

Citando novamente as limitações enfrentadas em estudos de estimação de demanda, demonstra-se como solucioná-los diante do uso de Preferência Declarada:

- Falta de Informações sobre novos serviços de transporte: inicialmente não existe uma forma rigorosa de prever a demanda por um novo serviço ou produto. Através do seguinte exemplo pode-se fazer uma análise.

Busca-se prever a demanda por um novo serviço de trem que apresenta novas vantagens para o usuário (por exemplo, serviço porta a porta, menores prazo, etc). A informação existente é quase irrelevante já que se refere a condutas observadas onde este serviço não se oferece, e a situação a estudar envolve conceitos novos para o usuário. Por

outro lado, se é perguntado ao usuário simplesmente se utilizaria o novo serviço ou não, a informação obtida precisará ser validada. Isto porque a pergunta está fora do contexto e assim deve ser considerada as restrições próprias de uma decisão real: custo, tempo, etc. Geralmente o indivíduo considera o novo serviço como uma alternativa a mais a sua disposição, para o qual tende a gerar uma resposta afirmativa.

A técnica de Preferência Declarada introduz alternativas competitivas e descritas de forma completa, dando ao indivíduo um cenário mais realista para a tomada de decisão. Os atributos das alternativas são projetados precisamente com este objetivo e, inclusive, podem variar em função das respostas dadas pelo entrevistado. Desta maneira, se obtém informações mais confiáveis e com uma metodologia mais eficiente.

- Cada entrevista produz só uma observação, opção eleita e alternativas recusadas: em entrevistas convencionais, o entrevistado expressa a alternativa eleita e as restantes (existentes) são efetivamente recusadas. A técnica de Preferência Declarada permite obter mais de uma observação de cada indivíduo, já que cada entrevista envolve um maior número de seleções hipotéticas e portanto há uma diminuição nos custos na coleta de dados.

De acordo com Kroes e Sheldon (1988), existem algumas críticas do uso de métodos de PD devido ao fato que indivíduos não necessariamente fazem o que declaram. Por exemplo, um indivíduo pode responder de forma afirmativa à implantação de um novo modo de transporte, achando que este será mais um serviço a sua disposição quando, na realidade, ele não o utilizaria. Contudo, isto torna-se mais importante quando são requeridas estimativas de demanda absolutas, do que quando valores relativos são requeridos, tal como valor do tempo.

Um estudo recente realizado por Ortúzar e Bianchi (1994), utilizando a técnica de Preferência Declarada e modelos de escolha discreta, foi a estimação do impacto da implementação de um sistema de tarifação diferenciada por hora, no metrô de Santiago. Este estudo revelou que a renda dos indivíduos é importante na hora de reestruturar os horários de viagens e, ainda, as entrevistas devem incluir o tempo de deslocamento requerido para o usuário viajar fora do horário de pico.

O objetivo fundamental, em projetos de questionários usando a técnica de Preferência Declarada, é assegurar que as respostas sejam realmente confiáveis, apesar das questões serem hipotéticas.

A experiência dos últimos 10 anos tem permitido estabelecer princípios básicos para assegurar o êxito e a aplicabilidade das técnicas PD. Em geral estes princípios se referem ao

modo de apresentação das opções na forma mais realista possível, de forma a evitar que as escolhas sejam muito complexas ou numerosas e assegurar que se obtenha informações suficientes para calibrar os modelos de demanda.

O problema de tornar as opções realistas pode ser bastante complexo. Um princípio, muito bem estabelecido em transportes, é colocar sempre o entrevistado na situação de repetir uma viagem específica (realizada recentemente ou que está acontecendo se a entrevista se dá num trem, aeroporto, etc). Isto faz com que o indivíduo incorpore as mesmas restrições de tempo, retorno, propósito, etc, que se aplicam na viagem original.

O problema seguinte é descrever os atributos da viagem atual e suas alternativas, de uma forma compreensível para o entrevistado. A melhor forma de apresentar as opções depende do problema que se deseja estudar. É comum realizar grupos de discussão com usuários (e planejadores) para determinar que atributos são importantes, como são percebidos e que tipo de escolha é realista. A condução destes grupos de discussão requer a presença de especialistas, já que o êxito do projeto de experimentos de PD depende destas discussões.

Há também o problema do projeto de experimentos, isto é, deve-se definir quantas opções, com quantos atributos e quantos níveis estes devem apresentar. É necessário dar ao usuário todas estas informações com o objetivo de obter um conjunto completo de dados.

5.3.1 Características da Técnica de Preferência Declarada

Um dos principais objetivos de experimentos de Preferência Declarada é construir um conjunto de opções hipotéticas que são chamadas por Ortúzar e Willumsen (1990) de "alternativas tecnologicamente possíveis". Apesar destes conjuntos de opções serem hipotéticos, estes precisam preservar características realísticas.

As principais características da técnica de Preferência Declarada são:

a) cada entrevistado enfrenta uma série de escolhas hipotéticas: os conjuntos de opções hipotéticas precisam ser definidos sobre as bases de fatores que se considera estarem influenciando mais fortemente o problema de escolha analisado.

b) cada opção é representada por um conjunto de atributos que identifica o produto ou serviço: o investigador deve incluir no estudo todos aqueles atributos que são de interesse. Também é aconselhável considerar atributos adicionais, se estes incluem fatores importantes para o processo de seleção. Por exemplo, um investigador pode estar interessado na confiabilidade e tarifa e não em características como tempo de espera ou tempo de acesso.

A introdução destes termos poderia, portanto, trazer benefícios, se está sendo considerado um estudo completo da jornada.

c) os valores (níveis) dos atributos em cada opção são especificados pelo investigador e são apresentados ao entrevistado na forma de escolha real: o investigador deverá cobrir uma ampla gama de níveis que lhe permitam distinguir quando os indivíduos estão dispostos a trocar de uma opção para outra ("valores limites"). Contudo, os valores utilizados deverão ser realistas e nunca muito numerosos, já que tornariam as escolhas muito complexas.

d) as opções são especificadas baseadas num projeto de experimentos, no qual se assegura que a variação de um atributo é estatisticamente independente de qualquer outro;

e) os indivíduos declaram suas preferências face a cada opção, ordenando-as por ordem de preferência (ranking), avaliando-as em uma escala determinando a força destas (rating) ou simplesmente elegendo a opção preferida dentro de um par ou grupo de opções (escolha discreta): esta característica define os tipos distintos de técnicas PD: Ordenação (Ranking), Avaliação (Rating) e Escolha Discreta. A seleção de um dos três métodos dependerá de quão bem representem as situações de escolha dos indivíduos entrevistados. A seleção entre pares é considerada a mais robusta, pois a tarefa de expressar preferências é mais simples e próxima da realidade.

As formas de classificação dos dados obtidos através de experimentos de PD (Bates,1991) são:

a) Avaliação (Rating): as respostas podem ser interpretadas como uma medida de utilidade para a alternativa. Usualmente, o método de Avaliação é uma preferência relativa de uma entre duas alternativas sobre uma escala semântica tal como: definitivamente escolheria a opção A, provavelmente escolheria A, indiferente, provavelmente escolheria a opção B, definitivamente escolheria a opção B.

b) Ordenação (Ranking): várias alternativas são simultaneamente apresentadas aos entrevistados. O objetivo é classificar as alternativas por ordem de preferência.

c) Escolha Discreta: são apresentados aos entrevistados várias alternativas. Os entrevistados devem escolher a opção preferida.

O objetivo principal, da técnica de PD, é obter observações, que permitam ao investigador inferir o valor que os indivíduos outorgam a diferentes atributos de um bem particular (ex. um serviço de transporte ferroviário).

Algumas experiências práticas sugeridas por Ortúzar e Willumsen (1991) e Kocur et al (1982), são altamente recomendáveis em projetos de PD:

a) é muito importante identificar quais são as principais opções a serem consideradas e o nível de desagregação considerado, bem como os níveis prováveis de variações necessários para cada atributo considerado;

b) é altamente recomendável produzir um primeiro projeto do experimento proposto e os questionários. O uso de dados simulados auxilia no projeto e na análise dos parâmetros implicados;

c) um pré-teste é recomendado para analisar a opinião dos entrevistados;

d) é importante avaliar os resultados do pré-teste em relação a qualidade do instrumento da observação, bem como a qualidade intuitiva das respostas obtidas. Esta análise dá a possibilidade de correção do questionário antes de sua distribuição.

Os procedimentos citados acima servem para evitar problemas de multicolinearidade, tais como aqueles problemas encontrados em dados de Preferência Revelada. Também, o efeito de cada nível de atributo sobre as respostas é mais facilmente isolado (Permain e Kroes, 1991).

Fowkes e Wardman (1988), enfatizam que muitos dos experimentos de PD são baseados em projetos "fatorial fracionados" ou "completos" que usam ordenações ortogonais. Estas medidas garantem independência entre as variáveis.

O número total de combinações é usualmente definido pelo número de fatores e níveis incorporados no exercício. O número de fatores (f) e o número de níveis que cada um pode tomar (n) determina um projeto fatorial. Um projeto fatorial completo envolve todas as combinações. Certos projetos distinguem alguns fatores e níveis considerando somente os efeitos principais e, em alguns casos, utilizam o tratamento de interações. Um problema com interações é que estas requerem a construção de um maior número de opções, sendo a razão pela qual os projetos fatoriais fracionados (que assumem que alguns produtos de variáveis são negligenciáveis), se tornam comuns.

É muito importante tomar medidas para evitar a fadiga dos entrevistados e a complexidade indevida dos questionários, e é também recomendado que o número de opções

em um exercício seja limitado. De acordo com Sheldon (1991), os exercícios de PD são tipicamente definidos com cartões variando de 9 a 16 opções.

Em trabalho desenvolvido junto à TRENSURB (Empresa Trens Urbanos Porto Alegre S/A), com o objetivo de investigar quais são os usuários potenciais do Trem, realizou-se uma pesquisa piloto, onde apresentou-se ao entrevistado 12 cartões juntamente com questões sócio-econômicas. Percebeu-se a fadiga do mesmo, que respondeu os últimos cartões sem uma análise detalhada das alternativas. Dessa forma, com o intuito de não se reduzir a consistência das respostas, optou-se por dividir este questionário, apresentando ao entrevistado somente 6 cartões, juntamente com as questões sócio-econômicas. Assim, se comprova a importância de se realizar uma pesquisa piloto, antes da aplicação da pesquisa propriamente dita, podendo-se, então detectar problemas na realização da mesma como nas alternativas propostas.

As restrições evidenciam o porque da raridade e o motivo dos projetos fatoriais fracionados serem mais comumente utilizados na prática.

5.3.2 Observações Feitas em Experimentos Anteriores

Trabalhos anteriores (Senna, 1994a) mostram que os questionários devem ter as seguinte características:

- a) os entrevistados preferem comparações entre pares que devem conter não mais do que 5 tempos de viagem;
- b) as entrevistas no local de trabalho são mais eficientes, uma vez que em um único local é possível entrevistar vários indivíduos;
- c) as questões referindo-se a jornadas por motivos diferentes de trabalho devem ser perguntadas aos indivíduos em seus locais de trabalho.

A partir das experiências relatadas por Senna (1994a), utilizou-se comparações em pares, já que os modos mais utilizados para o transporte de grãos são o rodoviário e o ferroviário. Ainda se construiu os cartões definindo 5 tempos de viagens, para que se pudesse incorporar um desvio padrão nestes tempos, com o intuito de se analisar a variável confiabilidade nos prazos de entrega.

5.3.3 Técnicas de Análise

Segundo Willumsen e Vicuña (1990), as técnicas analíticas que podem ser utilizadas variam segundo o tipo de estratégia com que se desenvolve PD. Qualquer que seja o enfoque

utilizado, seu objetivo comum é estabelecer o efeito relativo dos atributos sobre a função de utilidade identificado através das opções. As técnicas analíticas mais utilizadas são:

a) Regressões: a regressão múltipla pode ser aplicada a dados do tipo rating, sem requerer de modelos sofisticados como o Logit. Este enfoque não requer de maiores recursos computacionais e apresenta a vantagem de ser mais compreensível para os iniciantes na técnica de PD. Este método não produz modelos de demanda diretos, como resultado se obtém só a importância relativa de cada atributo.

b) Análise Monotônica da Variância: este método é adequado para análise de observações obtidas mediante Rankings. Este enfoque utiliza um algoritmo para estimar as estruturas de preferência dos indivíduos. Igualmente ao método anterior, não produz modelos de demanda diretos. É necessário incorporar os pesos relativos de cada atributo em um modelo de demanda mais desenvolvido, que pode ser do tipo Logit ou Probit.

c) Modelos de Escolha Discreta: estes são modelos probabilísticos desagregados porque são calibrados em bases de PD e não PR. A forma mais comum destes modelos é a função Logit. Para esta análise se requer cálculos completos, mas existem softwares disponíveis para sua aplicação. Um dos programas mais utilizados é o Alogit, desenvolvido pelo Hague Consulting Group.

5.3.4 Fontes de Erros em Modelos de Preferência Declarada

Existem erros relacionados aos modelos em geral e erros especialmente relacionados à dados de PD. Três das principais fontes de erros, em modelos aleatórios, são apresentadas por Bates (1988):

a) erros devido a fatores não observados: podem afetar a escolha e são basicamente relacionados ao indivíduo. Uma alternativa pode ser favorecida quando um indivíduo a escolhe, deixando de observar determinados fatores;

b) erros de medidas em variáveis explicativas: as variáveis que entram na utilidade podem não ter sido medidas de forma apropriada;

c) erros em especificação de modelos: é relacionado à decisão de quais variáveis deveriam entrar na função de utilidade e também de que forma estas devem entrar na função.

Na equação 4.2, foi mostrado que a função de utilidade, para um modelo de utilidade aleatória, pode ser escrita como

$$V_i = U_i + \varepsilon_i$$

As fontes de erros descritas acima estão todas incluídas em ε_i .

Em modelos de PD, o termo de erro " ε " é acrescido por erros específicos pelo uso da técnica de PD (ε'). Então a equação acima pode ser reescrita como

$$V = U + \varepsilon + \varepsilon' \quad (5.1)$$

O valor de " ε " pode reduzir se existirem poucos erros de especificação. Dado que a medida de ajuste é usualmente mais baixa em modelos PD do que em PR, ele sugere que, em condições de equilíbrio, a variação residual é maior em modelos PD.

As respostas para questões PD podem também ser influenciadas por outras fontes de erros. Bonsall (1983), apresenta quatro principais fontes de erros em respostas PD relacionadas a escolha:

- a) induções nas afirmações: causadas pela tendência de os entrevistados detectarem a filosofia básica do experimento e responderem as questões de acordo com esta;
- b) induções de restrições: causada pelos entrevistados quando não consideram suas restrições (orçamentárias), respondendo incorretamente as perguntas;
- c) induções de racionalização: que é o oposto de tendências de restrições e é basicamente representada pelo fato de o entrevistado racionalizar seu comportamento normal e habitual;
- d) induções de política: causada pelos entrevistados ao acreditarem que podem influenciar em decisões políticas, pela escolha de uma alternativa específica.

5.4 Resumo do Capítulo

Neste capítulo foram discutidas algumas técnicas de coleta de dados que possibilitam a estimação de modelos comportamentais, com suas principais características. Entre estas, selecionou-se a técnica de Preferência Declarada como sendo a mais indicada para a análise de alternativas que ainda não foram implantadas e de atributos como tempo de viagem, variabilidade dos tempos de viagens e custo.

No próximo capítulo descreve-se os modelos comportamentais existentes para estimação de variáveis como tempo de viagem e variabilidade do tempo de viagem.

6 MODELOS PARA ESTIMAÇÃO DO TEMPO DE VIAGEM E DA VARIABILIDADE NOS TEMPOS DE VIAGEM

6.1 Introdução

Apesar da bibliografia referenciada basear-se mais no caso de transporte de passageiros, existem evidências de que o processo de decisão, referente ao transporte de cargas, segue os mesmos princípios, independentemente do tipo de decisão que está sendo considerada. Como já mencionado no capítulo 3, a maior parte dos trabalhos realizados consideraram apenas reduções nos tempos de viagem. Poucos trabalhos foram desenvolvidos considerando, simultaneamente, reduções nos tempos de viagem e na variabilidade nos tempos de viagem.

As razões para escolha dos modelos apresentados aqui estão principalmente relacionadas à possibilidade de incluir, explicitamente, a variável variabilidade nos tempos de viagem sobre a função de utilidade.

A função de utilidade em transportes tem sido considerada para diferentes abordagens. Neste trabalho será abordado o Modelo Padrão Básico, a abordagem de Média e Desvio Padrão (Variância) e a abordagem de Utilidade Esperada.

6.2 O Modelo Padrão Básico

A função de utilidade pode ser simplesmente definida como uma função de tempo de viagem. Conforme equação 3.5, pode-se dizer que:

$$U = \alpha t^\beta$$

Os estudos que estimam o tempo de viagem, normalmente assumem que β é igual a 1 e não verificam se os dados teriam melhor suporte para outros valores de β . Estes estudos contavam com dados obtidos de técnicas de Preferência Revelada ou Preferência Declarada.

Em estudos que são baseados sobre dados de Preferência Revelada, se assume que o tempo de viagem "t", incluído na equação 3.5, é igual ao tempo de viagem esperado [E(t)], dado que o tempo de viagem esperado influencia a escolha. Contudo, alguns estudos perguntam aos indivíduos por seus tempos de viagem atuais "t", que não são necessariamente iguais a [E(t)]. Nestes casos, dados oriundos de Preferência Declarada são mais usados para estimar o valor do tempo de viagem, pois os usuários são conduzidos a escolher entre alternativos "t", ao invés de E(t), o que sugere serem as escolhas feitas sob condições de

certeza. Além disso, pode-se evitar correlações como as apresentadas em estudos de Preferência Revelada (por exemplo, tempo e custo são variáveis correlacionadas, uma vez que a um menor tempo de viagem associa-se um maior custo).

6.3 O Enfoque da Média e Desvio Padrão

6.3.1 O Modelo de Jackson e Jucker

Desde as aplicações a problemas de seleção de portfólios (seleção de investimentos) por Markovitz (1952) e Tobin (1958), o critério da média e desvio padrão (μ, σ) tem sido amplamente utilizado. A idéia básica é definir utilidade como uma função do valor esperado dos tempos de viagem (tempo médio de viagem) e variabilidade nos tempos de viagem (desvio padrão).

Em transportes, o enfoque da média e desvio padrão foi introduzido por Jackson e Jucker (1982). Basicamente, eles assumem que todos os indivíduos tem a priori a estimativa da média e a variância do tempo de viagem relacionado a um par origem-destino.

O objetivo de cada indivíduo é então:

$$\text{Min } E(U) = \alpha E(t) + \tau V(t) \quad (6.1)$$

onde:

$E(U)$ é a utilidade esperada;

α e τ são os parâmetros para o tempo de viagem esperado e a variabilidade dos tempos de viagem;

$E(t)$ é o tempo de viagem esperado para cada par origem-destino;

$V(t)$ é a variância do tempo de viagem.

