

ESTUDO SOBRE OS DETERMINANTES  
DO CONSUMO DE ÓLEO DIESEL

Relatório Final

Vol. 2

Convênio PG - 214/85.1

DNER/IPEA

## APRESENTAÇÃO

O objeto do Convênio PG-214/ 85.1, celebrado entre o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER e o Instituto de Planejamento Econômico e Social - IPEA, é o desenvolvimento pelo IPEA de estudo sobre os determinantes do consumo de óleo diesel, atendendo ao disposto no item D.4 do Acordo de Empréstimo nº 2.446-BR, de 30/10/84, celebrado entre o Governo do Brasil e o Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento-BIRD. O estudo em questão visa a: 1) identificar e analisar os determinantes do consumo de óleo diesel nos principais setores de atividade econômica; 2) quantificar e analisar o impacto de variações no preço relativo deste combustível; 3) e, identificar as áreas com potencial para conservação de óleo diesel, bem como os meios mais adequados para estimular tal conservação. Constam deste Relatório os textos dos estudos desenvolvidos, bem como um Relatório Sintético, que apresenta as principais conclusões e recomendações do estudo.

ESTUDO SOBRE OS DETERMINANTES DO

CONSUMO DE ÓLEO DIESEL

Ficha Técnica

Execução: Instituto de Pesquisas - INPES/IPEA

Coordenador técnico: Dr. Newton R. de Castro

Acompanhamento técnico: Divisão de Pesquisas do Instituto de  
Pesquisas Rodoviárias - IPR/DNER

Supervisão: Engº Manuel Valente Ferreira (IPR)

Relatório Final: 1ª versão em janeiro/1987; 2ª versão em julho/1987

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO  
FICHA TÉCNICA  
SUMÁRIO  
RESUMO DOS ESTUDOS

Volume 1

RELATÓRIO SINTÉTICO

- I. "A Demanda por Energia em Transportes: Determinantes e Possibilidades de Conservação", por Newton de Castro.

DETERMINANTES DO CONSUMO DE ÓLEO DIESEL NO TRANSPORTE DE CARGA

- II. "Produção, Distribuição, Consumo e Demanda Derivada por Transporte e Energia", por Newton de Castro.
- III. "Estrutura e Desempenho do Setor de Transporte Rodoviário de Carga", por Newton de Castro.
- IV. "Função de Custo das Empresas Transportadoras de Carga Fracionada em Rotas Fixas, por Antônio Edmundo Rezende e Edwin Pinto de la Sota Silva.

Volume 2

- V. "Distribuição Intramunicipal de Bens e Serviços: Demanda, Tecnologia de Produção e Potencial de Conservação de Energia", por Joffre Dan Swait.
- VI. "Caracterização das Decisões Logísticas de Curto Prazo de Firms Comerciais e Industriais", por Joffre Dan Swait.
- VII. "Determinantes das Decisões Logísticas Industriais: O Caso da Exportação de Manufaturados", por Adriana Teixeira Bernardino.

DETERMINANTES DO CONSUMO DE ÓLEO DIESEL NO TRANSPORTE DE PASSAGEI-  
ROS

VIII. "O Consumo de Energia no Transporte Coletivo de Passageiros",  
por Flávio Freitas Faria.

DETERMINANTES DO CONSUMO DE ÓLEO DIESEL NA AGROPECUÁRIA

IX. "Consumo de Óleo Diesel na Agropecuária Brasileira, por  
Flávio Freitas Faria.

TEXTO PARA DISCUSSÃO

GRUPO DE ENERGIA

Nº XXXVI

"Distribuição Intramunicipal de Bens e Serviços: Demanda, Tecnologia de Produção e Potencial de Conservação de Energia".

Joffre Dan Swait

Abril de 1986

## SUMÁRIO

	<u>Página</u>
1 - <u>INTRODUÇÃO</u> .....	01
1.1 - <u>Objetivo do Trabalho</u> .....	01
1.2 - <u>Motivação para o Estudo</u> .....	02
1.3 - <u>Principais Resultados do Estudo</u> .....	04
1.3.1 - <u>A Demanda por DIC</u> .....	04
1.3.2 - <u>A Tecnologia de Produção de DIC</u> .....	07
1.4 - <u>Organização do Trabalho</u> .....	08
2 - <u>DETERMINANTES SÓCIO-ECONÔMICOS DA FROTA DE DISTRIBUIÇÃO INTRAMUNICIPAL DE BENS E SERVIÇOS</u> .....	09
2.1 - <u>Descrição dos Dados Utilizados</u> .....	09
2.2 - <u>Especificação do Modelo</u> .....	10
2.3 - <u>Apresentação dos Resultados de Estimação</u> .....	14
2.4 - <u>Discussão dos Resultados</u> .....	21
2.5 - <u>Conclusão</u> .....	22
3 - <u>ESTRUTURA TECNOLÓGICA DAS EMPRESAS DE DISTRIBUIÇÃO URBANA DE CARGA</u> .....	24
3.1 - <u>Descrição dos Dados Utilizados</u> .....	24
3.2 - <u>Abordagem para Análise</u> .....	26
3.2.1 - <u>Definição dos Itens de Custo</u> .....	27
3.2.2 - <u>Definição dos Preços dos Fatores de Produção</u> .....	29
3.2.3 - <u>Definição do Nível de Produção</u> .....	30
3.2.4 - <u>Comentários sobre a Especificação Econométrica da Função Custo</u> .....	30

	<u>Página</u>
3.3 - <u>Apresentação dos Resultados de Estimação</u> .....	31
3.3.1 - <u>Especificação Detalhada da Função Custo e Método de Estimação</u> .....	31
3.3.2 - <u>A Função de Custo Estimada</u> .....	32
3.4 - <u>Discussão dos Resultados</u> .....	37
3.4.1 - <u>Caracterização da Estrutura de Custo</u> ...	37
3.4.2 - <u>Simulação de Políticas</u> .....	42
3.5 - <u>Conclusão</u> .....	47
4 - <u>POSSÍVEIS EXTENSÕES AO TRABALHO</u> .....	48
<u>BIBLIOGRAFIA</u> .....	50