Jackson e Jucker assumem que o parâmetro τ pode ser positivo. Contudo, em termos teóricos, τ pode ser negativo, uma vez que alguns indivíduos podem preferir a variabilidade aceitando um provável risco. Estes indivíduos são definidos como propensos ao risco, como descrito anteriormente no capítulo 3.

O modelo principal, dentro da abordagem da média e variância, é o modelo de Jackson e Jucker. O modelo de Jackson e Jucker é definido por:

$$E(U) = \alpha [E(t)] + \tau [\sigma(t)]^2 + \delta C \quad (6.2)$$

onde:

$E(U)$ é a utilidade esperada;

$E(t)$ é o tempo de viagem esperado;

$\sigma(t)$ é a variabilidade nos tempos de viagem;

C é a variável custo;

α , τ e δ são os parâmetros para o tempo de viagem esperado, a variabilidade nos tempos de viagem e o custo.

Especificando o modelo com duas variáveis independentes (mais a variável custo), o modelo captura o efeito do tempo de viagem esperado e também o efeito da variabilidade.

A avaliação de risco, no modelo de Jackson e Jucker, se dá através do parâmetro τ . Isto é implicitamente observado, já que o modelo de Jackson e Jucker não segue a noção de aversão ao risco, propensão ao risco ou neutralidade ao risco, que é definida pela abordagem de utilidade esperada.

6.4 A Abordagem da Utilidade Esperada

A teoria da utilidade esperada explora a observação básica de que os indivíduos possuem diferentes atitudes com respeito ao risco. Alguns indivíduos são avessos ao risco, pagando continuamente altos prêmios para assegurá-los contra qualquer possibilidade de maus resultados, mesmo quando estes resultados tenham mínima chance de ocorrerem. Indivíduos são "amantes ao risco" quando, ao invés de pagarem, recebem um prêmio associado ao risco, em virtude de o terem aceito. Os indivíduos neutros em relação ao risco são aqueles que são indiferentes ao risco. Estes conceitos já foram expostos no capítulo 3.

A abordagem da utilidade esperada compreende o modelo quadrático.

6.4.1 O Modelo Quadrático

O modelo quadrático é baseado na abordagem de utilidade esperada e sua forma funcional é uma transformação de uma função de utilidade inicial da forma quadrática. Esta é a maior diferença entre este modelo e o modelo de Jackson e Jucker. O modelo de Jackson e Jucker não tem ligação com nenhuma outra forma funcional inicial.

6.4.1.1 O Modelo Quadrático Padrão (SQM)

O Modelo Quadrático Padrão é a função originária do modelo Polinomial. Sua forma funcional é:

$$E(U) = \theta [E(t)] + \alpha [E(t^2)] + \delta C \quad (6.3)$$

onde:

$E(U)$ é a utilidade esperada;

$E(t)$ é o tempo de viagem esperado;

C é o custo;

θ , α e δ são os parâmetros que mostram a influência das variáveis tempo de viagem e custo a função de utilidade.

A função quadrática básica é:

$$U = \theta t + \alpha t^2 \quad (6.4)$$

onde:

U é a utilidade da função;

t é o tempo de viagem;

θ e α são os parâmetros que mostram a influência da variável tempo de viagem na função de utilidade.

6.4.2 Modelo da Utilidade Esperada com Variáveis Média e Desvio-Padrão (MUEVDP)

As bases deste modelo foram propostas em Senna (1994a). O modelo baseia-se na relação entre o enfoque da utilidade esperada e o enfoque da média e desvio padrão.

Este modelo assume que uma função originária diferente seria mais apropriada, e o modelo resultante evita problemas de correlação potencial. A análise começa pela função originária básica apresentada pela equação 3.5:

$$U = \alpha t^\beta$$

Esta forma funcional cobre todas as possibilidades dos indivíduos comportarem-se como avessos ao risco, neutros em relação ao risco, ou amantes do risco.

A expectância da função acima é dada por:

$$E(U) = \alpha E(t^\beta) \quad (6.5)$$

Considerando-se a identidade:

$$E(t^\beta) = E(t^{\beta/2} * t^{\beta/2}) \quad (6.6)$$

e algumas propriedades da variância, assim como introduzindo-se uma variável custo (representado pela tarifa), obtém-se a forma final do modelo:

$$E(U) = \alpha E(t^\beta) = \alpha \{ [E(t^{\beta/2})]^2 + [\sigma(t^{\beta/2})]^2 \} + \tau C \quad (6.7)$$

onde:

$E(U)$ é a utilidade esperada;

$E(t^{\beta/2})$ é o tempo de viagem esperada;

$\sigma(t^{\beta/2})$ é a variabilidade do tempo médio de viagem;

C é o custo;

α e τ são parâmetros que explicam a importância das variáveis tempo de viagem, variabilidade nos tempos de viagem e custo na função de utilidade.

O modelo não faz distinção entre os efeitos de uma variância maior em uma alternativa A e uma variância menor em uma alternativa B. Para $\beta > 1$ (aversão ao risco) ou $\beta < 1$ (propensão ao risco) existem sempre alguns efeitos residuais relacionados ao que está sendo chamado de "atitudes de risco". Do ponto de vista teórico, o máximo que pode acontecer é que o valor de β cresça, permitindo, assim, levantar pelo menos parte dos efeitos relacionados às atitudes de risco.

A seguir será apresentado o modelo MUEVDP incluindo a variável relacionada às atitudes de risco definida acima. A segurança (S) é definida como uma função da variabilidade nos tempos de viagem, e pode ser formulada como:

$$S = k[\sigma(t)]^2 \quad (6.8)$$

onde:

S é a margem de segurança;

$\sigma(t)$ é a variabilidade nos tempos de viagem;

k é o parâmetro que explica a importância da variável variabilidade nos tempos de viagem na função de utilidade.

6.4.2.1 O Modelo MUEVDP Expandido

Adicionando a variável de margem de segurança no Modelo MUEVDP padrão, este torna-se:

$$E(U) = \alpha[\{E(t^{\beta/2})\}^2 + \{\sigma(t^{\beta/2})\}^2] + \lambda S + \delta C \quad (6.9)$$

onde:

$E(U)$ é a utilidade esperada;

$E(t^{\beta/2})$ é o tempo de viagem esperado;

$\sigma(t^{\beta/2})$ é a variabilidade do tempo de viagem;

S é a margem de segurança;

C é o custo;

α , λ e δ são das variáveis tempo de viagem, variabilidade do tempo de viagem, margem de segurança e custo.

Este modelo é chamado Modelo MUEVDP Expandido.

6.5 Derivando o Valor do Tempo e o Valor da Variabilidade dos Tempos de Viagem para os Modelos Propostos

De acordo com o que já foi apresentado, pode-se definir o "valor do tempo" (valor do tempo marginal) como a disponibilidade do consumidor de pagar para salvar uma unidade de tempo durante a jornada.

Em geral o valor da função do tempo médio de viagem pode ser escrito como:

$$v[E(t)] = \frac{\partial U / \partial E(t)}{\partial U / \partial C} \quad (6.10)$$

onde:

$v[E(t)]$ é o valor do tempo médio de viagem.

$$VOT = \frac{\partial U / \partial t}{\partial U / \partial C} \quad (6.11)$$

Para a forma geral:

$$U = \alpha t^\beta + \phi C$$

o valor do tempo é dado por:

$$VOT = \frac{\partial U / \partial t}{\partial U / \partial C} = \frac{\alpha \beta t^{\beta-1}}{\phi} \quad (6.12)$$

O valor da função variabilidade pode ser geralmente escrito como:

$$v[\sigma(t)] = \frac{\partial U / \partial \sigma(t)}{\partial U / \partial C} \quad (6.13)$$

Contudo, o valor do tempo e da variabilidade, depende da forma funcional para os diferentes modelos considerados.

6.5.1 A Abordagem da Média e Variância

Para os modelos dentro da abordagem Média e Variância, a função do valor do tempo é definida por:

$$VOT = \frac{\frac{\partial E(U)}{\partial t}}{\frac{\partial E(U)}{\partial C}} = \frac{\alpha[E(t^\beta)] * \beta t^{\beta-1} + 2\tau[\sigma(t)]^2}{\delta} \quad (6.14)$$

onde:

VOT é o valor do tempo.

e o valor da variabilidade é definido por:

$$VOV = \frac{\alpha[E(t^\beta)] * \beta t^{\beta-1} + 2\tau[\sigma(t)]^2}{2\tau[\sigma(t)]^2} \quad (6.15)$$

onde:

VOV é o valor da variabilidade.

No caso do modelo de Jackson e Jucker, β é igual a 1.

No caso do modelo MUEVDP proposto, e considerando algumas particularidades do mesmo (Senna, 1994a), a função do valor do tempo é:

$$VOT = \frac{\alpha \left\{ 2[E(t^{\beta/2})]^2 * \frac{\beta}{2} t^{\frac{\beta}{2}-1} + 2[\sigma(t^{\beta/2})]^2 * \frac{\beta}{2} t^{\frac{\beta}{2}-1} \right\}}{\delta} \quad (6.16)$$

O valor da variabilidade (confiabilidade) VOV é dado pela seguinte equação:

$$VOV = \frac{\alpha \left\{ 2[E(t^{\beta/2})]^2 * \frac{\beta}{2} t^{\frac{\beta}{2}-1} + 2[\sigma(t^{\beta/2})]^2 * \frac{\beta}{2} t^{\frac{\beta}{2}-1} \right\}}{2\tau[\sigma(t)^2]} \quad (6.17)$$

É importante notar que o valor do tempo é definido por uma função, ao invés de uma constante, como é usualmente proposto na literatura existente.

Outra observação fundamental é a de que ambas as funções, valor do tempo e valor da variabilidade, dependem da distribuição dos tempos de viagem. Assim, fica demonstrado que a simples consideração de "tempo de viagem (ou tempo médio de viagem)", sem que uma medida de dispersão (por exemplo, variância ou desvio-padrão) o acompanhe, pode levar a distorções na análise de decisões em transportes.

Um caminho prático de cálculo do valor do tempo é simplesmente pela estimação do Equivalente Monetário (ME), relativo a mudança da utilidade esperada da situação A para a situação B (Senna, 1994b). O valor monetário (ou valor do tempo total) é a variação na Utilidade Esperada da situação A para a situação B dividida pelo coeficiente do Custo:

$$ME = \frac{\Delta U}{\delta} \rightarrow \frac{E(U_A) - E(U_B)}{\delta} \quad (6.18)$$

onde:

ME é o equivalente monetário;

$E(U_A)$ é a utilidade esperada da alternativa A;

$E(U_B)$ é a utilidade esperada da alternativa B;

δ é o parâmetro da variável custo.

6.6 O Processo de Escolha

Os modelos comportamentais estão baseados na teoria neo-clássica do comportamento do consumidor. Neste caso, assume-se que os decisores maximizam utilidade sujeitos ao tempo e renda disponíveis.

Na escolha entre modos, os decisores selecionam, entre as opções tempos e custos associados a cada modo, aquela que possui maior utilidade (ou menor desutilidade).

As escolhas feitas a partir do exercício de Preferência Declarada podem ser representadas através do modelo Logit, que em sua forma binária apresenta-se como:

$$P_f = \frac{1}{[1 + \exp(U_r - U_f)]} \quad (6.19)$$

onde:

P_f é a probabilidade de escolha da ferrovia;

U_r é a utilidade da alternativa rodovia;

U_f é a utilidade da alternativa ferrovia.

A probabilidade que um decisor escolha ferrovia (P_f) é uma função da diferença na utilidade dos dois modos. Assumindo uma função de utilidade linear aditiva e coeficientes "genéricos" (isto é, os coeficientes não variam por modo), esta diferença em utilidade pode ser expressa em termos das reais diferenças nas "n" variáveis relevantes entre modos:

$$U_f - U_r = \alpha_0 + \alpha_1(X_{1f} - X_{1r}) + \alpha_2(X_{2f} - X_{2r}) + \dots + \alpha_n(X_{nf} - X_{nr}) \quad (6.20)$$

onde:

U_f é a utilidade da alternativa ferrovia;

U_r é a utilidade da alternativa rodovia;

$X_{1f}, X_{2f}, \dots, X_{nf}$ são os atributos da alternativa ferrovia;

$X_{1r}, X_{2r}, \dots, X_{nr}$ são os atributos da alternativa rodovia;

$\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_n$ são os parâmetros dos atributos das alternativas ferrovia e rodovia.

Como alternativa a este procedimento, existe a possibilidade de atribuir-se valores associados às respostas, para representar a probabilidade de escolha de um modo. Para tanto, faz-se uso da "transformação linear do Modelo Logit Binomial" apresentado na seguinte equação:

$$\text{Log}[P_f/(1-P_f)] = \alpha_0 + \alpha_1(X_{1f} - X_{1r}) + \alpha_2(X_{2f} - X_{2r}) + \dots + \alpha_n(X_{nf} - X_{nr}) \quad (6.26)$$

6.7 Resumo do Capítulo

Neste capítulo foi apresentado os modelos de Jackson e Jucker e o Modelo da Utilidade Esperada com Variáveis Média e Desvio-Padrão (MUEVDP) desenvolvido por Senna (1994a). Estes modelos serão calibrados utilizando os dados obtidos através da técnica de Preferência Declarada (PD).

No próximo capítulo será apresentado o experimento de Preferência Declarada aplicado para a obtenção dos dados.

7 O EXPERIMENTO DE PREFERÊNCIA DECLARADA NO TRANSPORTE DE GRÃOS E ADUBO NO RIO GRANDE DO SUL

7.1 Introdução

O projeto de experimentos utilizando a técnica de Preferência Declarada, desenvolvido aqui, tem a intenção de identificar a avaliação de indivíduos em relação às variáveis tempos de viagem, variabilidade nos tempos de viagem e custo.

7.2 Escolha dos Produtos

O Rio Grande do Sul é um estado responsável por uma parcela significativa da produção de grãos. Por este motivo, e também porque os grãos fazem parte da relação de cargas apropriadas para o transporte por ferrovia, procurou-se trabalhar com grãos. Nesta escolha, foi identificado a soja, o milho e o arroz como os grãos que possuem maior produção. Além destes acrescentou-se o adubo, pois de acordo com os fluxos percorridos pelos grãos, o adubo atua como carga de retorno.

Uma característica básica dos produtos estudados é a sazonalidade, ou a existência bem definida de períodos notadamente de pico e fora de pico. As decisões referentes à escolha do modo de transporte são fortemente influenciadas por tais condições. Por exemplo, em períodos de colheita existe uma forte pressão para retirar o produto dos armazéns e colocá-lo no destino (quer seja ele um consumidor nacional, ou o porto para embarque para o exterior) o mais breve possível, por motivos relacionados à capacidade de armazenagem na origem. Nestes períodos, existe menor possibilidade de uma organização mais apurada de remoção da safra, uma vez que os decisores estão pressionados por uma demanda contínua de produto chegando aos armazéns e que necessitam ser despachados o mais rápido possível. Em função disto, as escolhas normalmente se dão em termos da alternativa rodoviária, que possui maior flexibilidade gerencial e maior dinamismo operacional, provendo prontamente a capacidade de transporte solicitada, com tempos curtos e prazos com altos níveis de confiabilidade. Uma maior probabilidade da escolha ferroviária em períodos de pico estaria potencialmente relacionada a um aumento da confiabilidade do serviço ofertado e a um aumento da capacidade e agilidade gerencial, que inclui a prestação de serviço porta-à-porta.

Em períodos fora de pico, amplia-se a possibilidade de um melhor planejamento, uma vez que existe mais tempo disponível para tanto, assim como uma maior disponibilidade dos meios de transporte.

Ainda relativo aos períodos de pico, existem aspectos importantes relacionados à disponibilidade de capacidade de armazenagem no local de destino (notadamente no porto). Tal disponibilidade influencia na decisão sobre o modo de transporte a utilizar. Apenas como exemplo, a existência de capacidade de armazenagem no local de destino (porto) pode viabilizar a formação de estoques junto aos terminais de embarque e assim reduzir sensivelmente a possibilidade de atrasos nos embarques de navios.

Quando o movimento se dá em direção ao porto de exportação, a premência em carregar o navio exerce influência na escolha modal. Atrasos nas entregas (chegada ao porto e conseqüente embarque) são penalizados com multas elevadas que ficam em torno de US\$ 15 por tonelada por dia.

No caso do adubo, deve ser notado que este é um produto com características diferenciadas. Na realidade, os insumos para a produção de adubos chegam ao porto e daí seguem para as fábricas que farão a mistura dos mesmos. No caso do Rio Grande do Sul, as principais fábricas estão localizadas junto ao porto, o que caracteriza uma movimentação do produto final para os diversos locais de consumo (no caso as zonas de plantio no interior do estado). Embora normalmente não existam penalidades relativas à entrega do produto adubo nos centros consumidores (como no caso da exportação de soja), existem problemas de armazenagem e períodos de pico de entrega do produto (períodos de plantio) que são muito similares aos problemas enfrentados pela soja.

7.3 Seleção da População para Entrevistas

Com a identificação dos grãos: soja, milho e arroz como os que possuem maior produção no estado, pesquisou-se a relação de cooperativas existentes. Estas cooperativas, de acordo com o grão, se dispersam por todo o estado, concentrando-se às de soja e milho a oeste e centro do estado, enquanto que as cooperativas de arroz se encontram localizadas mais a leste e sul. Já as indústrias de adubo se localizam mais ao sul do estado, junto ao porto de Rio Grande .

De posse da relação das cooperativas de grãos existentes no estado, distribuiu-se os questionários. Esta distribuição foi realizada através de correspondências. Em um primeiro momento, se fez contatos por telefone com as cooperativas, para se identificar a distância média que era percorrida pela carga típica transportada pela mesma, que vai da origem (onde se localiza a cooperativa ou indústria de adubo) até seu destino (que pode ser uma região no interior do estado, fora do estado ou, ainda, o porto para exportação). De acordo com esta distância, foi enviado um questionário para pequenas, médias ou grandes distâncias.

Os questionários apresentados aos entrevistados se encontram no anexo 1. Foram construídos 3 tipos de questionários, de acordo com a distância percorrida pela carga, pois os tempos de viagens e os custos variam com estas distâncias. Estes foram: pequenas distâncias (até 300km), médias distâncias (de 300km a 800km) e longas distâncias (acima de 800km). A maioria dos questionários respondidos foi para médias distâncias. Somente um questionário foi respondido para longas distâncias. Por esta razão só serão apresentados no anexo 1 estes dois tipos de questionário.

Após, fez-se novamente contatos telefônicos para se confirmar o recebimento e se fazer esclarecimentos sobre o preenchimento dos questionários. Percebeu-se alguma dificuldade, por parte do entrevistado, no preenchimento dos questionários, através de dúvidas que foram esclarecidas por telefone e o envio de questionários onde certas questões não estavam corretamente respondidas.

Para se garantir um número razoável de questionários para a estimação dos modelos, algumas entrevistas foram feitas pessoalmente. Estas foram com as cooperativas COTRIJUI e SUPRARROZ S/A e as indústrias de adubo Ipiranga Serrana Fertilizantes Ltda e MANAH S/A.