## LISTA DE TABELAS E FIGURAS

	<u>Página</u>
<u>Tabela 1</u> - Frota de Veículos Comerciais Leves e Veículos Leves de Carga em 1979 e 1983.....	04
<u>Tabela 2</u> - Variação Percentual Prevista no Tamanho da Frota de DIC para um Aumento de 10% nas Variáveis Sócio-Econômicas de um Município.....	05
<u>Tabela 3</u> - Marcas/Modelo de Veículos Utilizados na Análise de Frota.....	10
<u>Tabela 4</u> - Resultados de Estimação para os Modelos Iniciais de Tamanho de Frota.....	15
<u>Tabela 5</u> - Resultados de Estimação para os Modelos Finais de Tamanho de Frota.....	19
<u>Tabela 6</u> - Custos Médios e Participação Relativa dos Itens de Custo nas Empresas de Distribuição Intramunicipal.....	26
<u>Tabela 7</u> - Índices de Preços dos Fatores de Produção....	29
<u>Tabela 8</u> - Parâmetros Estimados da Função de Custo: Sem Restrições.....	34
<u>Tabela 9</u> - Parâmetros Estimados da Função de Custo: Restrições de Homoteticidade, Retornos de Escala Constantes, e Separabilidade de (A) vs. (K, L, M, C, O).....	36
<u>Tabela 10</u> - Elasticidades Estimadas de Substituição Técnica (de Allen) Entre Pares de Insumos (Nos Preços Médios da Amostra).....	41
<u>Tabela 11</u> - Elasticidades-Preço Estimados nos Preços Médios da Amostra.....	43
<u>Tabela 12</u> - Simulação de Políticas para Conservação de Energia.....	45

## LISTA DE TABELAS E FIGURAS

	<u>Página</u>
<u>Tabela 1</u> - Frota de Veículos Comerciais Leves e Veículos Leves de Carga em 1979 e 1983.....	04
<u>Tabela 2</u> - Variação Percentual Prevista no Tamanho da Frota de DIC para um Aumento de 10% nas Variáveis Sócio-Econômicas de um Município.....	05
<u>Tabela 3</u> - Marcas/Modelo de Veículos Utilizados na Análise de Frota.....	10
<u>Tabela 4</u> - Resultados de Estimação para os Modelos Iniciais de Tamanho de Frota.....	15
<u>Tabela 5</u> - Resultados de Estimação para os Modelos Finais de Tamanho de Frota.....	19
<u>Tabela 6</u> - Custos Médios e Participação Relativa dos Itens de Custo nas Empresas de Distribuição Intramunicipal.....	26
<u>Tabela 7</u> - Índices de Preços dos Fatores de Produção....	29
<u>Tabela 8</u> - Parâmetros Estimados da Função de Custo: Sem Restrições.....	34
<u>Tabela 9</u> - Parâmetros Estimados da Função de Custo: Restrições de Homoteticidade, Retornos de Escala Constantes, e Separabilidade de (A) vs. (K, L, M, C, O).....	36
<u>Tabela 10</u> - Elasticidades Estimadas de Substituição Técnica (de Allen) Entre Pares de Insumos (Nos Preços Médios da Amostra).....	41
<u>Tabela 11</u> - Elasticidades-Preço Estimados nos Preços Médios da Amostra.....	43
<u>Tabela 12</u> - Simulação de Políticas para Conservação de Energia.....	45

<u>Figura 1</u> - Valores Previstos vs. Observados para Modelo de Municípios com 50.000 ou menos Habitantes.	16
<u>Figura 2</u> - Valores Previstos vs. Observados para Modelo de Municípios com mais de 50.000 Habitantes..	17
<u>Figura 3</u> - Valores Previstos vs. Observados para Modelo Final de Municípios com 50.000 ou menos Habitantes.....	20
<u>Figura 4</u> - Custo Médio por Tonelada Transportada em Função do Nível de Produção.....	39

## Sinopse

Este estudo investiga quais fatores sócio-econômicos de um município determinam a demanda por distribuição intramunicipal de bens e serviços, e de que forma esses serviços de distribuição são produzidos. Os modelos desenvolvidos têm como objetivo avaliar o potencial de conservação de energia no setor. Entre os determinantes da demanda encontram-se renda (elasticidade  $\epsilon = 0,8$ ), população, extensão geográfica, nível de atividade industrial e comercial, e em pequenos municípios, o nível de atividade agrícola ( $\epsilon = 0,3$ ). A partir de uma função de custo para empresas profissionais (ETCs) do setor de transporte intramunicipal de carga, observa-se que a tecnologia de produção é bastante rígida, apresentando poucas oportunidades de substituição entre insumos e uma relativa insensibilidade a preços, inclusive Energia (elasticidade-preço na ordem de  $-0,6$ ). Os resultados mostram que o par de insumos Capital e Mão-de-Obra Operacional, e o par de insumos, Capital e Manutenção da Frota, são os únicos pares complementares, os demais sendo substitutos. A função de custo mostra a existência de economias de escala na produção do serviço de distribuição intramunicipal de carga.

## DISTRIBUIÇÃO INTRAMUNICIPAL DE BENS E SERVIÇOS:\*

Demanda, Tecnologia de Produção e  
Potencial de Conservação de Energia

Joffre Dan Swait\*\*

### 1 - INTRODUÇÃO

#### 1.1 - Objetivo do Trabalho

O objetivo deste trabalho é produzir um conjunto de instrumentos que permita a avaliação do potencial de conservação e energética nas empresas que ofertam serviços de distribuição/coleta intramunicipal de bens e serviços. Para atender a esse objetivo, dois modelos são desenvolvidos: um modelo de demanda por serviços de distribuição e um de custo total de operação de Empresas de Transporte de Carga (ETCs) que atuam exclusivamente no âmbito municipal, de maneira a determinar a estrutura de produção desse tipo de serviço.

O conhecimento das características principais tanto da demanda como da oferta do serviço de distribuição intramunicipal de carga (DIC) nos permite avaliar a conveniência e impactos de políticas que visem um maior rendimento energético do setor.