Apesar das dificuldades encontradas para preenchimento dos questionários, o retorno foi de 11 questionários. Complementando com algumas entrevistas feitas pessoalmente, chegou-se ao total de 15 questionários, correspondendo a 20,27%. Este percentual pode ser considerado razoável neste tipo de coleta de dados. Destes questionários, 4 foram de soja, 3 de arroz, 3 de adubo, 1 onde a cooperativa trabalha com os três produtos: arroz, soja e adubo, 2 onde a cooperativa trabalha com soja e adubo, e 2 respondidos para soja e arroz. Dos questionários que retornaram por correio, somente 9 puderam ser utilizados na calibração dos modelos, pois algumas cooperativas de arroz distribuem sua carga para vários destinos, onde pequenos lotes saem da mesma com seus volumes já definidos para cada cliente, deixando de ser a ferrovia um meio de transporte adequado para estes deslocamentos. O objetivo deste trabalho é aplicar um modelo desagregado de divisão modal, sendo a ferrovia um modo apropriado para grandes volumes de carga (grãos e adubo).

As cooperativas que colaboraram no preenchimento destes questionários se dispersam por todo o estado, onde pode-se citar as localizadas nos municípios de Alegrete, Candelária, Cruz Alta, Erechim, Ijuí, Passo Fundo, Pelotas, Rio Grande, Rosário do Sul, Uruguaiana e Vacaria.

No processo de modelagem, as empresas foram agrupadas, e não foram feitas segmentações segundo o tipo de produto, devido ao pequeno número de respostas.

7.4 Seleção das variáveis

Segundo Novaes (1989), o transporte de um determinado produto pode ser dividido em 3 etapas: o deslocamento da carga da cooperativa até a empresa transportadora, o transporte propriamente dito desta carga do local de origem até o seu destino e a entrega desta carga a seu destinatário final. O tempo envolvido neste processo é aleatório e geralmente com uma grande variabilidade. Esta variabilidade no tempo é grande porque o transporte de uma determinada carga envolve uma série de elementos onde, a variação de um deles, exerce influência no tempo total de viagem. Entre estes elementos, pode-se citar: processos de carga e descarga, qualidade nos serviços prestados pela empresa transportadora no que se refere a operação, manutenção e gerência, capacidade de armazenagem da carga tanto na origem como no local de destino.

Seguindo a ótica de logística (Novaes, 1989), utilizando recursos de gestão, informática, coordenação de transportes, etc, deve-se tentar alcançar 4 objetivos:

- reduzir ao máximo o tempo médio de viagem total que vai desde a emissão do pedido até a utilização final da carga;
- reduzir significativamente a variância do tempo total (maior confiabilidade);
- reduzir as avarias, furtos, devoluções, etc;
- garantir valores médios de custo global mínimos respeitados os níveis de serviço pré-estabelecidos.

Baseado neste objetivos e nas discussões prévias com empresários que trabalham com a comercialização destes grãos e adubo, decidiu-se estudar as variáveis: tempo médio de viagem, variabilidade nos tempos de viagem e custo.

7.5 Montagem dos Questionários

Inicialmente, os questionários apresentaram questões relativas ao produto típico, tamanho típico das remessas, capacidade de armazenagem do produto e destino da carga. Estas informações são importantes no processo de decisão sobre o modo de transporte em que a carga será deslocada. Informações sobre o tipo de empresa sendo pesquisada e as distâncias de transporte, também foram incluídas na primeira parte do questionário. À segunda parte do questionário inclui questões onde o entrevistado é indagado sobre preferências frente a diferentes opções envolvendo: tempos de viagem, variabilidade nos tempos de viagem (desvio padrão dos tempos de viagem) e custo.

A metodologia proposta considera a utilização de dois meios de transporte: ferroviário (alternativa "A") e rodoviário (alternativa "B").

Foram utilizadas 18 comparações em pares (pairwise comparisons), em que os tempos de viagem e os custos estão relacionados a cada alternativa, sendo 09 cartões referentes a períodos de pico (safra) e 09 referentes a períodos fora de pico.

Foram especificados três níveis de diferença em tempos de viagem esperados, representados, respectivamente, por níveis baixo, médio e alto. Foram considerados ainda, três níveis de diferença na representação da variabilidade nos tempos de viagem, respectivamente, níveis baixo, médio e alto. A variável custo é definida pelos valores limites para tempos de viagem esperados e variabilidade nos tempos de viagem.

É interessante apresentar, em todos os cartões, uma alternativa relacionada a certeza (ou regularidade) que é apresentada pelo desvio padrão igual a zero ou todas as jornadas apresentando os mesmos tempos de viagem. Este procedimento simples permite contrastar a idéia de jornadas regulares com variáveis de tempos de viagem. Por outro lado, seria muito difícil ter variabilidade em ambas alternativas A e B. Assim, é apresentado, ao entrevistado, um cenário em que os tempos de chegada mostram grande regularidade para a rodovia (opção "B"), implicando a idéia de não variabilidade em tempos de viagem e grande probabilidade de chegar ao destino no tempo de chegada esperado. A opção "A" oferece ao indivíduo diferentes níveis de tempo médio de viagem em relação a opção "B", e diferentes níveis de variabilidade. Os custos são também associados com cada opção. Assim, os indivíduos escolhem entre duas opções com base numa escala semântica:

- certamente escolheria A
- provavelmente escolheria A
- indiferente entre as alternativas
- provavelmente escolheria B
- certamente escolheria B

Existe a possibilidade de, ignorando-se a opção "indiferente entre as alternativas" e as distinções entre "certamente" e "provavelmente", voltar-se a ter escolhas discretas, ou seja, simplesmente escolher-se-ia entre A e B. Entretanto, isto envolve uma perda potencial de informações. Com isto, este trabalho optou por utilizar questionários do tipo "Escolha Discreta" em conjunto com "Avaliação (Rating)".

Um exemplo da idéia básica sobre como apresentar o problema aos entrevistados é mostrado na tabela 7.1.

TABELA 7.1 Cartões propostos - um exemplo dos cartões apresentados aos entrevistados

Opção	Remessas (em dias)					Valor do frete	Cartão 1	
	1	2	3	4	5			
Ferrovia (A)	3	3	3	2	4	US\$14 por tonelada com monitoração da localização da carga	Certamente A	
							Provavelmente A	
							Indiferente	
Rodovia (B)	1	1	1	1,5	1	US\$16 por tonelada	Provavelmente B	
							Certamente B	

Os números 1, 2, 3, 4 e 5 se relacionam ao número de remessas, sendo a primeira, segunda,..., e quinta remessa de um determinado lote de grãos ou adubo.

Na tabela 7.1, as escolhas são feitas de acordo com uma escala semântica que pode ser transformada numa escala probabilística (Bates e Roberts, 1983 e Bates, 1984) ou simplesmente representar escolhas discretas.

Para garantir a independência entre as variáveis tempo médio e variabilidade do tempo de viagem (ortogonalidade), todas as combinações entre as variáveis (tempos de viagem e variabilidade dos tempos de viagem), foram consideradas com três níveis para cada uma; isto implica 9 replicações, que se repetem para períodos de pico e fora de pico. Neste trabalho foi considerado o projeto fatorial completo.

Os questionários foram construídos de acordo com os diferentes tempos de viagem reais. Cinco diferentes tempos de viagem atuais foram definidos. O objetivo de medidas tais como estas é reduzir as diferenças entre a questão hipotética, que está sendo perguntada, e o tempo de viagem atual experimentado pelos entrevistados.

Os valores apresentados nos questionários devem resultar de discussões preliminares, cujo objetivo é identificar, além das variáveis relevantes no processo de escolha modal, os valores praticados no mercado. Os custos apresentados também devem resultar destas reuniões e, ainda, da adoção de "boundary values" ou valores limites tais como apresentados por Fowkes (1991) e Fowkes e Wardman (1988). Através de reuniões com empresários, foi possível identificar os valores de tempo e custo praticados no mercado.

Fez-se, ainda, um primeiro projeto do experimento, montando alguns cartões e distribuindo-os à alguns empresários, para que se pudesse avaliar a consistência das informações apresentadas e a opinião dos entrevistados.

A idéia básica no uso de boundary values é a de que as decisões se dão em função do custo generalizado, ou seja, a utilidade é definida por uma função que envolve o valor do tempo multiplicado pela quantidade de tempo. De uma forma geral, aplicado ao presente caso, que inclui tempos de viagem e variabilidade dos tempos de viagem, tem-se:

$$U = BVOT * T + VOV * V + C \quad (7.1)$$

onde:

BVOT é o valor limite (boundary value) do tempo;

VOV é o valor da variabilidade;

C é o custo.

No ponto de indiferença tem-se:

$$BVOT * T_1 + C_1 + VOV * V_1 = BVOT * T_2 + C_2 + VOV * V_2 \quad (7.2)$$

Daí o valor do tempo será dado por:

$$BVOT = \frac{C_1 - C_2 - VOV (V_1 - V_2)}{T_1 - T_2} \quad (7.3)$$

ou

$$BVOT = \frac{\Delta C - VOV (\Delta V)}{\Delta T} \quad (7.4)$$

No caso da pesquisa feita para a construção dos questionários deste trabalho, foram considerados três tipos de análise: o caso em que o valor limite do tempo é igual ao valor (monetário) da variabilidade, o caso em que é a metade e o caso em que é o dobro. Tal procedimento visa criar uma gama de valores em torno dos quais devem estar os valor estimados.

Para o cálculo da variação do custo entre as duas opções consideradas foi utilizada a equação:

$$\Delta C = BVOT * \Delta T + VOV (\Delta V) \quad (7.5)$$

Com o intuito de se definir os valores aproximados para inclusão nos questionários, foram também considerados três níveis de custos: custos baixos, médios e altos. Em outras

palavras, procurou-se estabelecer quais seriam os valores mínimos de custos associados a cada alternativa, assim como os valores intermediários e os valores máximos.

Dados os níveis de tempos de viagem, existe também a necessidade de definir os diferentes níveis de variabilidade dos tempos de viagem para cada intervalo de tempos médios de viagem. A variabilidade dos tempos de viagem foi definida como o desvio padrão da distribuição dos tempos de viagem. De acordo com os tempos médios definidos para a construção do questionário para pequenas distâncias, especificou-se as variabilidades (desvio padrão), conforme a tabela 7.2:

TABELA 7.2 Valores da variabilidade de acordo com os tempos médios de viagem para o questionário de pequenas distâncias

Cartão	Tempo Médio para ferrovia (A) (em horas)	Variabilidade para ferrovia (A) (desvio padrão)	Tempo Médio para rodovia (B) (em horas)	Variabilidade para rodovia (B) (desvio padrão)
1	24	3,84707	3	0
2	24	7,61577	3	0
3	24	11,18928	3	0
4	48	4,38178	3	0
5	48	7,69415	3	0
6	48	11,18928	3	0
7	72	3,84707	3	0
8	72	7,61577	3	0
9	72	11,18928	3	0

A tabela 7.3 especifica os valores de variabilidades dos tempos médios de viagem para o questionário de média distância:

TABELA 7.3 Valores da variabilidade de acordo com os tempos médios de viagem para o questionário de médias distâncias

Cartão	Tempo Médio para ferrovia (A) (em dias)	Variabilidade para ferrovia (A) (desvio padrão)	Tempo Médio para rodovia (B) (em dias)	Variabilidade para rodovia (B) (desvio padrão)
1	3	0,63245	1	0
2	3	1,09544	1	0
3	3	2,00000	1	0
4	5	0,63245	1	0
5	5	1,41421	1	0
6	5	2,44949	1	0
7	11	0,70711	1	0
8	11	1,73205	1	0
9	10,8	2,68328	1	0

Os valores de variabilidade dos tempos médios de viagem para o questionário de longas distâncias, são descritas na tabela 7.4:

TABELA 7.4 Valores da variabilidade de acordo com os tempos médios de viagem para o questionário de longas distâncias

Cartão	Tempo Médio para ferrovia (A) (em dias)	Variabilidade para ferrovia (A) (desvio padrão)	Tempo Médio para rodovia (B) (em dias)	Variabilidade para rodovia (B) (desvio padrão)
1	5	0,63245	3	0
2	5	1,26491	3	0
3	5	2,19089	3	0
4	8	0,63245	3	0
5	8	1,41421	3	0
6	8	2,28035	3	0
7	30	1,26491	3	0
8	30	4,47213	3	0
9	30	10,95445	3	0

Os valores da variabilidade dos tempos médios de viagem foram especificados com 5 casas após a vírgula, com o intuito de se poder definir os valores de β , de acordo com os modelos apresentados no capítulo 5.

Os cartões de número 10 a 18 repetem estes valores de tempo e variabilidade, onde o entrevistado deverá considerar sua decisão para períodos fora de pico.

7.6 Calibração dos Modelos

Os dados obtidos junto aos decisores das empresas de soja, milho, arroz e adubo foram utilizados na calibração de modelos comportamentais. A partir da calibração destes modelos, torna-se então possível estimar as probabilidades de escolha das alternativas consideradas (ferrovia e rodovia). Também é possível estimar o valor monetário que os usuários estariam dispostos a pagar para obterem reduções nas principais variáveis identificadas (tempo médio de viagem e variabilidade dos tempos de viagem).

O processo de calibração do modelo inclui a consideração das diferenças entre os tempos de viagem da alternativa A em relação a alternativa B, assim como diferenças na variabilidade e custos. Esta forma de modelagem foi discutida e utilizada por vários autores e estudos, entre eles Bates and Roberts (1983), Bates (1984) e MVA et al. (1987).

As probabilidades atribuídas a cada resposta são arbitrárias. Contudo, alguns pressupostos de simples compreensão podem ser feitos, tal como atribuir o valor "0,5" para a resposta "indiferente entre as alternativas", e estabelecer uma escala simétrica em torno desta resposta. Embora não seja a única escala utilizada na literatura, constitui-se na mais utilizada. Estudos como Wardman (1987), mostram que não existem diferenças fundamentais na utilização de escalas simétricas, sejam elas quais forem.

Seguindo o exemplo de Bates (1984), as respostas da escala semântica são então transformadas em escala probabilística: 0,9, 0,7, 0,5, 0,3, 0,1.

Um aspecto importante na análise feita neste trabalho é o fato de não existir um valor monetário único para o tempo médio de viagem, nem para a variabilidade dos tempos de viagem. Dado que os valores dependem da distribuição dos tempos de viagem, a definição destes valores fica condicionada às distribuições consideradas. Algumas simulações são feitas variando estas distribuições de tempos, para que se possa perceber a importância relativa de cada variável, ou seja, tempo de viagem e variabilidade dos tempos de viagem. Para isto são considerados modelos de divisão modal mais utilizados para este tipo de análise, e verificado aquele que melhor explica o comportamento da empresa no momento da escolha, identificando que variáveis influenciam, de forma mais significativa, esta escolha.

Existem discussões a respeito da ineficiência das empresas públicas, e que um processo de mudança operacional substancial destas empresas implicaria em um

aperfeiçoamento operacional, sem que necessariamente houvesse um aumento das tarifas. As simulações feitas levam em consideração o caso de se manter o mesmo nível tarifário praticado pela ferrovia e, simultaneamente, um aumento na qualidade do serviço (reduções no tempo médio de viagem e na variabilidade dos tempos de viagem). Espera-se que mudanças, como reduções em tempos de viagem e aumento da confiabilidade da opção ferrovia, impliquem em aumento da probabilidade de escolha da alternativa ferroviária, que por consequência refletirá em uma maior participação da ferrovia na divisão modal.

Este tipo de análise é de fundamental importância para que seja possível se fazer projeções antecipadas a respeito da divisão modal futura, que se seguirá a modificações empreendidas no nível operacional da empresa ferroviária.

7.7 Resumo do Capítulo

Neste capítulo foi apresentado o projeto experimental que está sendo desenvolvido neste trabalho, usando a técnica de Preferência Declarada (PD).

Os dados obtidos neste experimento serão, então, utilizados na calibração dos modelos de Jackson e Jucker e o modelo MUEVDP.

No capítulo 8 será mostrado os resultados obtidos na calibração dos modelos de Jackson e Jucker e MUEVDP, com os dados coletados através desta técnica de Preferência Declarada.

8 APLICAÇÃO PRÁTICA DOS MODELOS DESAGREGADOS

8.1 Introdução

A utilização de modelos comportamentais tem como objetivos a identificação da estrutura de escolha modal dos decisores nas empresas (cooperativas de grãos e indústria de adubo), os quais constituem-se em demanda potencial para a ferrovia; a possibilidade de estimar a probabilidade de escolha da alternativa ferroviária em presença de diferentes conjuntos de tempos de viagem; e, ainda, a estimação dos valores do tempo e da confiabilidade.

Algumas simulações realizadas a partir dos modelos estimados, testam a reação dos usuários frente a melhorias na operação ferroviária. Espera-se que mudanças em termos de redução de tempos de viagem e aumento da confiabilidade, impliquem em aumento da probabilidade de escolha da alternativa ferroviária e, assim, uma maior participação da ferrovia na divisão modal.

Este tipo de análise é de fundamental importância para que seja possível projetar a divisão modal futura, a partir, por exemplo, de modificações na operação da empresa ferroviária.

8.2 Aplicação dos Modelos para os Dados Obtidos

As regressões múltiplas feitas para os modelos apresentados a seguir não acrescentaram a constante, porque neste estudo está sendo analisado a relação existente entre as variáveis, usando sempre as diferenças entre as variáveis tempos médios de viagem, variabilidade dos tempos médios de viagem e custo, para as opções ferrovia e rodovia. Por isto, não há interesse em se saber onde a função intercepta o eixo e sim como esta função se comporta.

8.2.1 Modelo Generalizado de Jackson e Jucker

O modelo generalizado de Jackson e Jucker é descrito a seguir:

$$U = \alpha E(t^{\beta}) + \gamma V(t^{\beta}) + \delta C \quad (8.1)$$

onde:

U é a utilidade;

$E(t^\beta)$ é o tempo de viagem esperado;

$V(t^\beta)$ é a variabilidade do tempo de viagem;

C é o custo;

α , γ e δ são os parâmetros das variáveis tempo de viagem, variabilidade dos tempos de viagem e custo.

Para calibração deste modelo foram utilizados vários valores de β . Utilizou-se β igual a 0,25, 0,50, 0,70, 1,00, 1,50, 2,00 e 3,00.

A figura 8.1 apresenta um gráfico que mostra a variação de R^2 com os vários valores de β .