As análises efetuadas e relatadas neste trabalho baseiam-se em dados do Inquérito Especial de Empresas de Transporte (IE-03/1980), dos Censos Demográfico, Industrial, Comercial e Agropecuário de 1980; e do Cadastro de Veículos e Proprietários do Ministério da Fazenda (TRU/1980).

---

\* Agradeço ao Dr. Newton de Castro (INPES/IPEA) pelos valiosos comentários e orientação dados durante o decorrer deste estudo. A FINEP e ao IPEA pelo apoio financeiro e institucional que permitiram sua realização. E, a Diva Mattos que datilografou este trabalho e os relatórios que o antecederam.

\*\* Da COPPE/UFRJ.

## 1.2 - Motivação para o Estudo

A demanda por DIC resulta das demandas que firmas e indivíduos têm por produtos de que estão espacialmente separados, mas estando produto e consumidor no mesmo município. Embora homogênea em relação ao modo de transporte utilizado para ofertar o serviço (i.e., o modo rodoviário), a distribuição intramunicipal de carga é efetuada por um grande número de agentes econômicos, com características bastante distintas. Podemos citar, por exemplo, o consumidor que transporta suas compras do supermercado à residência; por outro lado, o próprio supermercado pode efetuar o serviço de entrega no domicílio. Existe o pequeno agricultor no cinturão verde de uma área urbana que transporta seus produtos agrícolas para as áreas de consumo. Empresas de Carga Própria (ECPs), na forma de departamentos de transporte de estabelecimentos industriais e comerciais, também desfrutam de um papel de destaque na produção de DIC, não olvidando tampouco da participação que o Transportador Rodoviário Autônomo (TRA) desempenha no setor. Finalmente, podemos também citar as empresas que prestam serviços públicos (e.g. lixo, telecomunicações, eletricidade, água e esgoto,...) como ofertadores de serviços especializados de DIC.

A oferta de serviços de DIC por um grande número de agentes econômicos diferencia o setor de forma significativa das características apresentadas pelo setor de transporte intermunicipal de carga. Isso dificulta a transferência dos conhecimentos ora acumulados sobre o transporte rodoviário intermunicipal de carga (vide, por exemplo, Rezende, 1984) para o setor de DIC. Existem outras diferenças importantes:

(1) A demanda por DIC é, muitas vezes, mais uniformemente dispersa no espaço. Isto é, se imaginarmos as origens geográficas das demandas como pontos distribuídos na área de um município, o grau de dispersão da demanda seria maior do que no caso do transporte intermunicipal. Esse aspecto acarreta um nível de utilização dos veículos relativamente menor no caso do transporte intramunicipal.

(2) São raras as oportunidades para ganhos de economias de escala, através do uso de equipamentos maiores ou infra-estrutura

especializada, dada a dispersão da demanda e as condições de tráfego congestionado nas grandes áreas urbanas.

(3) A oferta de serviços de DIC está, freqüentemente, sujeita à necessidade de se atender a uma demanda que exige rapidez (e.g. entrega de uma geladeira, conserto de um telefone), o que influencia sobremaneira a estrutura tecnológica do setor; por exemplo, na seleção apropriada de veículos para prestar o serviço.

Tipicamente, são utilizados na DIC veículos de carga leves (e.g. furgões, pick-ups). Em 1983, existiam no Brasil 268.331 veículos dessas categorias movidos a óleo diesel (GEIPOT, 1984). A partir da base de dados IE-03 do IBGE pode-se estimar que, em média, veículos dessa categoria consomem 12.000 litros de óleo diesel por veículo-ano. Conseqüentemente o setor de DIC deve ter consumido cerca de 3,2 bilhões de litros de óleo diesel anualmente, ou seja, aproximadamente 18% do total do consumo deste combustível naquele ano, além de gasolina e álcool. Vê-se, portanto, que o setor de DIC participa significativamente no consumo de óleo diesel do País.

Outro fator que motiva este estudo é a maior facilidade de substituição de tecnologia motriz neste setor. Se considerarmos as categorias de veículos comerciais leves (VCL) e veículos de transporte de carga leves (VTCL), conforme nomenclatura do Anuário Estatístico dos Transportes (GEIPOT, 1984), notamos na Tabela 1 que o número de veículos nestas duas categorias evoluiu significativamente no período de 1979 a 1983. Podemos destacar dois aspectos dessa evolução. Primeiro, o número total de VCL cresceu a uma taxa média anual de 4%, e no caso de VTCL, de 8,6% (comparado com um decrêscimo médio anual de 0,1% para caminhões médios, o veículo predominante da frota de transporte de carga do País); segundo, houve um grande crescimento na participação dos veículos movidos a óleo diesel em ambas as categorias, aproximadamente 60% ao ano para VCL e 16% ao ano para VTCL. Isto demonstra não só que o setor de DIC cresceu significativamente durante um período de menor crescimento da economia, como também acentuou-se a "dieselização" da frota. A sensibilidade do setor a condições de mercado sugere-o como possível alvo de políticas que visem economia de combustível e substituição de tecnologia motriz (ciclo Otto utilizando gasolina e álcool versus ciclo Diesel utilizando óleo diesel).

Tabela 1 - Frota de Veículos Comerciais Leves e Veículos Leves de Carga em 1979 e 1983

		Gasolina/ Alcool	Óleo Diesel	Total
VCL	1979	707.170	20.542	727.622
	1983	718.911	133.139	852.050
VTCL	1979	58.290	75.025	133.495
	1983	50.696	135.192	185.888

FONTE: Anuário Estatístico dos Transportes, GEIPOT (1984).

Em resumo, são três as principais motivações deste estudo: (1) o setor de DIC representa uma parcela significativa (aproximadamente 18%) do consumo de óleo diesel no Brasil; (2) de 1979 a 1983, apesar do baixo desempenho da economia brasileira, ocorreu uma intensa "dieselização" da frota de veículos utilizados neste serviço; e (3) é improvável que o conhecimento adquirido sobre outros setores do transporte rodoviário de carga (especificamente, o intermunicipal) seja diretamente transferível ao setor de DIC.

### 1.3 - Principais Resultados do Estudo

#### 1.3.1 - A Demanda por DIC

Na Seção 2 deste trabalho analisa-se a demanda por distribuição intramunicipal de carga (bens e serviços) através de modelos que relacionam o tamanho da frota municipal de veículos tipicamente utilizados nesse serviço, com as características sócio-econômicas dos municípios. Cinco fatores principais são identificados:

- (1) densidade populacional;
- (2) renda do município (salários);
- (3) número de estabelecimentos industriais;
- (4) receita média por estabelecimento varejista;

(5) e, em municípios com 50.000 habitantes ou menos, o valor da produção agrícola e o número de estabelecimentos agrícolas.

Na Tabela 2 são apresentadas as estimativas dos impactos sobre o tamanho da frota causados por alterações de 10% nos fatores acima mencionados.

Tabela 2 - Variação Percentual Prevista no Tamanho da Frota de DIC para um Aumento de 10% nas Variáveis Sócio-Econômicas de um Município

Variável	Variação (%)	
	População ≤ 50.000	População > 50.000
Densidade populacional (habitantes/km <sup>2</sup> )	1,0	-1,2
Renda total mensal (salários mínimos)	8,0	8,0
Nº estabelecimentos industriais	0,5	1,8
Receita média por estabelecimen to varejista (Cr\$ 1980)	0,2	3,0
Nº estabelecimentos agrícolas	-0,9	-
Valor da produção agrícola (Cr\$ 1980)	3,1	-

Vê-se que o maior impacto individual é o da renda total do município: 10% do aumento nesta variável resulta num crescimento de 8% da frota de DIC. De acordo com os modelos apresentados na Seção 2, esse efeito permanece constante em relação à classificação do município (i.e., com 50.000 habitantes ou menos, ou com mais de 50.000 habitantes).

Os impactos causados por uma alteração de 10% na densidade populacional variam em função do número de habitantes do município. Nos municípios com 50.000 ou menos habitantes, um aumento na densidade causa um aumento no tamanho da frota de DIC.

Mantendo-se área e renda total constantes, um aumento da densidade resulta de um crescimento populacional, o que implica uma renda per capita menor. A diminuição da renda per capita pode resultar num consumo maior da produção local (ao invés de produtos importados de outras regiões), o que resulta numa maior demanda por DIC. Quando a população de um município ultrapassa 50.000 habitantes, aumentos na densidade populacional ocasionam reduções na frota de DIC. O decréscimo na renda per capita, que reduz a demanda por bens e serviços, é compensado pelo aumento na concentração espacial da demanda, que melhora o nível de utilização dos veículos de DIC. Isso resulta numa frota menor de veículos.

Em municípios com 50.000 habitantes ou menos, foi possível identificar o importante impacto que a atividade agrícola tem sobre a demanda de DIC. Especificamente, o tamanho da frota tem uma elasticidade em relação ao valor da produção agrícola de 0,3 e em relação ao número de estabelecimentos agrícolas de -0,1. Esses resultados são, por si, extremamente interessantes. Por exemplo, se a mesma produção agrícola for compartilhada por um número maior de agricultores, a frota de veículos em questão decresce: se o número de produtores aumentar em 10%, o número de veículos diminuirá na ordem de 1%, ceteris paribus. Por outro lado, políticas de fomento agrícola, que estimulem um aumento no valor da produção, demandam crescimentos proporcionais do tamanho da frota de 30%.

É possível avaliar, através das elasticidades apresentadas na Tabela 2, o impacto de certas políticas fiscais sobre o pequeno produtor rural. Especificamente, o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) de veículos comerciais leves e veículos leves de carga é maior do que dos veículos mais pesados; e o IPI dos veículos leves diesel ainda maior do que de veículos leves a gasolina ou álcool. De acordo com os resultados obtidos, tal política tributária onera mais do que proporcionalmente os municípios preponderantemente agrícolas, assim como municípios com estabelecimentos agrícolas relativamente maiores.

### 1.3.2 - A Tecnologia de Produção de DIC

Para avaliar como uma empresa de DIC reagiria a políticas de conservação de energia, estimuladas através de variação no preço deste insumo, faz-se necessário entender a estrutura produtiva do setor. Em suma, é necessário responder não só a questões relativas a equipamento e combustível utilizado, como também a questões relativas a interação entre equipamento e mão-de-obra operacional, know-how gerencial (que estabelece políticas de renovação e manutenção de frota), utilização de capacidade autônoma, etc. Para descrever esta tecnologia, estima-se uma função de custo total para empresas profissionais (ETCs) do setor de DIC, sendo esta função parametrizada em termos do nível de produção e do nível de preços dos insumos.

Os principais resultados obtidos sobre a tecnologia de produção de DIC seguem abaixo:

(1) a tecnologia exhibe fortes evidências de ser de proporções fixas, com poucas possibilidades de substituição entre insumos;

(2) aparentemente existem economias de escala em relação ao nível de produção (i.e. quantidade de carga transportada), mas o mesmo não ocorre necessariamente em relação ao tamanho da frota, o que indica uma dificuldade para a formação de monopólios naturais;

(3) as ETCs encaram o autônomo como uma extensão da frota própria, pois este insumo é um substituto para os demais; além disso, o autônomo serve como um mecanismo para que a ETC absorva aumentos nos preços de insumos;

(4) as empresas do setor exibem elasticidades-preço baixas (na ordem de -0,5%).

Em relação a políticas de preço visando a conservação de energia, os resultados acima indicam que empresas do setor de DIC dispõem de poucas alternativas de substituição entre insumos. Isto resultaria num repasse quase integral ao consumidor de seus serviços quando do aumento de preços de insumos, inclusive Energia. As baixas elasticidades de substituição podem permitir alguma acomodação ante possíveis aumentos de preço, porém de exten

são bastante limitada. As acomodações que ocorrem tomam a forma de racionalizações na operação (e.g. melhor roteamento), na manutenção dos veículos, ou através da utilização de autônomos, e investimento na frota (presumivelmente na forma de veículos mais novos com tecnologia motriz mais eficiente energeticamente).