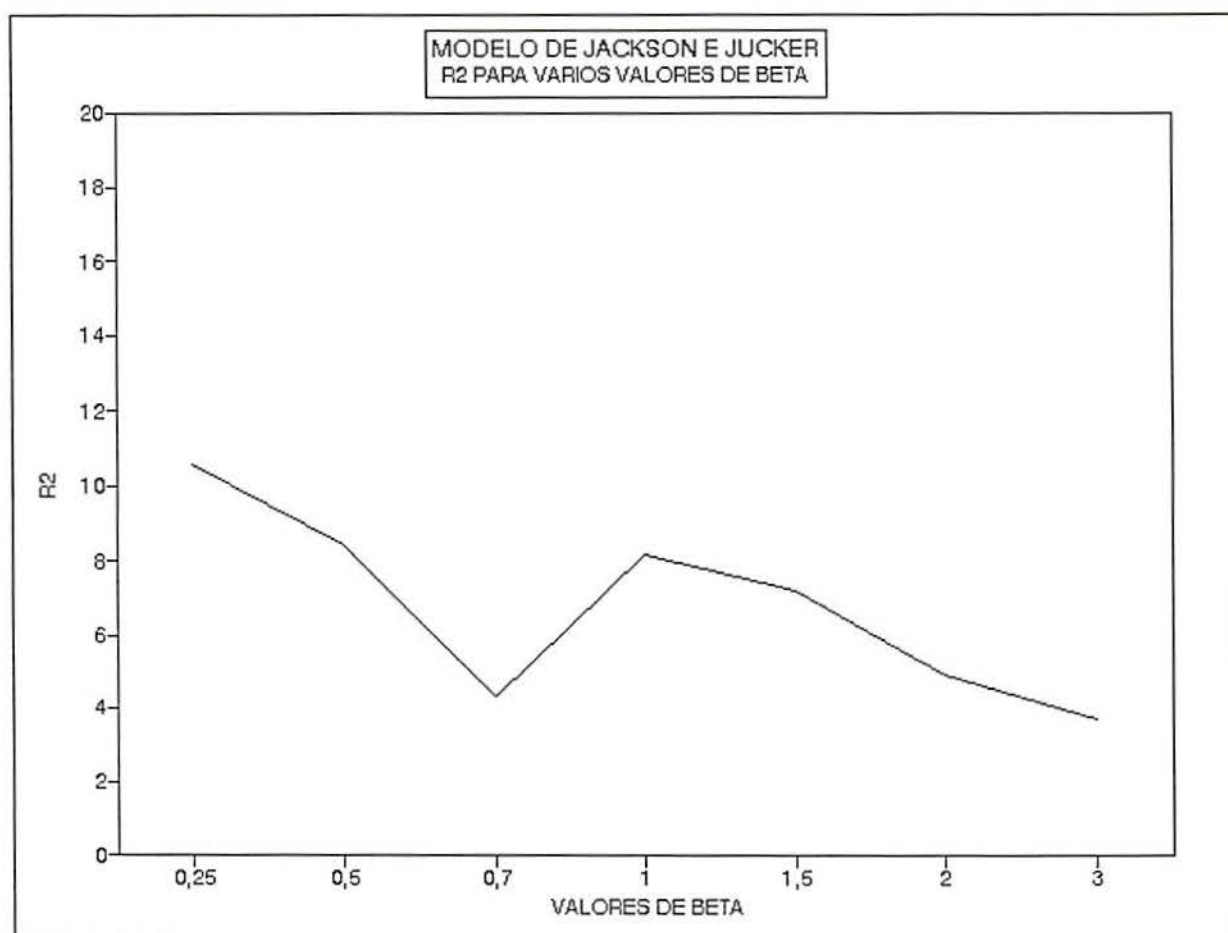


FIGURA 8.1 Variação de R^2 com os Vários Valores de β para o Modelo de Jackson e Jucker

De acordo com o gráfico acima, percebe-se que o maior valor de R^2 (coeficiente de determinação) se dá com $\beta=0,25$ e $\beta=0,50$.

A medida usual de ajuste para modelos empíricos é o R^2 ajustado, que no caso de dados de Preferência Declarada é geralmente baixo devido a diferentes fontes de erros (Wardman,1991). O fato, contudo, não coloca em risco a importância de modelos que utilizam dados de técnicas de Preferência Declarada, especialmente por ser direcionado para avaliação de demandas sobre condições que ainda não existem.

A calibração destes modelos, utilizando dados coletados através da técnica de Preferência Declarada, obtidos nesta dissertação, é apresentada na tabela 8.1:

TABELA 8.1. O modelo de Jackson e Jucker para $\beta=0,25$ e $\beta=0,50$

Variável	Parâmetro	
	$\beta=0,25$	$\beta=0,50$
Valor esperado do tempo de viagem ($E(t^\beta)$)	0,310448 (0,8875)	0,274456 (1,6321)
Variabilidade (t^β)	66,502789 (4,2050)	5,892295 (3,4910)
Custo (C)	0,012747 (0,5548)	0,056861 (1,5348)
R^2 (ajustado)	10,61%	8,45%
Número de Observações	225	225
Número de entrevistados	13	13

Os números entre parênteses apresentam a estatística "t", que indica a importância da variável dentro do modelo. Para um nível de significância de 95%, o "t" limite é igual a 1,96. O caso em que o "t" é maior que 1,96 indica que a variável é significativa.

Os modelos acima mostram que os coeficientes referentes ao valor esperado do tempo de viagem ($E(t^\beta)$), a variância (t^β) e ao custo (C) são positivos, significando que, quanto maior o valor esperado do tempo de viagem, a variância e o custo, maior será a utilidade, o que torna esta função incoerente. Isto mostra que, com $\beta=0,25$ e $\beta=0,50$, as variáveis incluídas na função de utilidade devem ser rejeitadas.

A seguir será apresentada uma tabela onde se explica como se dá a seleção de variáveis de acordo com o seu respectivo sinal (Ortúzar e Willumsen, 1990).

TABELA 8.2. Casos de seleção de variáveis

Sinal da Variável	Variável		
	Política	Outras Políticas	
Sinal Correto	Significativo	Incluir	Incluir
	Não Significativo	Incluir	Pode rejeitar
Sinal Errado	Significativo	grande problema	Rejeitar
	Não Significativo	problema	Rejeitar

Fonte: Ortúzar e Willumsen (1990)

A coluna "Políticas" na tabela 8.2, mostra quando se pode incluir uma variável em uma determinada função. A coluna referente a "Outras Políticas" mostra que, apesar de uma determinada variável estar explicando corretamente uma função, esta também pode ser rejeitada, dependendo da análise que está sendo feita no modelo.

Além disso, as variáveis de tempo de viagem e custo, na tabela 8.1, não são significativas. O coeficiente de determinação (R^2) é de 10.61% para $\beta=0,25$ e 8,45% para $\beta=0,50$, o que é aceitável em técnicas de Preferência Declarada, levando ainda, em consideração, o número reduzido de observações.

Analisando ainda a figura 8.1, a mesma situação enfrentada com $\beta=0,25$ e $\beta=0,50$ ocorre com os valores de β igual a 0,70, onde se verifica que os valores dos coeficientes do valor esperado do tempo de viagem, variância e custo apresentam sinais negativos somente a partir de valores de $\beta=1,00$.

A seguir será apresentado a calibração do modelo para $\beta=1,00$:

TABELA 8.3. O modelo de Jackson e Jucker para $\beta=1,00$

Variável	Parâmetro
Valor esperado do tempo de viagem [$E(t^\beta)$]	-0,245487 (-3,3982)
Variabilidade [(t^β)]	-0,05701 (-2,6927)
Custo (C)	-0,271228 (-3,8267)
R^2 (ajustado)	8,19%
Número de observações	225
Número de entrevistados	13

No modelo apresentado na tabela 8.3, verifica-se que os sinais dos coeficientes das variáveis $E(t^\beta)$, (t^β) e C são negativos, significando que quanto menor o tempo de viagem, a variabilidade nos tempos de viagens e o custo, maior será a utilidade. Ainda pode-se verificar que todas as variáveis são significativas (de acordo com a estatística "t" apresentada entre parênteses). O valor de R^2 é de 8,19%, o que é aceitável em técnicas de Preferência Declarada.

Também foram calibrados modelos para valores de $\beta=1,5$, $\beta=2,0$ e $\beta=3,0$. Estes modelos não apresentaram todas as variáveis contínuas significativas, sendo o modelo onde $\beta=1,0$, aquele que melhor explica a relação entre a utilidade e as variáveis tempo de viagem, variabilidade nos tempos de viagem e custo.

8.2.2 O Modelo MUEVDP

O modelo MUEVDP é descrito pela equação:

$$E(U) = \alpha E(t^\beta) = \alpha \{ [E(t^{\beta/2})]^2 + [\sigma(t^{\beta/2})]^2 \} + \tau C$$

onde:

$E(U)$ é a utilidade esperada;

$E(t^{\beta/2})$ é o tempo de viagem esperado;

$\sigma(t^{\beta/2})$ é a variabilidade do tempos tempos de viagem;

C é o custo;

α e τ são os parâmetros das variáveis tempo de viagem, variabilidade dos tempos de viagem e custo.

A figura 8.2 mostra um gráfico com a variação de R^2 de acordo com os vários valores de β .

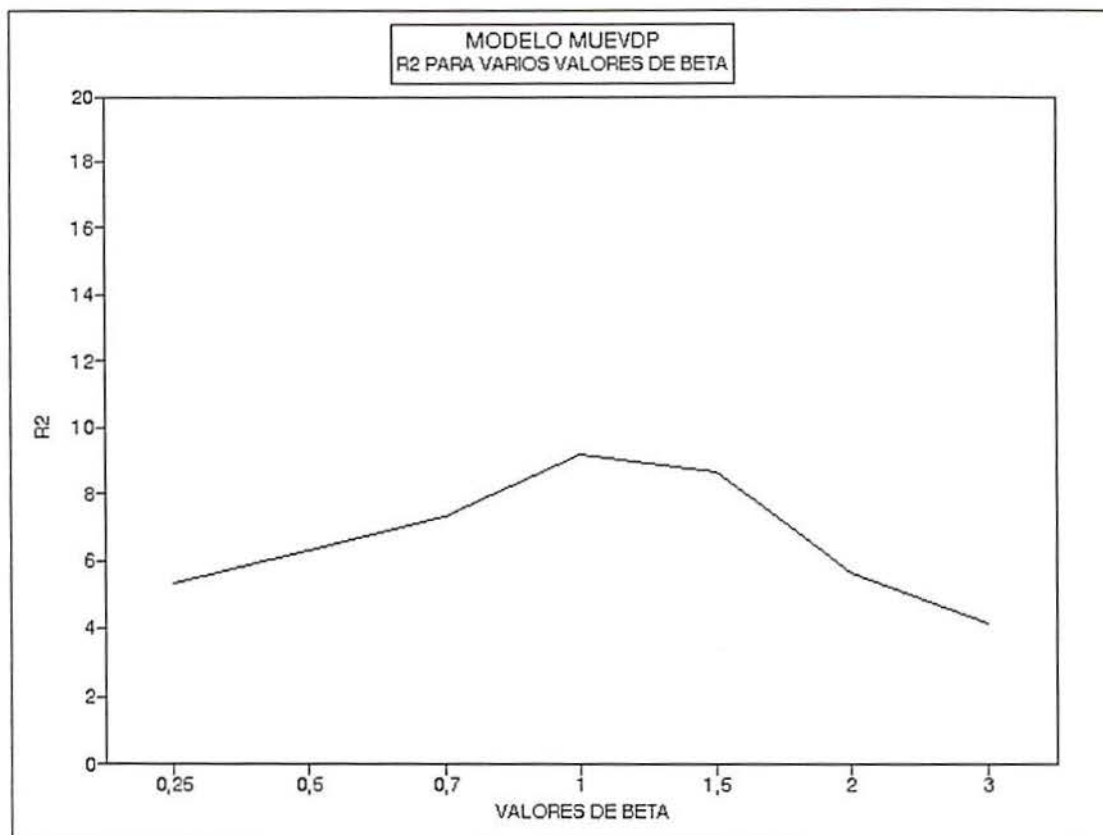


FIGURA 8.2 Variação de R^2 com os Vários Valores de β para o Modelo MUEVDP

Pela figura 8.2 verifica-se que o maior valor de R^2 se dá com $\beta=1,0$.

Na tabela 8.4 apresenta-se a calibração do modelo para $\beta=1,00$.

TABELA 8.4. O modelo MUEVDP para $\beta=1,00$

Variável	Parâmetro
$\{[E(t^{\beta/2})]^2 + [\sigma(t^{\beta/2})]^2\}$	-0,284606 (-3,6279)
Custo (C)	-0,142178 (-4,5436)
R^2 (ajustado)	9,20%
Número de observações	225
Número de entrevistados	13

No modelo apresentado na tabela 8.4, as variáveis estão com sinais corretos, significando que o usuário prefere menores tempos de viagem, menores custos e menor variabilidade nos tempos de viagem (maior confiabilidade). As variáveis são significativas (de acordo com a estatística "t" apresentada entre parênteses). O coeficiente de determinação (R^2) é baixo, também porque o uso de Preferência Declarada implica necessariamente na existência de erros oriundos de influências sobre as escolhas reais que não são observadas, não sendo incomum estes valores. Apesar de R^2 ser baixo, este é ainda maior do que o encontrado no modelo de Jackson e Jucker para $\beta=1$, percebendo-se assim que o modelo MUEVDP explica melhor a relação entre a Utilidade e as variáveis tempo de viagem, variabilidade nos tempos de viagem e custo.

A seguir será apresentado o modelo MUEVDP expandido para $\beta=1,00$.

8.2.2.1 O Modelo MUEVDP Expandido

A forma geral do modelo MUEVDP expandido é dada pela equação 6.9:

$$E(U) = \alpha E(t^\beta) = \alpha \{ [E(t^{\beta/2})]^2 + [\sigma(t^{\beta/2})]^2 \} + \lambda [\sigma(\bar{t})^2] + \delta C$$

onde:

$E(U)$ é a utilidade esperada;

$E(t^{\beta/2})$ é o tempo de viagem esperado;

$\sigma(t^{\beta/2})$ é a variabilidade dos tempos de viagem;

$\sigma(\bar{t})^2$ é a margem de segurança;

C é o custo;

α , λ e δ são os parâmetros das variáveis tempo de viagem, variabilidade dos tempos de viagem, margem de segurança e custo.

Na tabela 8.5, apresenta-se o modelo MUEVDP expandido para $\beta=1,00$.

TABELA 8.5. O modelo MUEVDP expandido para $\beta=1,00$

Variável	Parâmetro
$\{[E(t^{\beta/2})]^2 + [\sigma(t^{\beta/2})]^2\}$	-0,482337 (-4,7748)
$\sigma(\bar{t})^2$	-0,050111 (-3,0268)
Custo (C)	-0,262495 (-5,2242)
R^2 (ajustado)	12,41%
Número de observações	225
Número de entrevistados	13

No modelo MUEVDP expandido, o R^2 é de 12.41%, ou seja, este coeficiente aumenta com a inclusão no modelo MUEVDP da parcela referente a variância do tempo médio de viagem. Como este modelo é o que apresenta o maior R^2 , ele será adotado neste estudo como o melhor modelo para calibração dos dados obtidos. Os números entre parênteses representam a estatística "t".

Para se verificar a influência que certas situações podem exercer no comportamento dos decisores, se incluirá neste modelo algumas variáveis "dummy".

As variáveis "dummy" pertencem a uma classe de variáveis de natureza qualitativa, que mostram comportamentos não-lineares. Estas variáveis são divididas em intervalos discretos (ex.: 1 e 0), onde cada uma é tratada separadamente no modelo. Desta forma, não é necessário assumir que as variáveis tem um efeito linear, devido a cada uma de suas porções ser considerada separadamente, em termos de seus efeitos comportamentais nas viagens.

O uso de variáveis "dummy" melhora o valor de R^2 , pois incorpora situações levadas em consideração pelos usuários como, por exemplo, no transporte de grãos, multas referentes a atrasos na entrega da carga, períodos de safra, etc. É interessante mencionar que o uso de variáveis "dummy" tende a reduzir problemas de multicolinearidade nos dados.

As variáveis dummy consideradas neste trabalho, tentam identificar distinções que possam existir no processo de decisão para o transporte de grãos ou adubo (dummy produto); a importância de verificar o ponto de origem ou destino na cidade de Rio Grande, onde se localiza o porto para importação de insumos que produzirão o adubo e exportação de grãos como a soja (dummy Rio Grande); se a existência de multas no atraso na entrega da carga (dummy multas) influencia no processo de decisão assim como a capacidade de armazenagem da carga no local de destino (dummy oferta) e o transporte da carga em períodos de pico (safra) e fora de pico (dummy pico).

As variáveis dummy que serão consideradas são:

D_1 - dummy produto, onde "1" é considerado quando o questionário for respondido para o produto "adubo" e "0" para outros produtos.

D_2 - dummy Rio Grande, onde "1" é considerado quando a origem ou destino do produto é no município de Rio Grande e "0" para outros municípios.

D_3 - dummy multas, onde "1" equivale a multas no atraso da entrega do produto e "0" quando não existem multas.

D_4 - dummy oferta, sendo "1" quando há capacidade de armazenagem do produto no local do destino e "0" quando não existe capacidade de armazenagem.

D_5 - dummy pico, sendo "1" para períodos de pico e "0" para períodos fora de pico.

A forma funcional do modelo transforma-se então em:

$$E(U) = \alpha E(t^\beta) = \alpha \{ [E(t^{\beta/2})]^2 + [\sigma(t^{\beta/2})]^2 \} + \lambda [\sigma(\bar{t})]^2 + \delta C + \eta_1 D_1 + \eta_2 D_2 + \eta_3 D_3 + \eta_4 D_4 + \eta_5 D_5 \quad (8.2)$$

onde:

$E(U)$ é a utilidade esperada;

$E(t^{\beta/2})$ é o tempo de viagem esperado;

$\sigma(t^{\beta/2})$ é a variabilidade dos tempos de viagem;

$\sigma(\bar{t})$ é a margem de segurança;

C é o custo;

D_1, D_2, \dots, D_5 são as variáveis dummy;

α , λ e δ são os parâmetros das variáveis tempo de viagem, variabilidade dos tempos de viagem, margem de segurança e custo;

$\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_5$ são os parâmetros das variáveis dummy.

Na tabela 8.6 será apresentado o modelo MUEVDP expandido para $\beta=1,00$ incluindo variáveis dummy.

TABELA 8.6. O modelo MUEVDP expandido para $\beta=1,00$ com a inclusão de algumas variáveis dummy

Variável	Modelo1	Modelo2	Modelo3	Modelo4	Modelo5
$\{[E(\bar{r})]^2 + [\sigma(\bar{r})]^2\}$	-0,477078 (-4,6909)	-0,517471 (-4,9170)	-0,494948 (-4,9377)	-0,373218 (-3,4104)	-0,516013 (-4,9843)
$\sigma(\bar{r})^2$	-0,048197 (-2,8356)	-0,057186 (-3,2498)	-0,054701 (-3,3099)	-0,020954 (-1,0342)	-0,059388 (-3,3443)
Custo (C)	-0,256884 (-4,9878)	-0,291183 (-5,2189)	-0,27595 (-5,5043)	-0,162332 (-2,5198)	-0,293836 (-5,3661)
D1	0,115316 (0,5133)	-	-	-	-
D2	-	-0,241941 (-1,1784)	-	-	-
D3	-	-	-0,829561 (-2,2711)	-	-
D4	-	-	-	0,447157 (2,4431)	-
D5	-	-	-	-	-0,252413 (-1,4226)
R^2 (ajust.)	12,12%	12,56%	14,02%	14,33%	12,81%
Nº observ.	225	225	225	225	225
Nº entrev.	13	13	13	13	13

continuação da TABELA 8.6.