Os resultados indicam que talvez o caminho mais eficaz para conseguir um maior rendimento energético no setor seja combinar duas ações: aumento de preços do insumo Energia e diminuição do preço de Capital (i.e. o preço do veículo). Assim, surtiriam maior impacto políticas que sinalizassem aos ofertadores de serviços de DIC quais os combustíveis que apresentam maior rendimento e ao mesmo tempo facilitassem o acesso a veículos novos com tecnologias mais avançadas ou apropriadas.

Outra informação de interesse para a formulação de políticas para o setor refere-se ao papel do transportador autônomo. Sucintamente, qualquer política que não considere, ou onere os custos do autônomo, prejudicará o desempenho econômico esperado do setor de DIC. Por exemplo, mencionou-se no parágrafo anterior que políticas atuando simultaneamente sobre preço de Energia e facilitando acesso a capital para renovação de frota parecem promissoras, no entanto, caso o autônomo não seja estimulado a substituir seu veículo, o impacto global dessas políticas poderia ser seriamente comprometido.

#### 1.4 - Organização do Trabalho

Este relatório é composto de três partes. Primeiro, apresenta-se o modelo desenvolvido para elucidar os fatores sócio-econômicos que determinam o tamanho da frota de veículos de setor de DIC. Segundo, relata-se o desenvolvimento da função custo de empresas do setor, que descreve a tecnologia operacional e gerencial utilizada. Finalmente, discutem-se possíveis extensões ao presente trabalho.

## 2 - DETERMINANTES SÓCIO-ECONÔMICOS DA FROTA DE DISTRIBUIÇÃO INTRAMUNICIPAL DE BENS E SERVIÇOS

Conforme descrito na Seção 1, a movimentação de veículos para o transporte de bens e serviços dentro de um município resulta da demanda final por estes bens e serviços. Por não ser possível obter dados sobre toda a movimentação intraurbana de carga, este estudo utiliza como "proxy" da demanda por DIC o tamanho da frota de veículos que usualmente prestam este tipo de serviço. Essa demanda por DIC é então modelada em função das características sócio-econômicas dos municípios.

Sabe-se de antemão que a frota do setor de DIC tem crescido significativamente, e paralelamente, tem ocorrido uma alteração marcante no tipo de combustível utilizado. Assim, o que se propõe nesta parte do estudo é apontar possíveis determinantes desse comportamento do setor, permitindo-nos indicar opções de políticas visando melhoria do rendimento energético na DIC.

A seguir, os dados utilizados para o modelo de frota são descritos. Segue-se a especificação do modelo e dos resultados de estimação. Conclui-se a Seção 2 com uma discussão dos principais resultados e suas implicações em relação ao consumo energético do setor.

### 2.1 - Descrição dos Dados Utilizados

A estimação do modelo de determinação do tamanho da frota de distribuição intramunicipal de carga (DIC) utilizou dados oriundos de quatro fontes: o Censo Demográfico, o Censo Industrial, o Censo Comercial e o Cadastro de Veículos da TRU, todos referentes ao ano de 1980.

Para cada um dos 671 municípios disponíveis, estimou-se o tamanho da frota de DIC como sendo o total de veículos leves de Transporte de Carga e comerciais leves cadastrados pela TRU, para 26 marcas/modelos específicos. Estas marcas/modelos são apresentadas na Tabela 3, sendo o critério de seleção a utilização típica desses modelos na DIC. A criação da variável dependente da análise ignorou o tipo de combustível dos veículos, agregando veículos movidos a óleo diesel, gasolina e álcool.

Tabela 3 - Marcas/Modelos de Veículos Utilizados na Análise de Frota

Ford Pampa  
 Volkswagen Saveiro  
 Fiat Fiorino  
 Chevrolet C-10/1000, D-10/1000  
 Gurgel X-12, G-15  
 Dodge 100  
 Ford 75, 100, 1000  
 Chevrolet C-10, D-10, A-10  
 Toyota Bandeirante  
 Volkswagen Kombi  
 Fiat 70, 80  
 Ford 350, 600, 750, 400, 4000  
 Puma 4.T  
 Ford 2000  
 Mercedes Benz 608

Para cada um dos 671 municípios disponíveis, estimou-se o tamanho da frota de DIC como sendo o total de veículos leves de Transporte de Carga e comerciais leves cadastrados pela TRU, para 26 marcas/modelos específicos. Estas marcas/modelos são apresentadas na Tabela 3, sendo o critério de seleção a utilização típica desses modelos na DIC. A criação da variável dependente da análise ignorou o tipo de combustível dos veículos, agregando veículos movidos a óleo diesel, gasolina e álcool.

Aos dados da frota foram adicionadas informações censitárias disponíveis para cada município. A amostra é bastante representativa: os municípios têm populações que variam desde 3 mil a 8,5 milhões de pessoas.

## .2 - Especificação do Modelo

Pode-se distinguir três operações básicas de distribuição de bens e serviços dentro de um município:

(1) a movimentação de bens e serviços do comércio varejista e do setor de prestação de serviços ao consumidor final (e.g. en-

trega de um eletrodoméstico na residência do consumidor; coleta de lixo nos domicílios);

(2) o movimento de bens e serviços de estabelecimentos agrícolas, industriais, entrepostos e armazéns para o comércio atacadista/varejista (e.g. entrega de leite em padarias);

(3) e, o movimento de produtos intermediários entre estabelecimentos industriais (e.g. a entrega de componentes para uma montadora de automóveis).

Discutiremos a seguir os possíveis determinantes sócio-econômicos desses fenômenos.

Dois fatores principais determinam a demanda por consumo final (gerando, portanto, DIC): o número de indivíduos que compõe o mercado de consumo final e seu poder aquisitivo. Esperaríamos que quanto maior a população e a renda de um município, maior seria a demanda por bens e serviços, que por sua vez geraria uma maior demanda por DIC. Porém, para uma dada população e renda, quanto mais dispersa no espaço for a população, mais veículos deveriam ser necessários para efetuar a distribuição física dos bens e serviços. Para descrever o efeito da renda no modelo, utiliza-se o total de salários mínimos recebidos pela população do município. O efeito da população e sua concentração espacial é expressa através da variável densidade populacional, expressa em habitantes por quilômetro quadrado.

A segunda categoria de operação de distribuição física mencionada acima é essencialmente a movimentação de bens dos pontos de estocagem/produção aos pontos de venda. Quanto maior o número de estabelecimentos que atendem a demanda por consumo final, maior deve ser a frota necessária para efetuar a distribuição aos pontos de venda. Certos estabelecimentos comerciais (e.g. supermercados) apresentam atividades bem mais intensivas que outros. Esses estabelecimentos maiores provavelmente permitem que o sistema de distribuição física aproveite de possíveis economias de escala em função de um maior nível de demanda. Assim, o volume de vendas feitas por um estabelecimento comercial influenciaria a frota de DIC. Para capturar tanto o efeito de número de estabelecimentos

como do volume de vendas, introduzimos no modelo a receita média proveniente de vendas por estabelecimento varejista, em cruzeiros de 1980 por estabelecimento.

As indústrias de um município produzem bens para exportação e consumo interno. A produção exportada não gera DIC, com exceção do transporte de carga fracionada para consolidação em terminais. Os bens produzidos para consumo interno podem ter dois destinos: o comércio atacadista/varejista e outras indústrias. A movimentação da produção das indústrias ao comércio local já estaria sendo descrita pela variável receita média dos estabelecimentos varejistas. A movimentação entre indústrias do município, porém, não está ainda descrita no modelo. Para capturar este efeito propõe-se utilizar o número de estabelecimentos industriais como variável explicativa. Não se utiliza uma medida do valor da produção industrial do município porque tal valor incluiria também a produção para exportação, que não nos parece relevante para modelar a demanda por DIC.

A produção agrícola de um município pode também ser separada em suas componentes de exportação e consumo interno. A parcela referente ao consumo interno é transportada aos pontos de venda, tais como centrais de abastecimento, supermercados e feiras livres. Assim, quanto maior for a produção agrícola de um município, maior seria a frota de veículos comerciais leves e veículos leves de carga para atender à demanda por DIC. Porém, se a produção agrícola estiver concentrada num menor número de agricultores, esperaríamos que o tamanho da frota em questão diminuísse, pois seria possível transportar a produção em lotes maiores. Assim, também, é mais provável que o maior agricultor esteja mais voltado para a exportação de seus produtos. Os efeitos de escala da produção agrícola e concentração da produção são refletidos no modelo através da inclusão do valor da produção agrícola (em Cr\$ 1980) e do número de estabelecimentos agrícolas. É de se esperar que os efeitos descritos acima sejam especialmente marcantes em municípios de menor população, onde a atividade agrícola assume um papel vital na economia local. Na medida em que a população cresce há uma alteração no padrão do uso do solo, que força o distanciamento da atividade a-

grícola em relação ao centro urbano do município. Assim, nos municípios com muitos habitantes, esperaríamos que o efeito da atividade agrícola fosse desprezível ou então que já esteja sendo descrito por outras variáveis presentes no modelo, como renda e densidade populacional.

Essas observações nos levam a inicialmente estimar o modelo de frota omitindo as variáveis relacionadas à produção agrícola. Subseqüentemente um teste estatístico nos indica a necessidade de incluir essas variáveis.

A forma funcional inicial do modelo é a seguinte:

$$V_i = b_1 D_i^{b_2} R_i^{b_3} C_i^{b_4} I_i^{b_5} e^{\epsilon_i}, \quad \forall i \quad (2.1)$$

onde  $V_i$  = número de veículos das marcas/modelos indicados na Tabela 3, no município  $i$

$D_i$  = habitantes/km<sup>2</sup> no município

$R_i$  = renda total (salários mínimos) do município

$C_i$  = receita média por estabelecimento varejista (Cr\$ 1980/estabelecimento) no município

$I_i$  = número de estabelecimentos industriais no município

$\epsilon_i$  = erro

$b_1, \dots, b_5$  coeficientes

O modelo (2.1) é uma função Cobb-Douglas, o que implica que as elasticidades do tamanho de frota em relação às variáveis independentes são simplesmente os coeficientes correspondentes. Além desta vantagem de simplicidade de interpretação, a forma funcional (2.1) é facilmente estimada pois é linear nos parâmetros quando transformada por logaritmos:

$$\ln V_i = \ln b_1 + b_2 \ln D_i + b_3 \ln R_i + b_4 \ln C_i + b_5 \ln I_i + \epsilon_i \quad (2.2)$$

### 2.3 - Apresentação dos resultados da estimação

O modelo (2.2) pode ser estimado por mínimos quadrados ordinários (MQO), desde que sejam atendidas as condições usuais de normalidade e homocedasticidade de  $\varepsilon_i$ , e independência das variáveis explicativas. Em relação à homocedasticidade, utilizou-se o Teste de Park-Glejser, descrito em Pindyck e Rubinfeld (1981). As hipóteses testadas foram de existência de heterocedasticidade em relação à população do município e ao próprio tamanho da frota. As duas hipóteses são rejeitadas pelo teste. Portanto, o primeiro modelo estimado por MQO é apresentado na Tabela 4 sob o título "Todos os Municípios". Um exame visual do histograma de resíduos, aliado ao teste Kolmogorov-Smirnov, levam à não rejeição da hipótese de normalidade dos erros. Detectou-se multicolinearidade entre as variáveis renda ( $R_i$ ) e número de estabelecimentos industriais ( $I_i$ ); o grau de correlação entre ambas não é, porém, de grande magnitude; portanto não se acredita que o impacto seja significativo.

Um exame dos resíduos em função das variáveis independentes e de outras variáveis mostrou que o modelo para todos os municípios tende a errar mais nos municípios de menor população. Como a existência de heterocedasticidade foi eliminada anteriormente, surge a possibilidade de que os parâmetros do modelo (2.1) sejam diferentes para municípios pequenos e grandes. Para testar a hipótese de igualdade de parâmetros para municípios grandes e pequenos, a amostra de 671 cidades foi separada em duas partes: uma com municípios de 50.000 habitantes ou menos, e outra dos municípios com mais de 50.000 habitantes. Os resultados da estimação desses modelos são apresentados na Tabela 4. A partir das estatísticas nesta Tabela, podemos testar a hipótese nula de igualdade dos parâmetros utilizando a estatística F. Rejeita-se a hipótese nula com 99% de confiança, o que nos leva a aceitar os modelos por faixa de população.