Variável	Modelo6	Modelo7	Modelo8	Modelo9	Modelo10
$\{[E(\bar{t}^{\beta/2})]^2 + [\sigma(\bar{t}^{\beta/2})]^2\}$	-0,396326 (-3,6845)	-0,374836 (-3,5335)	-0,361814 (-3,3591)	-0,523783 (-5,0981)	-0,386219 (-3,5798)
$\sigma(\bar{t})^2$	-0,02338 (-1,2727)	-0,023563 (-1,1981)	-0,019474 (-0,9769)	-0,062593 (-3,5414)	-0,025019 (-1,2504)
Custo	-0,180851 (-2,8233)	-0,167169 (-2,6717)	-0,154278 (-2,4324)	-0,302706 (-5,5580)	-0,175177 (-2,7536)
D1	0,124033 (0,5664)	-	-	-	-
D2	-0,321507 (-1,4187)	-	-	-	-
D3	-0,845921 (-2,1575)	-1,074093 (-2,9749)	-1,06558 (-2,9041)	-0,791325 (-2,1616)	-
D4	0,884929 (4,2443)	0,803127 (4,0149)	0,56027 (3,0418)	-	0,687048 (3,4411)
D5	-0,569992 (-2,9899)	-0,540835 (-2,8687)	-	-0,220482 (-1,2486)	-0,536225 (-2,7949)
R^2	19,83%	19,75%	17,11%	14,23%	16,89%
Nº observ.	225	225	225	225	225
Nº entrev.	13	13	13	13	13

O melhor modelo dos apresentados acima é o modelo 3, pois os sinais negativos significam que quanto menor o tempo de viagem, a variabilidade nos tempos de viagem e o custo, maior será a utilidade. Apesar deste modelo não possuir o maior R^2 entre os demais modelos apresentados, todas as suas variáveis são significativas (de acordo com a estatística "t" apresentada entre parênteses).

Apesar de outras variáveis dummy se apresentarem significativas, optou-se por escolher o modelo onde, primeiramente, todas as variáveis contínuas são significativas.

8.3 Cálculo do Valor Monetário

8.3.1 Cálculo do Valor Monetário para o Modelo de Jackson e Jucker

A idéia é calcular o valor monetário referente à mudanças na forma operacional da ferrovia, isto é, pretende-se verificar quanto o usuário está disposto a pagar a mais para usufruir de melhorias na operação da ferrovia. Pretende-se, também, determinar a

probabilidade de um indivíduo escolher a alternativa ferrovia diante de diferentes cenários. Serão apresentados três cenários, onde a distribuição corrente de tempos médios de viagem e variabilidade nos tempos médios de viagem será modificada de um estado A para um estado B.

De acordo com a equação 6.18:

$$ME = \frac{\Delta U}{\delta} \rightarrow \frac{E(U_A) - E(U_B)}{\delta}$$

onde:

ME é o valor equivalente monetário;

$E(U_A)$ é a utilidade esperada da alternativa "A";

$E(U_B)$ é a utilidade esperada da alternativa "B";

δ é o parâmetro da variável custo.

Ainda, conforme a equação 6.19:

$$P_f = \frac{1}{[1 + \exp(U_r - U_f)]}$$

onde:

P_f é a probabilidade de escolha da alternativa ferrovia;

U_r é a utilidade da alternativa rodovia;

U_f é a utilidade da alternativa ferrovia.

A função de utilidade usada neste exemplo é aquela apresentada na tabela 7.3, onde foi visto que esta função com $\beta=1,00$ é a que melhor explica o modelo de Jackson e Jucker. Esta função é mostrada a seguir:

$$U = -0,245487E(t^\beta) - 0,05701V(t^\beta) - 0,271228C \quad (8.3)$$

O valor do custo para o transporte por ferrovia utilizado para estes exemplos é de US\$12,50/tonelada. Este é um valor médio apresentado nos questionários.

TABELA 8.7. Três cenários de melhorias na operação da ferrovia variando tempos médios de viagem e variabilidade nos tempos médios de viagem para o modelo de Jackson e Jucker

Situação	Estado A	E(t)	$\sigma(t)$	Estado B	E(t)	$\sigma(t)$
A	5 4 6 6 4	5	0,894	4 4 4 3 5	4	0,632
B	5 4 6 7 3	5	1,414	5 5 4 6 5	5	0,632
C	5 5 5 5 5	5	0,000	4 4 4 4 4	4	0,000

Na tabela 8.8, encontram-se os valores equivalentes monetários e probabilidades de escolha da alternativa ferrovia, para os cenários de redução de tempo de viagem e variabilidade nos tempos de viagem apresentados na tabela 8.7.

TABELA 8.8 Equivalente monetário e probabilidades de escolha para o modelo de Jackson e Jucker

Modelo		Jackson e Jucker	
		Estado A	Estado B
Situação A	Equivalente Monetário	US\$0,99/ton/dia	
	Probabilidade	48,71%	55,40%
Situação B	Equivalente Monetário	US\$0,34/ton/dia	
	Probabilidade	47,00%	49,28%
Situação C	Equivalente Monetário	US\$0,91/ton/dia	
	Probabilidade	49,85%	55,96%

Percebe-se assim, que, o aumento na probabilidade de escolha da opção ferrovia é maior quando se reduz tempos de viagem, do que quando se reduz a variabilidade nos tempos de viagem. Verifica-se, ainda, que é importante se analisar a variabilidade nos tempos médios de viagem, já que o Valor Monetário Equivalente (valor que o usuário está disposto a pagar a mais) para a redução da mesma em conjunto com os tempos médios de viagem é maior.

8.3.2 Cálculo do Valor Monetário para o Modelo MUEVDP

Será calculado o valor monetário para os mesmos cenários já apresentados, no modelo de Jackson e Jucker.

A função de utilidade mostrada a seguir é referente à tabela 8.4 onde $\beta=1,00$.

$$U = -0,284606 \{ [E(t^{1/2})]^2 + [\sigma(t^{1/2})]^2 \} - 0,142178C \quad (8.4)$$

TABELA 8.9. Três cenários de melhorias na operação da ferrovia variando tempos médios de viagem e variabilidade nos tempos médios de viagem para o modelo MUEVDP

Situação	Estado A	$E(t^{\beta/2})^2$	$\sigma(t^{\beta/2})^2$	Estado B	$E(t^{\beta/2})^2$	$\sigma(t^{\beta/2})^2$
A	5 4 6 6 4	5,000	0,040	4 4 4 3 5	4,000	0,025
B	5 4 6 7 3	5,000	0,104	5 5 4 6 5	5,000	0,020
C	5 5 5 5 5	5,000	0,000	4 4 4 4 4	4,000	0,000

TABELA 8.10 Equivalente monetário e probabilidades de escolha para o Modelo MUEVDP

Modelo		MUEVDP	
		Estado A	Estado B
Situação A	Equivalente Monetário	US\$2,03/ton/dia	
	Probabilidade	34,94%	41,76%
Situação B	Equivalente Monetário	US\$0,17/ton/dia	
	Probabilidade	34,53%	35,07%
Situação C	Equivalente Monetário	US\$2,00/ton/dia	
	Probabilidade	35,21%	41,94%

8.3.3 Cálculo do Valor Monetário para o Modelo MUEVDP Expandido

A função do modelo MUEVDP Expandido, mostrado na tabela 8.5 é:

$$U = -0,482337\{[E(t^{\beta/2})]^2 + [\sigma(t^{\beta/2})]^2\} - 0,050111[\sigma(\bar{t})]^2 - 0,262495C \quad (8.5)$$

O cálculo do valor monetário será para os mesmos cenários apresentados anteriormente, na tabela 8.8.

TABELA 8.11 Equivalente monetário e probabilidades de escolha para o modelo MUEVDP expandido

Modelo		MUEVDP Expandido	
		Estado A	Estado B
Situação A	Equivalente Monetário	US\$1,94/ton/dia	
	Probabilidade	26,58%	37,60%
Situação B	Equivalente Monetário	US\$0,46/ton/dia	
	Probabilidade	24,84%	27,16%
Situação C	Equivalente Monetário	US\$1,84/ton/dia	
	Probabilidade	27,76%	38,36%

Para o modelo MUEVDP expandido com a variável dummy referente a multas, a função de utilidade é dada por:

$$U = -0,494948\{[E(t^{1/2})]^2 + [\sigma(t^{1/2})]^2\} - 0,054701[\sigma(\bar{t})]^2 - 0,27595C - 0,829561D_3 \quad (8.6)$$

TABELA 8.12 Equivalente monetário e probabilidades de escolha para o modelo MUEVDP expandido com dummy referente à multas no atraso na entrega do produto

Modelo		MUEVDP Expandido com dummy	
		Estado A	Estado B
Situação A	Equivalente Monetário	US\$1,90/ton/dia	
	Probabilidade	26,46%	37,81%
Situação B	Equivalente Monetário	US\$0,47/ton/dia	
	Probabilidade	24,62%	27,09%
Situação C	Equivalente Monetário	US\$1,84/ton/dia	
	Probabilidade	27,72%	38,62%

TABELA 8.13 Resultados encontrados para os valores equivalente monetário e probabilidades de escolha para as funções de utilidade encontradas para alguns modelos

Modelos		Jackson e Jucker		MUEVDP		MUEVDP Expandido		MUEVDP Exp. c/ dummy	
		Est. A	Est. B	Est. A	Est. B	Est. A	Est. B	Est. A	Est. B
Sit. A	M.Equ	US\$0,99/ton/dia		US\$2,03/ton/dia		US\$1,94/ton/dia		US\$1,90/ton/dia	
	Prob.	48,71%	55,40%	34,94%	41,76%	26,58%	37,60%	26,46%	37,81%
Sit. B	M.Equ	US\$0,34/ton/dia		US\$0,17/ton/dia		US\$0,46/ton/dia		US\$0,47/ton/dia	
	Prob.	47,00%	49,28%	34,53%	35,07%	24,84%	27,16%	24,62%	27,09%
Sit. C	M.Equ	US\$0,91/ton/dia		US\$2,00/ton/dia		US\$1,84/ton/dia		US\$1,79/ton/dia	
	Prob.	49,85%	55,96%	35,21%	41,94%	27,76%	38,36%	27,72%	38,62%

Analisando a tabela 8.13, percebe-se que o usuário está disposto a pagar bem mais pela redução dos tempos médios de viagem do que para a redução da variabilidade nos tempos médios de viagem. Percebe-se, também, que a probabilidade de escolher uma situação onde há redução na variabilidade nos tempos de viagem não aumenta de forma substancial. Deve-se ressaltar que, de acordo com os cenários criados, as reduções nos tempos médios de viagem são bem maiores do que as reduções na variabilidade nos tempos de viagem.

8.4 Resumo e Conclusões do Capítulo

Com a aplicação dos dados obtidos através da técnica de Preferência Declarada, nos modelos de Jackson e Jucker e MUEVDP, verificou-se que o modelo que melhor explica a decisão dos usuários frente aos tempos de viagem, variabilidade nos tempos de viagem e custos, referentes aos modos analisados, foi o modelo MUEVDP expandido com uma variável dummy referente a multas.

Verificou-se ainda que, de acordo com os cenários criados, o usuário está disposto a tempos de viagem. Ainda, foi percebido que a probabilidade de escolha de uma situação onde há redução somente na variabilidade nos tempos de viagem, não aumenta de forma substancial.

9 CONCLUSÕES

9.1 Da análise

Este trabalho teve, por objetivo, a identificação da estrutura de escolha modal dos decisores nas empresas, que se constituem não apenas na demanda atual, como, principalmente, em demanda potencial para a ferrovia. Para isto foi empregada uma técnica para coleta de dados conhecida por Preferência Declarada, onde estes dados foram utilizados para a estimação de Modelos Comportamentais.

Para a realização deste trabalho, foram feitas entrevistas junto à cooperativas de grãos (soja, arroz e milho) e indústrias de adubo. Por ocasião das entrevistas, foram identificados alguns pontos importantes dentro do processo de decisão em relação a transportes. Por exemplo, um transporte feito pela ferrovia, envolveria problemas menores do que o rodoviário no que se refere aos processos de carregamento e descarregamento. Em outras palavras, a negociação na porta dos armazéns se dá apenas com uma unidade (a composição ferroviária), enquanto que no transporte rodoviário, embora os contratos sejam normalmente feitos com uma única empresa, as operações de embarque (e desembarque) são feitas com vários caminhões, o que implicitamente, representa um custo adicional.

Muitas empresas manifestam interesse na utilização da ferrovia, mas sistematicamente apontam a "ineficiência" dos serviços prestados como a principal causa por optarem pelo sistema rodoviário. A agilidade operacional, monitoração das cargas e confiabilidade nos tempos de viagens, são fatores levados em consideração no momento da opção pelo sistema rodoviário para o transporte da carga. Os períodos de pico e a urgência em retirar as cargas dos armazéns em decorrência da chegada de novos carregamentos, são também apontados como fatores importantes que influenciam nas decisões sobre transportes.

Pode-se alcançar melhorias no setor transporte considerando, simultaneamente, redução nos tempos de viagem e aumento da confiabilidade de serviços de transportes. Como mencionado pelos empresários, a confiabilidade nos prazos de entrega, é um fator muito importante na análise de modelos comportamentais. Quando não considerada, pode-se ter deficiências nestes estudos, pois se perde os benefícios que podem ser alcançados com a redução na variabilidade dos tempos de viagens.

A técnica de Preferência Declarada, utilizada em projetos de questionários, tem como objetivo fundamental, assegurar que as respostas sejam realmente confiáveis, apesar das questões serem hipotéticas.

O uso de métodos de Preferência Declarada tornou-se uma opção atrativa em transportes porque os dados de PD evitam correlações; aos entrevistados, pode ser apresentada uma gama de opções. Ainda, o fato do usuário poder fazer várias escolhas, possibilita identificar seu comportamento frente a diferentes opções.

A vantagem de PD é que o investigador pode controlar, com grande precisão, as características que determinam cada caso hipotético. Assim, o impacto da mudança de características de um serviço de transporte pode ser determinado com maior exatidão. Mediante a aplicação de PD, pode-se construir um modelo matemático que representa a forma de decisão dos usuários. Com isto, torna-se possível tomar decisões como: priorizar entre um grupo de alternativas de inversão ou estratégias de operação ou, ainda, estimar o impacto na demanda futura.

A forma de apresentar as questões envolvendo tempos de viagem, variabilidade nos tempos de viagem e custo, seguem a abordagem apresentada por Jackson e Jucker.

Foi montado um experimento onde um conjunto de escolhas foi apresentado aos entrevistados. Nestes cartões, foram analisados alguns atributos como tempo de viagem, variabilidade no tempos de viagem e custo, que foram apresentados à três níveis. Estes cartões se repetem para períodos de pico e fora de pico. Os custos foram definidos em dólar, ignorando-se, assim, problemas de inflação. Além destes, foram analisadas outras variáveis de escolha discreta conhecidas por variáveis "dummy". Foi utilizado um projeto fatorial completo, o que torna o projeto mais consistente.

Os valores de tempos de viagem, apresentados nos questionários, resultaram de discussões preliminares, cujo objetivo foi identificar, além das variáveis relevantes no processo de escolha modal, os valores praticados no mercado. Os custos apresentados resultaram destas reuniões e, ainda, da adoção de "valores limites".

O questionário foi montado de acordo com experimentos realizados por Jackson e Jucker (1982) e Senna (1994a), seguindo características como: comparações entre pares (ferrovia e rodovia), utilizando como forma de classificação a Escolha Discreta junto com a Avaliação (Rating). Poderia se utilizar somente Escolha Discreta (simplesmente se escolheria entre a opção ferrovia e rodovia). Entretanto isto envolve uma perda potencial de informações.

Nos cartões apresentados aos entrevistados foi apresentada uma alternativa relacionada a certeza (regularidade) para a opção rodovia onde todas as jornadas apresentam os mesmos tempos de viagem. Para a opção ferrovia, os valores de tempo são flexíveis, isto é, variam

dentro da mesma opção, para que se possa avaliar a variável confiabilidade nos tempos de viagem.

Nos estudos que utilizam PD, os usuários são conduzidos a escolher entre alternativas "t", ao invés de $E(t)$. Para os valores de tempos esperados, as escolhas são feitas sob condições de certeza. Neste trabalho foram analisadas situações de risco, onde o usuário conhece apenas a probabilidade atribuída à sua escolha.

Para a estimação dos dados coletados através da técnica de PD, foram utilizados Modelos Desagregados. Estes modelos são baseados em teorias comportamentais, exercendo vantagem sobre os modelos agregados, pois possuem uma maior probabilidade de serem estáveis no tempo e espaço. O modelo de escolha modal, freqüentemente utilizado para estes casos, é uma formulação Logit Multinomial baseada em Custos Generalizados.

As razões para a escolha dos modelos que foram apresentados, estão principalmente relacionadas à possibilidade de incluir explicitamente a variável variabilidade nos tempos de viagem sobre a função de utilidade.

Os modelos estimados foram o de Jackson e Jucker e MUEVDP. Os resultados encontrados, através da estimação destes modelos, podem ser utilizados em processos de planejamento.

Foi verificado quais atributos o usuário leva em consideração, no momento de decidir o modo que transportará sua carga. Estes atributos foram, para o modelo MUEVDP, tempo de viagem e variabilidade nos tempos de viagem, a variável segurança relacionada a atitudes de risco, o custo e a variável dummy referente à multas no atraso na entrega do produto. Pode-se perceber que, reduzindo uma unidade em uma das variáveis descritas na função de Utilidade, pode-se aumentar a utilidade.

Um aspecto importante na análise feita neste trabalho, é o fato de não existir um valor monetário único para o tempo médio de viagem, ou para a variabilidade nos tempos de viagem. Dado que os valores dependem da distribuição dos tempos médios de viagem, a definição destes valores fica condicionada às distribuições consideradas. Com isto, foram criados alguns cenários para que se possa perceber os efeitos alcançados com melhorias na operação ferroviária. Estes cenários enfocam três situações: redução no tempo médio de viagem, redução na variabilidade dos tempos de viagem e redução no tempo médio de viagem e na variabilidade nos tempos de viagem simultaneamente. Comparando os resultados encontrados na aplicação destes cenários nos modelos de Jackson e Jucker e MUEVDP, verifica-se que o usuário está disposto a pagar mais pela redução no tempo médio de viagem

no modelo MUEVDP do que no modelo de Jackson e Jucker. Em contrapartida, este usuário está disposto a pagar menos para reduzir a variabilidade nos tempos de viagem no modelo MUEVDP do que no modelo de Jackson e Jucker. Esta situação se modifica no momento em que se acrescenta no modelo MUEVDP a variável relacionada a atitudes de risco "S" (MUEVDP Expandido). Neste caso, o usuário está disposto a pagar mais para reduzir a variabilidade nos tempos de viagem. Em última análise, para o modelo MUEVDP Expandido com variável dummy referente a multas, os usuários estariam dispostos a pagar US\$1,79 por tonelada para reduzir um dia no tempo médio de viagem e US\$0,47 por tonelada para reduzir um dia na variabilidade nos tempos de viagem. Para diminuir, simultaneamente, um dia no tempo médio de viagem e na variabilidade nos tempos de viagem, estes estariam dispostos a pagar US\$1,90 por tonelada.