Apresentam-se nas Figuras 1 e 2 os gráficos de valores observados de tamanho de frota versus valores previstos pelos modelos. Um exame desses gráficos deixa patente o fato de que o modelo para as cidades de mais de 50.000 habitantes prediz melhor do que o outro modelo. Especificamente, note-se que na Figura 1 o mo

**Tabela 4 - Resultados de Estimação para os Modelos Iniciais de Tamanho de Frota**

(Todas as variáveis na forma logarítmica)

Variável Dependente:  $V_i$  = total de veículos dos tipos indicados na Tabela 3, no município  $i$

	Todos os Municípios*	Municípios com População < 50.000*	Municípios com População > 50.000*
1. Constante	-3,188 (-14,7)	-4,300 (-9,5)	-4,856 (-14,9)
2. $D_i$ =densidade populacional (pessoas/km <sup>2</sup> )	-0,076 (-4,5)	0,911 (0,4)	-0,121 (-6,5)
3. $R_i$ =renda total mensal (salários mínimos)	0,848 (24,2)	0,052 (16,3)	0,785 (15,8)
4. $I_i$ =nº estabelecimentos industriais	0,099 (2,5)	0,079 (1,5)	0,176 (3,3)
5. $C_i$ =receita média por estabelecimento varejista (Cr\$ 1980)	0,050 (6,3)	0,037 (4,4)	0,302 (9,0)
N	671	390	281
$\bar{R}^2$	0,84	0,67	0,87
Desvio padrão da Regressão	0,488	0,49	0,42

\* Estatísticas t entre parêntesis.

Figura 1 - Valores Previstos vs. Observados para Modelos de Municípios com 50.000 ou Menos Habitantes

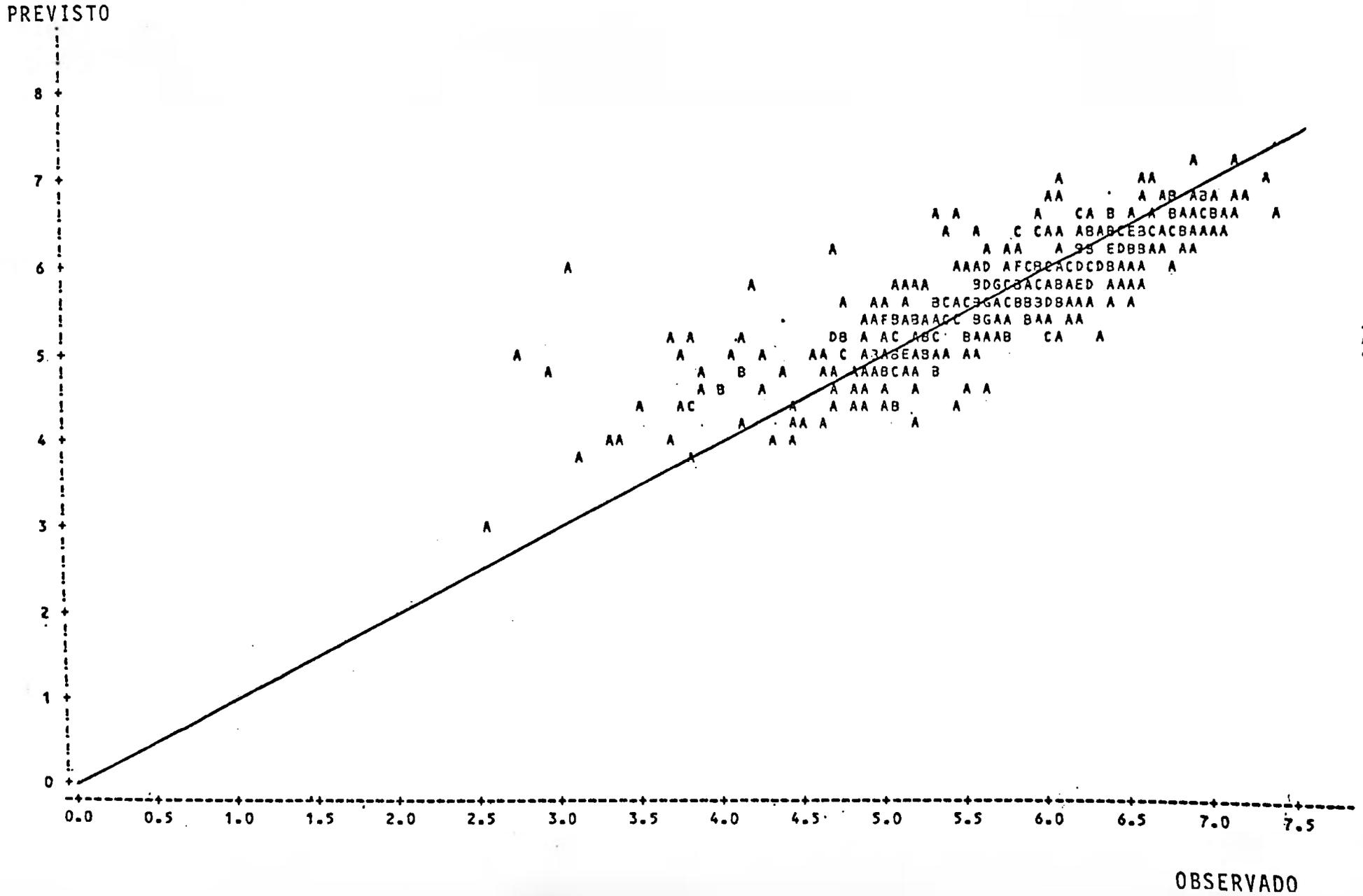
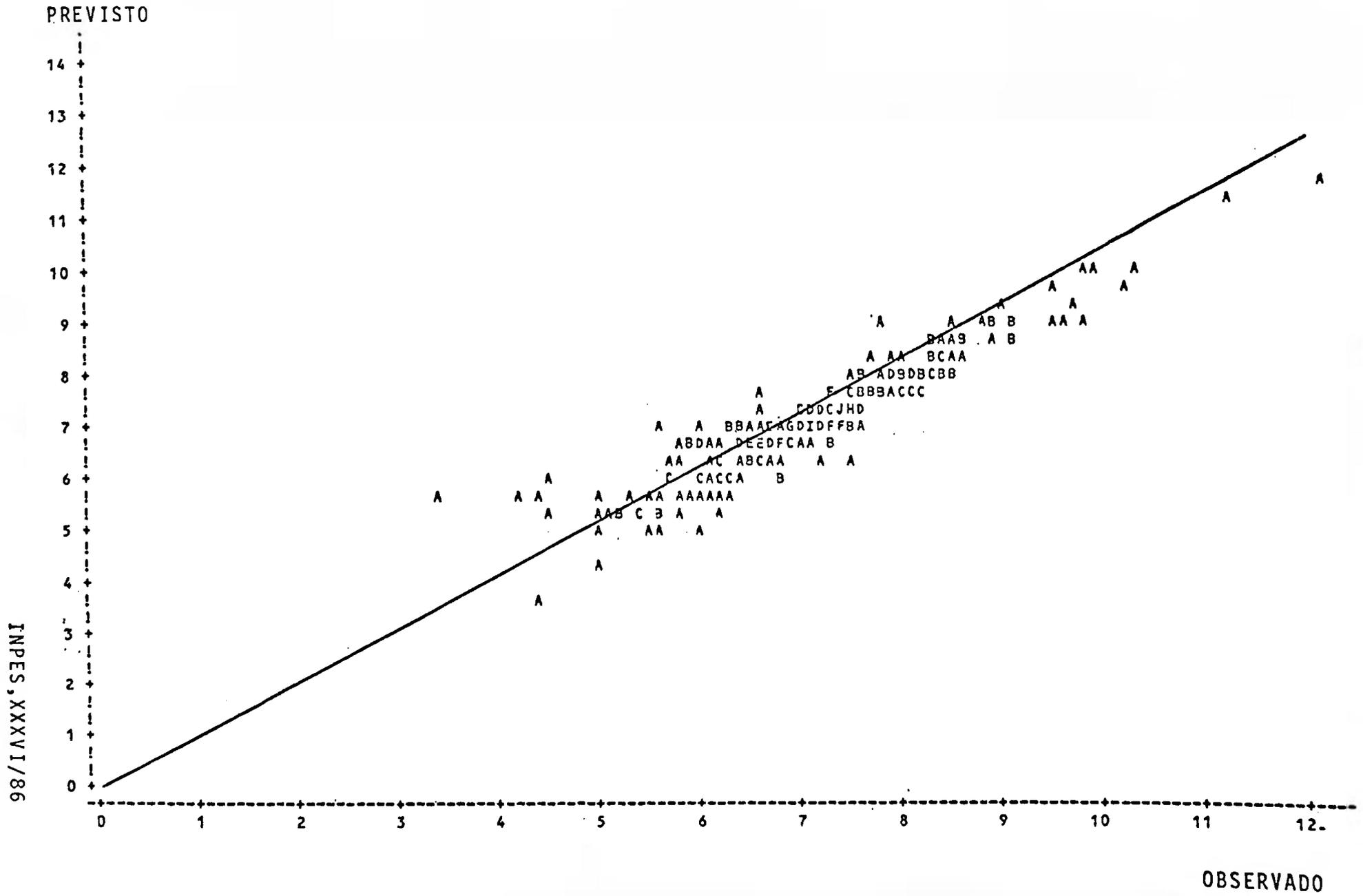