O objetivo final, em utilizar modelos como os apresentados anteriormente, incluem não apenas a estimativa dos valores do tempo e da confiabilidade, mas também a possibilidade de estimar a probabilidade de escolha da alternativa ferroviária, em presença de diferentes conjuntos de tempos de viagem, em comparação com as condições apresentadas pela alternativa rodoviária. Utilizando os mesmos cenários, pode-se estimar a probabilidade de escolha da ferrovia.

Existem discussões a respeito da ineficiência das empresas públicas e que um processo de mudança operacional substancial destas empresas implicaria em um aperfeiçoamento operacional sem que ocorra, necessariamente, o aumento das tarifas. No caso de manter-se o mesmo valor praticado pela ferrovia (valor médio de US\$12,50/tonelada apresentado nos questionários) e caso ocorra uma maior confiabilidade nos tempos de viagem, conforme apresentado nos cenários, pode-se verificar um aumento na probabilidade de escolha da ferrovia.

No modelo de Jackson e Jucker, a probabilidade de escolha da ferrovia na situação atual seria de 48,71%. Com a redução do tempo médio de viagem em um dia e redução na variabilidade nos tempos de viagem, a probabilidade de escolha da ferrovia passaria para 55,40%. Para o modelo MUEVDP, reduzindo também o tempo médio de viagem em um dia e a variabilidade nos tempos de viagem, a probabilidade de escolha da ferrovia passaria de 34,94% para 41,76%. Este aumento torna-se, ainda mais significativo, quando incluída no modelo MUEVDP, a variável referente a situações de risco e, ainda, a variável dummy referente a multas. Neste caso, a probabilidade de escolha da opção ferrovia, passa de 26,46% para 37,81%.

Nota-se que, tanto no modelo de Jackson e Jucker como no MUEVDP, o aumento da probabilidade da situação atual para a criada, é praticamente a mesma. Este último, além de

explicar melhor as variáveis incluídas na função de utilidade, a probabilidade de escolha da ferrovia aumenta de forma mais significativa, com a inclusão da variável referente a situações de risco.

Através deste tipo de análise, torna-se possível fazer projeções antecipadas a respeito da divisão modal futura, que se seguiria à modificações empreendidas no nível operacional da empresa ferroviária.

Analisando os principais grãos produzidos no Rio Grande do Sul e, ainda, o produto adubo, que atua como carga de retorno, foi possível verificar, através da estimação de modelos comportamentais, que atributos os usuários levam em consideração no momento de decidir o modo que transportará sua carga, perceber quanto o usuário está disposto a pagar para diminuir o tempo de viagem e a variabilidade no tempo de viagem, e a probabilidade de escolha de cada opção de acordo com os cenários criados.

9.2 Recomendações para Futuros Trabalhos

Apesar dos resultados apresentados neste trabalho serem animadores, não se recomenda a utilização dos parâmetros dos modelos de forma indiscriminada. Para conclusões mais definitivas, torna-se fundamental que o banco de dados examinado seja maior no que se refere a número de entrevistas realizadas. Este é um fator que deve ser repensado em trabalhos subsequentes. Apesar do número de questionários que retornaram estar dentro do esperado (20,27%), para se obter resultados mais confiáveis, deve-se verificar uma forma de divulgação mais eficaz.

Outro problema encontrado foi a dificuldade de compreensão por parte dos usuários para o preenchimento dos questionários. Sugere-se a reavaliação da forma de apresentação das questões aos entrevistados. Próximos estudos devem considerar melhorias nos questionários como, por exemplo, questões apresentadas de forma mais detalhada e um número menor de cartões para preenchimento, tornando este processo menos cansativo.

Nesta dissertação, alguns questionários foram preenchidos com a presença do pesquisador, que auxiliou esclarecendo dúvidas. Pode-se perceber uma maior consistência nas respostas, principalmente na primeira parte do questionário, onde se tem perguntas como tipo de produto transportado, distância, capacidade de armazenagem da carga no local do destino, etc. Outros foram preenchidos e enviados por correio. Sugere-se que, sempre que possível, todos os questionários sejam preenchidos na presença do pesquisador. Isto evita dúvidas no preenchimento dos questionários, assim como uma interpretação mais consistente, com um retorno maior dos mesmos.

Para estudos da natureza da presente dissertação, sugere-se também a utilização conjunta de Preferência Revelada e Preferência Declarada. Desta forma, algumas limitações inerentes a Preferência Declarada podem ser substancialmente reduzidas, pela consideração conjunta de questões referentes às decisões presentes dos usuários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATES, J. J. Values of time from stated preference data. Proceedings of PTRC SUMMER ANNUAL MEETING. Brighton, 1984.
- BATES, J. J. Econometric issues in SP analysis. **Journal of Transport Economics and Policy**. v.22, n.1, January. 1988.
- BATES, J. J. Introduction to stated preference techniques: theoretical basis and other key issues. Proceedings of PTRC COURSE ON INTRODUCTIO TO STATED PREFERENCE TECHNIQUES, 1991, Brighton.
- BATES, J. J.; DIX, M.; MAY, T. Travel time variability and its effects on time of day choice for the journey to work. Proceedings of PTRC SUMMER ANNUAL MEETING. 1987.
- BATES, J. J.; ROBERTS, R. Recent experiences with models fitted to stated preference data. Proceedings of PTRC SUMMER ANNUAL MEETING. Brighton, 1983.
- BEN-AKIVA, M.; LERMAN, S.R. **Discrete choice analysis: theory and application to travel demand**. Massassuchets: The MIT Press, 1985.
- BENWELL, M.; BLACK, I. G. **Train service reliability on BR intercity service**. Cranfield: Cranfield Institute of Technology, 1984.
- BIANCHI, R.; ORTÚZAR, J. D. Modelacion de nuevas estrategias de tarificacion para el metro de Santiago. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE TRANSPORTE PUBLICO Y URBANO, 1994, Buenos Aires. Buenos Aires, 1994. v.2, p. 389-400.
- BONSALL, P. W. Transfer price data - its use and abuse. Proceedings of PTRC SUMMER ANNUAL MEETING. Brighton, 1983.
- BRUZELIUS, N. **The value of travel time**. London: Croom Helm, 1979.
- CYBIS, H. B. B. **Dynamics assignment models**. Leeds: Department of Civil Engineering. University of Leeds, 1989. 60p. Ph.D. Thesis.
- FERGUSON, C. E. **Microeconomia**. Rio de Janeiro, 1976. 616p.
- FOWKES, A. S.; NASH, C. A.; TWEDDLE, G. **Valuing the atributes of freight transport quality: results of the stated preference survey**. Leeds: Institute for Transport Studies, University of Leeds, 1989. 24p. (Working Paper, 276).
- FOWKES, T. Recent developments in stated preference techniques in transport. Proceedings of PTRC SUMMER ANNUAL MEETING, 1991. p. 251-263.
- FOWKES, T.; WARDMAN, M. The design of stated preference travel choice experiments. **Journal of Transport Economics and Policy**. v.13, n.1, p. 27-44, 1988.

- HENDERSON, M.; QUANDT, R. E. **Teoria microeconômica: uma abordagem matemática.** 1980.
- HENSHER, D. A. **Stated preference analysis of travel choices: the state of practice.** Sidney: Institute of Transport Studies. The University of Sydney, 1993. 31p.
- JACKSON, W. B.; JUCKER, J. V. An empirical study of travel time variability and travel choice behaviour. **Transportation Science**, v.16, p. 460-476, 1982.
- JOHNSTON, R. H.; BATES, J. J.; ROBERTS, M. A survey of peak spreading in London: methodology and initial results. Proceeding of PTRC SUMMER ANNUAL MEETING, 1989.
- KOCUS, G. et al.. **Guide to forecasting travel demand with direct utility assesment.** Washington: United States Department of Transportation, Urban Mass Transportation Administration, 1982. (Report NO. UMTA-NH-11-0001-82-1).
- KROES, E. P.; SHELDON, R. Stated preference methods - an introduction. **Journal of Transport Economics and Policy**, v.22, n.1, 1988.
- LOGIT - LOGÍSTICA, INFORMÁTICA E TRANSPORTES. **MANTRA** - Modelo de Análise e Planejamento Multimodal de Transportes. Manual teórico do usuário. São Paulo, 1993. 86p.
- MARKOVITZ, H. Portfolio selection. **The Journal of Finance**, v.7, p. 77-91, 1952.
- MELLO, J. C. **Planejamento dos transportes.** São Paulo, 1975. 192p.
- MVA, ITS & TSU. The value of travel time savings. **Policy Journals**, 1987.
- NOVAES, A. G. **Modelos em planejamento urbano, regional e de transportes.** São Paulo, 1982. 288p.
- NOVAES, A. G. **Sistemas de transportes: análise da demanda.** São Paulo, 1986. v.1.
- NOVAES, A. G. **Sistemas Logísticos: transporte, armazenagem e distribuição física de produtos.** São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 1989.
- ORTÚZAR, J. D.; WILLUMSEN, L.G. **Modelling transport.** Chichester, 1990. 375p.
- PELLS, S. R. **The evaluation of reductions in travel time variability.** Leeds: Institute for Transport Studies, School of Economic Studies. University of Leeds, 1987. Unpublished Ph.D. Thesis.
- PERMAIN, D. et al. **Stated preference tecniques: a guide to practice.** 2.ed. London. Steer Davies Gleave and Hague Consulting Group, 1991.
- SENNA, L. A. S. **A demanda potencial de usuários da Rede Ferroviária Federal: caso dos produtores de grãos e adubos.** Porto Alegre, 1993. 25p. Relatório.

- SENNA, L. A. S. **User's response to travel time variability**. Leeds: Institute for Transport Studies, Department of Civil Engineering, The University of Leeds, 1994a. 222p. Ph.D. Thesis.
- SENNA, L. A. S. The influence of travel time variability on the value of time. **Transportation**, n.21, p. 203-228, 1994b.
- SHELDON, R. Design and conduct of stated preference surveys. Proceedings of PTRC COURSE ON INTRODUCTION TO STATED PREFERENCE TECHNIQUES, 1991.
- TOBIN, J. Liquidity preference as behaviour towards risk. **The Review of Economic Studies**, v.25, p. 65-86, 1957/1958.
- ULYSSÉA NETO, I.; LIMA, M. L. P. Interpretação do modelo gravitacional de distribuição de viagens vis-à-vis alguns modelos de programação não-linear. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 1993, São Paulo. **Transporte e seus impactos na sociedade**. São Paulo: ANPET, 1993. v.1, p: 325-335.
- WARDMAN, M. **An evaluation of the use of stated preference and transfer price data in forecasting the demand for travel**. Leeds: Institute for Transport Studies, School of Economic Studies, University of Leeds, 1987. Unpublished Ph.D. Thesis.
- WARDMAN, M. Stated preference methods and travel demand forecasting: an examination of scale factor problem. **Transportation Research**, v. 25A, n.213, p. 79-89, 1991.
- WILLUMSEN, L.; VICUÑA, G. Nuevas tecnicas para la modelacion de demanda. In: SEMINAR ON TRANSPORTATION PLANNING METHODS, 1990. University of Sussex, 1990. 21p.

ANEXO 1 Questionário Aplicado nas Cooperativas de Grãos e Indústrias de Adubo

MÉDIAS DISTANCIAS
500 KM

Questionário

Empresa: _____

Cargo : _____

Objetivo: O objetivo deste questionário é identificar as preferências dos decisores de transporte da empresa no que concerne às alternativas aqui apresentadas. Observe-se que as alternativas representam os tempos de viagem apresentados pelas modalidades rodoviária e ferroviária. No caso rodoviário devem ser consideradas as características da operação atual. Quanto à ferrovia, deve ser considerada a possibilidade de que a ferrovia esteja operando em padrões melhores dos que os atuais, tanto em termos de agilidade como de operacionalidade da capacidade ofertada.

INFORMAÇÕES GERAIS

1) Qual é o produto típico enviado/recebido por sua empresa?

2) Qual é o local de origem/destino do produto?

3) Qual é o volume típico das remessas enviadas por sua empresa ao destino (origem) mais frequente? _____

4) Quais os períodos mais exigidos (pico) no que concerne às remessas ao destino identificado acima? _____

5) Caso existam atrasos na entrega de seu produto, existem também multas? Sim [] Não []
Em caso positivo, qual o valor da multa? _____

6) Existe oferta adequada de capacidade de armazenagem no local de destino? Sim [] Não []

Em caso positivo, os armazens pertencem à companhia?
Sim [] Não []

7) Dos atributos abaixo, qual a ordem que você julgaria mais apropriada em relação às características do produto com o qual você trabalha? Coloque em ordem de importância. (1= preferida; 2 a segunda mais preferida, etc):

tempo de viagem	[]
confiabilidade dos tempos de entrega	[]
custo	[]
disponibilidade do modo de transporte	[]

INSTRUÇÕES PARA O PREENCHIMENTO DAS QUESTÕES A SEGUIR

Considere o produto mais típico entre os produtos de sua empresa. Considere-se decidindo sobre o modo de transporte a utilizar no envio de sua carga ao destino mais típico que você costuma enviar.

Cada cartão deve ser marcado com um "X", analisando os seguintes itens:

Opção A: Ferrovia

Opção B: Rodovia

Remessas: considere que você deseja enviar uma carga de grãos e sabe que na remessa 1 os tempos de viagens são 5 dias por ferrovia e 3 dias por rodovia, na remessa 2 os tempos de viagens são também 5 dias por ferrovia e 3 dias por rodovia, e assim por diante, conforme cartão abaixo, sendo que o valor de frete da opção ferrovia é US\$ 13 e da opção rodovia é US\$ 16. Marque com um "X" se você escolheria certamente a opção A (ferrovia), provavelmente A, indiferente, provavelmente opção B (rodovia) ou certamente opção B.

Exemplo

Opção	Remessas					Valor do frete	Cartão N	
	1	2	3	4	5			
	Tempo de viagem (em dias)							
Ferrovia (A)	5	5	4	5	6	US\$ 13 por tonelada com monitoração da localização da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente	<u> x </u>
Rodovia (B)	3	3	3	3,5	3	US\$ 16 por tonelada	Provavelmente B Certamente B	<u> </u>

Considere também a possibilidade de que a opção ferroviária possa vir a operar de uma forma mais eficiente, conforme algumas das alternativas que encontrará a seguir.

Na primeira etapa do questionário, analise os cartões considerando o período de pico/safra de movimentação do produto.

RESPOSTA CONSIDERANDO O PERIODO DE PICO

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 1
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovia (A)	3	3	3	2	4	US\$ 14 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovia (B)	1	1	1	1,5	1	US\$ 16 por tonelada	Provavelmente B Certoamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 2
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovia (A)	3	2	2	3	5	US\$ 13.5 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovia (B)	1	1	1,5	1	1	US\$ 16 por tonelada	Provavelmente B Certoamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 3
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovia (A)	2	2	2	2	7	US\$ 11 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovia (B)	1	1	1,5	1	1	US\$ 16 por tonelada	Provavelmente B Certoamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 4
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovia (A)	5	4	5	6	5	US\$ 12.5 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovia (B)	1	1	1.5	1	1	US\$ 16 por tonelada	Provavelmente B Ceartamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 5
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovia (A)	5	7	5	3	5	US\$ 12.5 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovia (B)	1	1	1	1,5	1	US\$ 16 por tonelada	Provavelmente B Ceartamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 6
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovia (A)	5	3	3	5	9	US\$ 9 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovia (B)	1	1	1	1,5	1	US\$ 16 por tonelada	Provavelmente B Ceartamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 7
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovia (A)	11	11	11	10	12	US\$ 8 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovia (B)	1	1	1	1,5	1	US\$ 16 por tonelada	Provavelmente B Ceartamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 8
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovia (A)	10	11	10	14	10	US\$ 7 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovia (A)	1	1	1	1,5	1	US\$ 16 por tonelada	Provavelmente B Ceartamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 9
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovia (A)	12	9	9	9	15	US\$ 4 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovia (B)	1	1	1	1,5	1	US\$ 16 por tonelada	Provavelmente B Ceartamente B

Para responder as seguintes questões, por favor considere-se decidido sobre a movimentação de seu produto em períodos FORA DE PICO / FORA DE SAFRA.

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 1
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovia (A)	3	3	3	2	4	US\$ 14 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovia (B)	1	1	1	1,5	1	US\$ 16 por tonelada	Provavelmente B Certamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 2
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovia (A)	3	2	2	3	5	US\$ 13.5 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovia (B)	1	1	1,5	1	1	US\$ 16 por tonelada	Provavelmente B Certamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 3
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovia (A)	2	2	2	2	7	US\$ 11 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovia (B)	1	1	1,5	1	1	US\$ 16 por tonelada	Provavelmente B Certamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 4
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovia (A)	5	4	5	6	5	US\$ 12.5 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovia (B)	1	1	1.5	1	1	US\$ 16 por tonelada	Provavelmente B Ceartamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 5
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovia (A)	5	7	5	3	5	US\$ 12.5 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovia (B)	1	1	1	1,5	1	US\$ 16 por tonelada	Provavelmente B Ceartamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 6
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovia (A)	5	3	3	5	9	US\$ 9 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovia (B)	1	1	1	1,5	1	US\$ 16 por tonelada	Provavelmente B Ceartamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 7
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovia (A)	11	11	11	10	12	US\$ 8 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovia (B)	1	1	1	1,5	1	US\$ 16 por tonelada	Provavelmente B Ceartamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 8
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovia (A)	10	11	10	14	10	US\$ 7 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovia (A)	1	1	1	1,5	1	US\$ 16 por tonelada	Provavelmente B Ceartamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 9
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovia (A)	12	9	9	9	15	US\$ 4 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovia (B)	1	1	1	1,5	1	US\$ 16 por tonelada	Provavelmente B Ceartamente B

LONGAS DISTANCIAS
1500 KM

Questionário

Empresa: _____

Cargo: _____

Objetivo: O objetivo deste questionário é identificar as preferências dos decisores de transporte da empresa no que concerne às alternativas aqui apresentadas. Observe-se que as alternativas representam os tempos de viagem apresentados pelas modalidades rodoviária e ferroviária. No caso rodoviário devem ser consideradas as características da operação atual. Quanto à ferrovia, deve ser considerada a possibilidade de que a ferrovia esteja operando em padrões melhores dos que os atuais, tanto em termos de agilidade como de operacionalidade da capacidade ofertada.

INFORMAÇÕES GERAIS

- 1) Qual é o produto típico enviado/recebido por sua empresa?

- 2) Qual é o local de origem/destino do produto?

- 3) Qual é o volume típico das remessas enviadas por sua empresa ao destino (origem) mais frequente? _____
- 4) Quais os períodos mais exigidos (pico) no que concerne às remessas ao destino identificado acima? _____
- 5) Caso existam atrasos na entrega de seu produto, existem também multas? Sim [] Não []
Em caso positivo, qual o valor da multa? _____
- 6) Existe oferta adequada de capacidade de armazenagem no local de destino? Sim [] Não []

Em caso positivo, os armazens pertencem à companhia?
Sim [] Não []
- 7) Dos atributos abaixo, qual a ordem que você julgaria mais apropriada em relação às características do produto com o qual você trabalha? Coloque em ordem de importância. (1= preferida; 2 a segunda mais preferida, etc):

tempo de viagem []
confiabilidade dos tempos de entrega []
custo []
disponibilidade do modo de transporte []

INSTRUÇÕES PARA O PREENCHIMENTO DAS QUESTÕES A SEGUIR

Considere o produto mais típico entre os produtos de sua empresa. Considere-se decidindo sobre o modo de transporte a utilizar no envio de sua carga ao destino mais típico que você costuma enviar suas remessas.

Para responder a esta etapa do questionário, por favor considere o período de pico/safra de movimentação do produto sobre o qual você responderá a este questionário.

O preenchimento é simples, bastando marcar um "X" para cada cartão, registrando a alternativa que melhor lhe conviria.

Um exemplo é apresentado a seguir:

Opção	Remessas					Cartão N	
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)					Valor do frete	
Ferrovia (A)	5	5	4	5	6	US\$ 13 por tonelada com monitoração da localização da carga	Provavelmente A
Rodovia (B)	3	3	3	3,5	3	US\$ 16 por tonelada	Certamente B

Considere também a possibilidade de que a opção ferroviária possa vir a operar de uma forma mais eficiente, conforme algumas das alternativas que você encontrará a seguir:

RESPOSTA CONSIDERANDO O PERIODO DE PICO

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 1
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovias (A)	5	5	4	5	6	US\$ 39.5 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovias (B)	3	3	3	3,5	3	US\$ 42 por tonelada	Provavelmente B Certamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 2
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovias (A)	5	7	3	5	5	US\$ 38.5 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovias (B)	3	3	3	3,5	3	US\$ 42 por tonelada	Provavelmente B Certamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 3
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovias (A)	5	3	3	9	5	US\$ 35 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovias (B)	3	3	3	3,5	3	US\$ 42 por tonelada	Provavelmente B Certamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 7
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovias (A)	30	30	28	32	30	US\$ 13 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovias (B)	3	3	3	3,5	3	US\$ 42 por tonelada	Provavelmente B Certamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 8
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovias (A)	30	25	25	35	35	US\$ 8.50 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovias (A)	3	3	3	3,5	3	US\$ 42 por tonelada	Provavelmente B Certamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 9
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovias (A)	30	20	20	50	30	US\$ 8 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovias (B)	3	3	3	3,5	3	US\$ 62 por tonelada	Provavelmente B Certamente B

Para responder as seguintes questões, por favor considere-se decidido sobre a movimentação de seu produto em períodos FORA DE PICO / FORA DE SAFRA.

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 1bb
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovias (A)	5	5	4	5	6	US\$ 39.5 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovias (B)	3	3	3	3,5	3	US\$ 42 por tonelada	Provavelmente B Certamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 2b
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovias (A)	5	7	3	5	5	US\$ 38.5 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovias (B)	3	3	3	3,5	3	US\$ 42 por tonelada	Provavelmente B Certamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 3b
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovias (A)	5	3	3	9	5	US\$ 35 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovias (B)	3	3	3	3,5	3	US\$ 42 por tonelada	Provavelmente B Certamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 4b
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovias (A)	8	8	7	8	9	US\$ 36 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovias (B)	3	3	3	3,5	3	US\$ 42 por tonelada	Provavelmente B Certamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 5 b
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovias (A)	8	6	7	10	9	US\$ 35 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovias (B)	3	3	3	3,5	3	US\$ 42 por tonelada	Provavelmente B Certamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 6b
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovias (A)	8	5	7	12	8	US\$ 31.5 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovias (B)	3	3	3	3,5	3	US\$ 42 por tonelada	Provavelmente B Certamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 7b
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovias (A)	30	30	28	32	30	US\$ 13 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovias (B)	3	3	3	3,5	3	US\$ 42 por tonelada	Provavelmente B Certamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 8b
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovias (A)	30	25	25	35	35	US\$ 8.50 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovias (A)	3	3	3	3,5	3	US\$ 42 por tonelada	Provavelmente B Certamente B

Opcao	Remessas					Valor do frete	Cartao 9b
	1	2	3	4	5		
	tempo de viagem (em dias)						
Ferrovias (A)	30	20	20	50	30	US\$ 8 por tonelada com monitoracao da localizacao da carga	Certamente A Provavelmente A Indiferente
Rodovias (B)	3	3	3	3,5	3	US\$ 62 por tonelada	Provavelmente B Certamente B

ANEXO 2 Dados Coletados dos Questionários

Dados coletados dos questionários

Quest.	item	tempo ferr.1	tempo ferr.2	tempo ferr.3	tempo ferr.4	tempo ferr.5	tempo rod.1	tempo rod.2	tempo rod.3	tempo rod.4
1	1	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,5
1	2	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
1	3	2,0	2,0	2,0	2,0	7,0	1,0	1,0	1,5	1,0
1	4	5,0	4,0	5,0	6,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
1	5	5,0	7,0	5,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,5
1	6	5,0	3,0	3,0	5,0	9,0	1,0	1,0	1,0	1,5
1	7	11,0	11,0	11,0	10,0	12,0	1,0	1,0	1,0	1,5
1	8	10,0	11,0	10,0	14,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,5
1	9	12,0	9,0	9,0	9,0	15,0	1,0	1,0	1,0	1,5
1	10	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,5
1	11	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
1	12	2,0	2,0	2,0	2,0	7,0	1,0	1,0	1,5	1,0
1	13	5,0	4,0	5,0	6,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
1	14	5,0	7,0	5,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,5
1	15	5,0	3,0	3,0	5,0	9,0	1,0	1,0	1,0	1,5
1	16	11,0	11,0	11,0	10,0	12,0	1,0	1,0	1,0	1,5
1	17	10,0	11,0	10,0	14,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,5
1	18	12,0	9,0	9,0	9,0	15,0	1,0	1,0	1,0	1,5
2	1	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,5
2	2	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
2	3	2,0	2,0	2,0	2,0	7,0	1,0	1,0	1,5	1,0
2	4	5,0	4,0	5,0	6,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
2	5	5,0	7,0	5,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,5
2	6	5,0	3,0	3,0	5,0	9,0	1,0	1,0	1,0	1,5
2	7	11,0	11,0	11,0	10,0	12,0	1,0	1,0	1,0	1,5
2	8	10,0	11,0	10,0	14,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,5
2	9	12,0	9,0	9,0	9,0	15,0	1,0	1,0	1,0	1,5
2	10	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,5
2	11	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
2	12	2,0	2,0	2,0	2,0	7,0	1,0	1,0	1,5	1,0
2	13	5,0	4,0	5,0	6,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
2	14	5,0	7,0	5,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,5
2	15	5,0	3,0	3,0	5,0	9,0	1,0	1,0	1,0	1,5
2	16	11,0	11,0	11,0	10,0	12,0	1,0	1,0	1,0	1,5
2	17	10,0	11,0	10,0	14,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,5
2	18	12,0	9,0	9,0	9,0	15,0	1,0	1,0	1,0	1,5
3	1	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,5
3	2	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
3	3	2,0	2,0	2,0	2,0	7,0	1,0	1,0	1,5	1,0
3	4	5,0	4,0	5,0	6,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
3	5	5,0	7,0	5,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,5
3	6	5,0	3,0	3,0	5,0	9,0	1,0	1,0	1,0	1,5
3	7	11,0	11,0	11,0	10,0	12,0	1,0	1,0	1,0	1,5
3	8	10,0	11,0	10,0	14,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,5
3	9	12,0	9,0	9,0	9,0	15,0	1,0	1,0	1,0	1,5

Quest.	item	tempo ferr.1	tempo ferr.2	tempo ferr.3	tempo ferr.4	tempo ferr.5	tempo rod.1	tempo rod.2	tempo rod.3	tempo rod.4
3	10	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,5
3	11	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
3	12	3,0	2,0	2,0	2,0	7,0	1,0	1,0	1,5	1,0
3	13	5,0	4,0	5,0	6,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
3	14	5,0	7,0	5,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,5
3	15	5,0	3,0	3,0	5,0	9,0	1,0	1,0	1,0	1,5
3	16	11,0	11,0	11,0	10,0	12,0	1,0	1,0	1,0	1,5
3	17	10,0	11,0	10,0	14,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,5
3	18	12,0	9,0	9,0	9,0	15,0	1,0	1,0	1,0	1,5
4	1	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,5
4	2	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
4	3	2,0	2,0	2,0	2,0	7,0	1,0	1,0	1,5	1,0
4	4	5,0	4,0	5,0	6,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
4	5	5,0	7,0	5,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,5
4	6	5,0	3,0	3,0	5,0	9,0	1,0	1,0	1,0	1,5
4	7	11,0	11,0	11,0	10,0	12,0	1,0	1,0	1,0	1,5
4	8	10,0	11,0	10,0	14,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,5
4	9	12,0	9,0	9,0	9,0	15,0	1,0	1,0	1,0	1,5
4	10	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,5
4	11	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
4	12	2,0	2,0	2,0	2,0	7,0	1,0	1,0	1,5	1,0
4	13	5,0	4,0	5,0	6,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
4	14	5,0	7,0	5,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,5
4	15	5,0	3,0	3,0	5,0	9,0	1,0	1,0	1,0	1,5
4	16	11,0	11,0	11,0	10,0	12,0	1,0	1,0	1,0	1,5
4	17	10,0	11,0	10,0	14,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,5
4	18	12,0	9,0	9,0	9,0	15,0	1,0	1,0	1,0	1,5
5	1	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,5
5	2	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
5	3	2,0	2,0	2,0	2,0	7,0	1,0	1,0	1,5	1,0
5	4	5,0	4,0	5,0	6,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
5	5	5,0	7,0	5,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,5
5	6	5,0	3,0	3,0	5,0	9,0	1,0	1,0	1,0	1,5
5	7	11,0	11,0	11,0	10,0	12,0	1,0	1,0	1,0	1,5
5	8	10,0	11,0	10,0	14,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,5
5	9	12,0	9,0	9,0	9,0	15,0	1,0	1,0	1,0	1,5
5	10	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,5
5	11	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
5	12	2,0	2,0	2,0	2,0	7,0	1,0	1,0	1,5	1,0
5	13	5,0	4,0	5,0	6,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
5	14	5,0	7,0	5,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,5
5	15	5,0	3,0	3,0	5,0	9,0	1,0	1,0	1,0	1,5
5	16	11,0	11,0	11,0	10,0	12,0	1,0	1,0	1,0	1,5
5	17	10,0	11,0	10,0	14,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,5
5	18	12,0	9,0	9,0	9,0	15,0	1,0	1,0	1,0	1,5
6	1	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,5

Quest.	item	tempo ferr.1	tempo ferr.2	tempo ferr.3	tempo ferr.4	tempo ferr.5	tempo rod.1	tempo rod.2	tempo rod.3	tempo rod.4
6	2	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
6	3	2,0	2,0	2,0	2,0	7,0	1,0	1,0	1,5	1,0
6	4	5,0	4,0	5,0	6,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
6	5	5,0	7,0	5,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,5
6	6	5,0	3,0	3,0	5,0	9,0	1,0	1,0	1,0	1,5
6	7	11,0	11,0	11,0	10,0	12,0	1,0	1,0	1,0	1,5
6	8	10,0	11,0	10,0	14,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,5
6	9	12,0	9,0	9,0	9,0	15,0	1,0	1,0	1,0	1,5
6	10	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,5
6	11	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
6	12	2,0	2,0	2,0	2,0	7,0	1,0	1,0	1,5	1,0
6	13	5,0	4,0	5,0	6,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
6	14	5,0	7,0	5,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,5
6	15	5,0	3,0	3,0	5,0	9,0	1,0	1,0	1,0	1,5
6	16	11,0	11,0	11,0	10,0	12,0	1,0	1,0	1,0	1,5
6	17	10,0	11,0	10,0	14,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,5
6	18	12,0	9,0	9,0	9,0	15,0	1,0	1,0	1,0	1,5
7	1	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,5
7	2	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
7	3	2,0	2,0	2,0	2,0	7,0	1,0	1,0	1,5	1,0
7	4	5,0	4,0	5,0	6,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
7	5	5,0	7,0	5,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,5
7	6	5,0	3,0	3,0	5,0	9,0	1,0	1,0	1,0	1,5
7	7	11,0	11,0	11,0	10,0	12,0	1,0	1,0	1,0	1,5
7	8	10,0	11,0	10,0	14,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,5
7	9	12,0	9,0	9,0	9,0	15,0	1,0	1,0	1,0	1,5
7	10	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,5
7	11	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
7	12	2,0	2,0	2,0	2,0	7,0	1,0	1,0	1,5	1,0
7	13	5,0	4,0	5,0	6,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
7	14	5,0	7,0	5,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,5
7	15	5,0	3,0	3,0	5,0	9,0	1,0	1,0	1,0	1,5
7	16	11,0	11,0	11,0	10,0	12,0	1,0	1,0	1,0	1,5
7	17	10,0	11,0	10,0	14,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,5
7	18	12,0	9,0	9,0	9,0	15,0	1,0	1,0	1,0	1,5
8	1	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,5
8	2	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
8	3	2,0	2,0	2,0	2,0	7,0	1,0	1,0	1,5	1,0
8	4	5,0	4,0	5,0	6,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
8	5	5,0	7,0	5,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,5
8	6	5,0	3,0	3,0	5,0	9,0	1,0	1,0	1,0	1,5
8	7	11,0	11,0	11,0	10,0	12,0	1,0	1,0	1,0	1,5
8	8	10,0	11,0	10,0	14,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,5
8	9	12,0	9,0	9,0	9,0	15,0	1,0	1,0	1,0	1,5
8	10	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,5
8	11	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
8	12	2,0	2,0	2,0	2,0	7,0	1,0	1,0	1,5	1,0

Quest.	item	tempo ferr.1	tempo ferr.2	tempo ferr.3	tempo ferr.4	tempo ferr.5	tempo rod.1	tempo rod.2	tempo rod.3	tempo rod
8	13	5,0	4,0	5,0	6,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
8	14	5,0	7,0	5,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,5
8	15	5,0	3,0	3,0	5,0	9,0	1,0	1,0	1,0	1,5
8	16	11,0	11,0	11,0	10,0	12,0	1,0	1,0	1,0	1,5
8	17	10,0	11,0	10,0	14,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,5
8	18	12,0	9,0	9,0	9,0	15,0	1,0	1,0	1,0	1,5
9	1	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,5
9	2	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
9	3	2,0	2,0	2,0	2,0	7,0	1,0	1,0	1,5	1,0
9	4	5,0	4,0	5,0	6,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
9	5	5,0	7,0	5,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,5
9	6	5,0	3,0	3,0	5,0	9,0	1,0	1,0	1,0	1,5
9	7	11,0	11,0	11,0	10,0	12,0	1,0	1,0	1,0	1,5
9	8	10,0	11,0	10,0	14,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,5
9	9	12,0	9,0	9,0	9,0	15,0	1,0	1,0	1,0	1,5
9	10	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,5
9	11	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
9	12	2,0	2,0	2,0	2,0	7,0	1,0	1,0	1,5	1,0
9	13	5,0	4,0	5,0	6,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
9	14	5,0	7,0	5,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,5
9	15	5,0	3,0	3,0	5,0	9,0	1,0	1,0	1,0	1,5
9	16	11,0	11,0	11,0	10,0	12,0	1,0	1,0	1,0	1,5
9	17	10,0	11,0	10,0	14,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,5
9	18	12,0	9,0	9,0	9,0	15,0	1,0	1,0	1,0	1,5
10	1	5,0	5,0	4,0	5,0	6,0	3,0	3,0	3,0	3,5
10	2	5,0	7,0	3,0	5,0	5,0	3,0	3,0	3,0	3,5
10	3	5,0	3,0	3,0	9,0	5,0	3,0	3,0	3,0	3,5
10	4	8,0	8,0	7,0	8,0	9,0	3,0	3,0	3,0	3,5
10	5	8,0	6,0	7,0	10,0	9,0	3,0	3,0	3,0	3,5
10	6	8,0	5,0	7,0	12,0	8,0	3,0	3,0	3,0	3,5
10	7	30,0	30,0	28,0	32,0	30,0	3,0	3,0	3,0	3,5
10	8	30,0	25,0	25,0	35,0	35,0	3,0	3,0	3,0	3,5
10	9	30,0	20,0	20,0	50,0	30,0	3,0	3,0	3,0	3,5
10	10	5,0	5,0	4,0	5,0	6,0	3,0	3,0	3,0	3,5
10	11	5,0	7,0	3,0	5,0	5,0	3,0	3,0	3,0	3,5
10	12	5,0	3,0	3,0	9,0	5,0	3,0	3,0	3,0	3,5
10	13	8,0	8,0	7,0	8,0	9,0	3,0	3,0	3,0	3,5
10	14	8,0	6,0	7,0	10,0	9,0	3,0	3,0	3,0	3,5
10	15	8,0	5,0	7,0	12,0	8,0	3,0	3,0	3,0	3,5
10	16	30,0	30,0	28,0	32,0	30,0	3,0	3,0	3,0	3,5
10	17	30,0	25,0	25,0	35,0	35,0	3,0	3,0	3,0	3,5
10	18	30,0	20,0	20,0	50,0	30,0	3,0	3,0	3,0	3,5
11	1	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,5
11	2	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
11	3	2,0	2,0	2,0	2,0	7,0	1,0	1,0	1,5	1,0
11	4	5,0	4,0	5,0	6,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0

Quest	item	tempo ferr.1	tempo ferr.2	tempo ferr.3	tempo ferr.4	tempo ferr.5	tempo rod.1	tempo rod.2	tempo rod.3	tempo rod.4
11	5	5,0	7,0	5,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,5
11	6	5,0	3,0	3,0	5,0	9,0	1,0	1,0	1,0	1,5
11	7	11,0	11,0	11,0	10,0	12,0	1,0	1,0	1,0	1,5
11	8	20,0	11,0	10,0	14,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,5
11	9	12,0	9,0	9,0	9,0	15,0	1,0	1,0	1,0	1,5
11	10	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,5
11	11	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
11	12	2,0	2,0	2,0	2,0	7,0	1,0	1,0	1,5	1,0
11	13	5,0	4,0	5,0	6,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
11	14	5,0	7,0	5,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,5
11	15	5,0	3,0	3,0	5,0	9,0	1,0	1,0	1,0	1,5
11	16	11,0	11,0	11,0	10,0	12,0	1,0	1,0	1,0	1,5
11	17	10,0	11,0	10,0	14,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,5
11	18	12,0	9,0	9,0	9,0	15,0	1,0	1,0	1,0	1,5
12	1	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,5
12	2	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
12	3	2,0	2,0	2,0	2,0	7,0	1,0	1,0	1,5	1,0
12	4	5,0	4,0	5,0	6,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
12	5	5,0	7,0	5,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,5
12	6	5,0	3,0	3,0	5,0	9,0	1,0	1,0	1,0	1,5
12	7	11,0	11,0	11,0	10,0	12,0	1,0	1,0	1,0	1,5
12	8	10,0	11,0	10,0	14,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,5
12	9	12,0	9,0	9,0	9,0	15,0	1,0	1,0	1,0	1,5
12	10	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,5
12	11	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
12	12	2,0	2,0	2,0	2,0	7,0	1,0	1,0	1,5	1,0
12	13	5,0	4,0	5,0	6,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
12	14	5,0	7,0	5,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,5
12	15	5,0	3,0	3,0	5,0	9,0	1,0	1,0	1,0	1,5
12	16	11,0	11,0	11,0	10,0	12,0	1,0	1,0	1,0	1,5
12	17	10,0	11,0	10,0	14,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,5
12	18	12,0	9,0	9,0	9,0	15,0	1,0	1,0	1,0	1,5
13	1	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,5
13	2	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
13	3	2,0	2,0	2,0	2,0	7,0	1,0	1,0	1,5	1,0
13	4	5,0	4,0	5,0	6,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,0
13	5	5,0	7,0	5,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,5
13	6	5,0	3,0	3,0	5,0	9,0	1,0	1,0	1,0	1,5
13	7	11,0	11,0	11,0	10,0	12,0	1,0	1,0	1,0	1,5
13	8	10,0	11,0	10,0	14,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,5
13	9	12,0	9,0	9,0	9,0	15,0	1,0	1,0	1,0	1,5

Quest.	item	tempo rod.5	custo ferr.	custo rod.	respos- ta	produ- to	Rio Grande	multas	oferta	pico
1	1	1,0	14,0	16,0	0,9	0	1	0	1	1
1	2	1,0	13,5	16,0	0,9	0	1	0	1	1
1	3	1,0	11,0	16,0	0,9	0	1	0	1	1
1	4	1,0	12,5	16,0	0,7	0	1	0	1	1
1	5	1,0	12,5	16,0	0,7	0	1	0	1	1
1	6	1,0	9,0	16,0	0,7	0	1	0	1	1
1	7	1,0	8,0	16,0	0,7	0	1	0	1	1
1	8	1,0	7,0	16,0	0,7	0	1	0	1	1
1	9	1,0	4,0	16,0	0,7	0	1	0	1	1
1	10	1,0	14,0	16,0	0,9	0	1	0	1	0
1	11	1,0	13,5	16,0	0,9	0	1	0	1	0
1	12	1,0	11,0	16,0	0,9	0	1	0	1	0
1	13	1,0	12,5	16,0	0,9	0	1	0	1	0
1	14	1,0	12,5	16,0	0,9	0	1	0	1	0
1	15	1,0	9,0	16,0	0,9	0	1	0	1	0
1	16	1,0	8,0	16,0	0,9	0	1	0	1	0
1	17	1,0	7,0	16,0	0,9	0	1	0	1	0
1	18	1,0	4,0	16,0	0,9	0	1	0	1	0
2	1	1,0	14,0	16,0	0,9	0	0	0	1	1
2	2	1,0	13,5	16,0	0,7	0	0	0	1	1
2	3	1,0	11,0	16,0	0,7	0	0	0	1	1
2	4	1,0	12,5	16,0	0,9	0	0	0	1	1
2	5	1,0	12,5	16,0	0,7	0	0	0	1	1
2	6	1,0	9,0	16,0	0,7	0	0	0	1	1
2	7	1,0	8,0	16,0	0,9	0	0	0	1	1
2	8	1,0	7,0	16,0	0,7	0	0	0	1	1
2	9	1,0	4,0	16,0	0,7	0	0	0	1	1
2	10	1,0	14,0	16,0	0,9	0	0	0	1	0
2	11	1,0	13,5	16,0	0,9	0	0	0	1	0
2	12	1,0	11,0	16,0	0,9	0	0	0	1	0
2	13	1,0	12,5	16,0	0,9	0	0	0	1	0
2	14	1,0	12,5	16,0	0,9	0	0	0	1	0
2	15	1,0	9,0	16,0	0,9	0	0	0	1	0
2	16	1,0	8,0	16,0	0,9	0	0	0	1	0
2	17	1,0	7,0	16,0	0,9	0	0	0	1	0
2	18	1,0	4,0	16,0	0,9	0	0	0	1	0
3	1	1,0	14,0	16,0	0,9	0	0	0	1	1
3	2	1,0	13,5	16,0	0,3	0	0	0	1	1
3	3	1,0	11,0	16,0	0,9	0	0	0	1	1
3	4	1,0	12,5	16,0	0,7	0	0	0	1	1
3	5	1,0	12,5	16,0	0,1	0	0	0	1	1
3	6	1,0	9,0	16,0	0,1	0	0	0	1	1
3	7	1,0	8,0	16,0	0,1	0	0	0	1	1
3	8	1,0	7,0	16,0	0,1	0	0	0	1	1
3	9	1,0	4,0	16,0	0,1	0	0	0	1	1
3	10	1,0	14,0	16,0	0,7	0	0	0	1	0

Quest.	item	tempo rod.5	custo ferr.	custo rod.	respos- ta	produ- to	Rio Grande	multas	oferta	pico
3	11	1,0	13,5	16,0	0,7	0	0	0	1	0
3	12	1,0	11,0	16,0	0,9	0	0	0	1	0
3	13	1,0	12,5	16,0	0,7	0	0	0	1	0
3	14	1,0	12,5	16,0	0,3	0	0	0	1	0
3	15	1,0	9,0	16,0	0,3	0	0	0	1	0
3	16	1,0	8,0	16,0	0,1	0	0	0	1	0
3	17	1,0	7,0	16,0	0,1	0	0	0	1	0
3	18	1,0	4,0	16,0	0,3	0	0	0	1	0
4	1	1,0	14,0	16,0	0,7	0	1	1	1	1
4	2	1,0	13,5	16,0	0,7	0	1	1	1	1
4	3	1,0	11,0	16,0	0,9	0	1	1	1	1
4	4	1,0	12,5	16,0	0,9	0	1	1	1	1
4	5	1,0	12,5	16,0	0,9	0	1	1	1	1
4	6	1,0	9,0	16,0	0,7	0	1	1	1	1
4	7	1,0	8,0	16,0	0,1	0	1	1	1	1
4	8	1,0	7,0	16,0	0,1	0	1	1	1	1
4	9	1,0	4,0	16,0	0,1	0	1	1	1	1
4	10	1,0	14,0	16,0	0,9	0	1	1	1	0
4	11	1,0	13,5	16,0	0,7	0	1	1	1	0
4	12	1,0	11,0	16,0	0,3	0	1	1	1	0
4	13	1,0	12,5	16,0	0,7	0	1	1	1	0
4	14	1,0	12,5	16,0	0,7	0	1	1	1	0
4	15	1,0	9,0	16,0	0,1	0	1	1	1	0
4	16	1,0	8,0	16,0	0,1	0	1	1	1	0
4	17	1,0	7,0	16,0	0,1	0	1	1	1	0
4	18	1,0	4,0	16,0	0,3	0	1	1	1	0
5	1	1,0	14,0	16,0	0,7	1	1	0	1	1
5	2	1,0	13,5	16,0	0,7	1	1	0	1	1
5	3	1,0	11,0	16,0	0,9	1	1	0	1	1
5	4	1,0	12,5	16,0	0,9	1	1	0	1	1
5	5	1,0	12,5	16,0	0,9	1	1	0	1	1
5	6	1,0	9,0	16,0	0,7	1	1	0	1	1
5	7	1,0	8,0	16,0	0,1	1	1	0	1	1
5	8	1,0	7,0	16,0	0,1	1	1	0	1	1
5	9	1,0	4,0	16,0	0,1	1	1	0	1	1
5	10	1,0	14,0	16,0	0,9	1	1	0	1	0
5	11	1,0	13,5	16,0	0,7	1	1	0	1	0
5	12	1,0	11,0	16,0	0,3	1	1	0	1	0
5	13	1,0	12,5	16,0	0,7	1	1	0	1	0
5	14	1,0	12,5	16,0	0,7	1	1	0	1	0
5	15	1,0	9,0	16,0	0,1	1	1	0	1	0
5	16	1,0	8,0	16,0	0,1	1	1	0	1	0
5	17	1,0	7,0	16,0	0,1	1	1	0	1	0
5	18	1,0	4,0	16,0	0,3	1	1	0	1	0
6	1	1,0	14,0	16,0	0,7	1	0	0	0	1

Quest.	item	tempo rod.5	custo ferr.	custo rod.	respos- ta	produ- to	Rio Grande	multas	oferta	pico
6	2	1,0	13,5	16,0	0,7	1	0	0	0	1
6	3	1,0	11,0	16,0	0,3	1	0	0	0	1
6	4	1,0	12,5	16,0	0,7	1	0	0	0	1
6	5	1,0	12,5	16,0	0,7	1	0	0	0	1
6	6	1,0	9,0	16,0	0,7	1	0	0	0	1
6	7	1,0	8,0	16,0	0,3	1	0	0	0	1
6	8	1,0	7,0	16,0	0,3	1	0	0	0	1
6	9	1,0	4,0	16,0	0,3	1	0	0	0	1
6	10	1,0	14,0	16,0	0,9	1	0	0	0	0
6	11	1,0	13,5	16,0	0,9	1	0	0	0	0
6	12	1,0	11,0	16,0	0,9	1	0	0	0	0
6	13	1,0	12,5	16,0	0,7	1	0	0	0	0
6	14	1,0	12,5	16,0	0,7	1	0	0	0	0
6	15	1,0	9,0	16,0	0,7	1	0	0	0	0
6	16	1,0	8,0	16,0	0,7	1	0	0	0	0
6	17	1,0	7,0	16,0	0,7	1	0	0	0	0
6	18	1,0	4,0	16,0	0,3	1	0	0	0	0
7	1	1,0	14,0	16,0	0,7	1	0	0	1	1
7	2	1,0	13,5	16,0	0,9	1	0	0	1	1
7	3	1,0	11,0	16,0	0,9	1	0	0	1	1
7	4	1,0	12,5	16,0	0,3	1	0	0	1	1
7	5	1,0	12,5	16,0	0,3	1	0	0	1	1
7	6	1,0	9,0	16,0	0,7	1	0	0	1	1
7	7	1,0	8,0	16,0	0,1	1	0	0	1	1
7	8	1,0	7,0	16,0	0,3	1	0	0	1	1
7	9	1,0	4,0	16,0	0,3	1	0	0	1	1
7	10	1,0	14,0	16,0	0,9	1	0	0	1	0
7	11	1,0	13,5	16,0	0,9	1	0	0	1	0
7	12	1,0	11,0	16,0	0,9	1	0	0	1	0
7	13	1,0	12,5	16,0	0,5	1	0	0	1	0
7	14	1,0	12,5	16,0	0,5	1	0	0	1	0
7	15	1,0	9,0	16,0	0,9	1	0	0	1	0
7	16	1,0	8,0	16,0	0,7	1	0	0	1	0
7	17	1,0	7,0	16,0	0,7	1	0	0	1	0
7	18	1,0	4,0	16,0	0,7	1	0	0	1	0
8	1	1,0	14,0	16,0	0,7	0	0	0	1	1
8	2	1,0	13,5	16,0	0,9	0	0	0	1	1
8	3	1,0	11,0	16,0	0,9	0	0	0	1	1
8	4	1,0	12,5	16,0	0,9	0	0	0	1	1
8	5	1,0	12,5	16,0	0,9	0	0	0	1	1
8	6	1,0	9,0	16,0	0,9	0	0	0	1	1
8	7	1,0	8,0	16,0	0,7	0	0	0	1	1
8	8	1,0	7,0	16,0	0,7	0	0	0	1	1
8	9	1,0	4,0	16,0	0,9	0	0	0	1	1
8	10	1,0	14,0	16,0	0,9	0	0	0	1	0

Quest.	item	tempo rod.5	custo ferr.	custo rod.	respos- ta	produ- to	Rio Grande	multas	oferta	pico
8	11	1,0	13,5	16,0	0,9	0	0	0	1	0
8	12	1,0	11,0	16,0	0,9	0	0	0	1	0
8	13	1,0	12,5	16,0	0,9	0	0	0	1	0
8	14	1,0	12,5	16,0	0,9	0	0	0	1	0
8	15	1,0	9,0	16,0	0,9	0	0	0	1	0
8	16	1,0	8,0	16,0	0,7	0	0	0	1	0
8	17	1,0	7,0	16,0	0,7	0	0	0	1	0
8	18	1,0	4,0	16,0	0,9	0	0	0	1	0
9	1	1,0	14,0	16,0	0,3	0	0	0	1	1
9	2	1,0	13,5	16,0	0,3	0	0	0	1	1
9	3	1,0	11,0	16,0	0,3	0	0	0	1	1
9	4	1,0	12,5	16,0	0,1	0	0	0	1	1
9	5	1,0	12,5	16,0	0,1	0	0	0	1	1
9	6	1,0	9,0	16,0	0,1	0	0	0	1	1
9	7	1,0	8,0	16,0	0,1	0	0	0	1	1
9	8	1,0	7,0	16,0	0,1	0	0	0	1	1
9	9	1,0	4,0	16,0	0,1	0	0	0	1	1
9	10	1,0	14,0	16,0	0,3	0	0	0	1	0
9	11	1,0	13,5	16,0	0,3	0	0	0	1	0
9	12	1,0	11,0	16,0	0,1	0	0	0	1	0
9	13	1,0	12,5	16,0	0,1	0	0	0	1	0
9	14	1,0	12,5	16,0	0,1	0	0	0	1	0
9	15	1,0	9,0	16,0	0,1	0	0	0	1	0
9	16	1,0	8,0	16,0	0,1	0	0	0	1	0
9	17	1,0	7,0	16,0	0,1	0	0	0	1	0
9	18	1,0	4,0	16,0	0,1	0	0	0	1	0
10	1	3,0	39,5	42,0	0,3	0	1	0	1	1
10	2	3,0	38,5	42,0	0,1	0	1	0	1	1
10	3	3,0	35,0	42,0	0,7	0	1	0	1	1
10	4	3,0	36,0	42,0	0,3	0	1	0	1	1
10	5	3,0	35,0	42,0	0,5	0	1	0	1	1
10	6	3,0	31,5	42,0	0,5	0	1	0	1	1
10	7	3,0	13,0	42,0	0,7	0	1	0	1	1
10	8	3,0	8,5	42,0	0,9	0	1	0	1	1
10	9	3,0	8,0	42,0	0,9	0	1	0	1	1
10	10	3,0	39,5	42,0	0,9	0	1	0	1	0
10	11	3,0	38,5	42,0	0,9	0	1	0	1	0
10	12	3,0	35,0	42,0	0,9	0	1	0	1	0
10	13	3,0	36,0	42,0	0,9	0	1	0	1	0
10	14	3,0	35,0	42,0	0,9	0	1	0	1	0
10	15	3,0	31,5	42,0	0,7	0	1	0	1	0
10	16	3,0	13,0	42,0	0,7	0	1	0	1	0
10	17	3,0	8,5	42,0	0,7	0	1	0	1	0
10	18	3,0	8,0	42,0	0,7	0	1	0	1	0
11	1	1,0	14,0	16,0	0,7	0	1	0	1	1

Quest.	item	tempo rod.5	custo ferr.	custo rod.	respos- ta	produ- to	Rio Grande	multas	oferta	pico
11	2	1,0	13,5	16,0	0,7	0	1	0	1	1
11	3	1,0	11,0	16,0	0,3	0	1	0	1	1
11	4	1,0	12,5	16,0	0,3	0	1	0	1	1
11	5	1,0	12,5	16,0	0,1	0	1	0	1	1
11	6	1,0	9,0	16,0	0,1	0	1	0	1	1
11	7	1,0	8,0	16,0	0,1	0	1	0	1	1
11	8	1,0	7,0	16,0	0,3	0	1	0	1	1
11	9	1,0	4,0	16,0	0,1	0	1	0	1	1
11	10	1,0	14,0	16,0	0,9	0	1	0	1	0
11	11	1,0	13,5	16,0	0,9	0	1	0	1	0
11	12	1,0	11,0	16,0	0,7	0	1	0	1	0
11	13	1,0	12,5	16,0	0,3	0	1	0	1	0
11	14	1,0	12,5	16,0	0,3	0	1	0	1	0
11	15	1,0	9,0	16,0	0,3	0	1	0	1	0
11	16	1,0	8,0	16,0	0,3	0	1	0	1	0
11	17	1,0	7,0	16,0	0,3	0	1	0	1	0
11	18	1,0	4,0	16,0	0,3	0	1	0	1	0
12	1	1,0	14,0	16,0	0,7	0	0	0	1	1
12	2	1,0	13,5	16,0	0,3	0	0	0	1	1
12	3	1,0	11,0	16,0	0,3	0	0	0	1	1
12	4	1,0	12,5	16,0	0,3	0	0	0	1	1
12	5	1,0	12,5	16,0	0,3	0	0	0	1	1
12	6	1,0	9,0	16,0	0,5	0	0	0	1	1
12	7	1,0	8,0	16,0	0,7	0	0	0	1	1
12	8	1,0	7,0	16,0	0,7	0	0	0	1	1
12	9	1,0	4,0	16,0	0,7	0	0	0	1	1
12	10	1,0	14,0	16,0	0,7	0	0	0	1	0
12	11	1,0	13,5	16,0	0,5	0	0	0	1	0
12	12	1,0	11,0	16,0	0,5	0	0	0	1	0
12	13	1,0	12,5	16,0	0,5	0	0	0	1	0
12	14	1,0	12,5	16,0	0,7	0	0	0	1	0
12	15	1,0	9,0	16,0	0,7	0	0	0	1	0
12	16	1,0	8,0	16,0	0,7	0	0	0	1	0
12	17	1,0	7,0	16,0	0,7	0	0	0	1	0
12	18	1,0	4,0	16,0	0,7	0	0	0	1	0
13	1	1,0	14,0	16,0	0,7	0	0	0	1	1
13	2	1,0	13,5	16,0	0,5	0	0	0	1	1
13	3	1,0	11,0	16,0	0,9	0	0	0	1	1
13	4	1,0	12,5	16,0	0,3	0	0	0	1	1
13	5	1,0	12,5	16,0	0,5	0	0	0	1	1
13	6	1,0	9,0	16,0	0,9	0	0	0	1	1
13	7	1,0	8,0	16,0	0,5	0	0	0	1	1
13	8	1,0	7,0	16,0	0,5	0	0	0	1	1
13	9	1,0	4,0	16,0	0,9	0	0	0	1	1