Figura 2 - Valores Previstos vs. Observados para Modelo de Municípios com mais de 50.000 Habitantes



INPES, XXXVI/86

delo para pequenos municípios continua a ter menor aderência nas regiões com menor número de veículos. Isto sugere um erro de especificação, possivelmente oriundo da omissão de variáveis relacionadas à produção agrícola dos municípios.

Na Seção 2.2 foi proposto o uso das variáveis número de estabelecimentos agrícolas ( $NA_i$ ) e valor da produção agrícola ( $VA_i$ ) para capturar o efeito que a atividade agrícola tem sobre o tamanho da frota de DIC. Sugeriu-se que em municípios de maior população o efeito destas duas variáveis poderia ser nulo ou confundido com outras variáveis presentes no modelo. Embora não se apresentem aqui os resultados da estimação, constatou-se que para municípios com mais de 50.000 habitantes o número de estabelecimentos agrícolas não tem significância estatística, e o efeito do valor da produção agrícola é completamente confundido com o da renda (que perde significância estatística). Assim, para esta categoria de municípios o modelo inicial (da Tabela 4) é a especificação escolhida.

Na Tabela 5 apresenta-se a segunda especificação para municípios com menos de 50.000 habitantes. Como se pode notar, o modelo que inclui as duas variáveis de produção agrícola explica uma parcela mais significativa da variação observada nos dados do que o modelo inicial (vide Tabela 4). Os dois parâmetros novos têm os sinais esperados, e adicionalmente temos que a variável densidade populacional ( $D_i$ ) ganhou em significância estatística, o que não ocorria anteriormente. Note-se que os parâmetros das demais variáveis ( $R_i$ ,  $I_i$  e  $C_i$ ) diminuíram em magnitude com a introdução de  $NA_i$  e  $VA_i$ . Na Figura 3 mostra-se o gráfico de valores observados versus previstos para o modelo que está sendo discutido. Comparando-o com a Figura 1, que contém o gráfico correspondente para o modelo sem o número de estabelecimentos e o valor da produção agrícola, notamos que sua introdução na especificação realmente corrigiu uma omissão.

Os resultados da Tabela 5 constituem a especificação final do modelo de tamanho de frota de DIC. Todos os parâmetros têm os sinais esperados, magnitudes razoáveis e alta significância estatística (com exceção do parâmetro da variável número de indústrias,  $I_i$ , no modelo dos municípios menores). É encorajador também

Tabela 5 - Resultados de Estimaco para os Modelos Finais de Tamanho de Frota

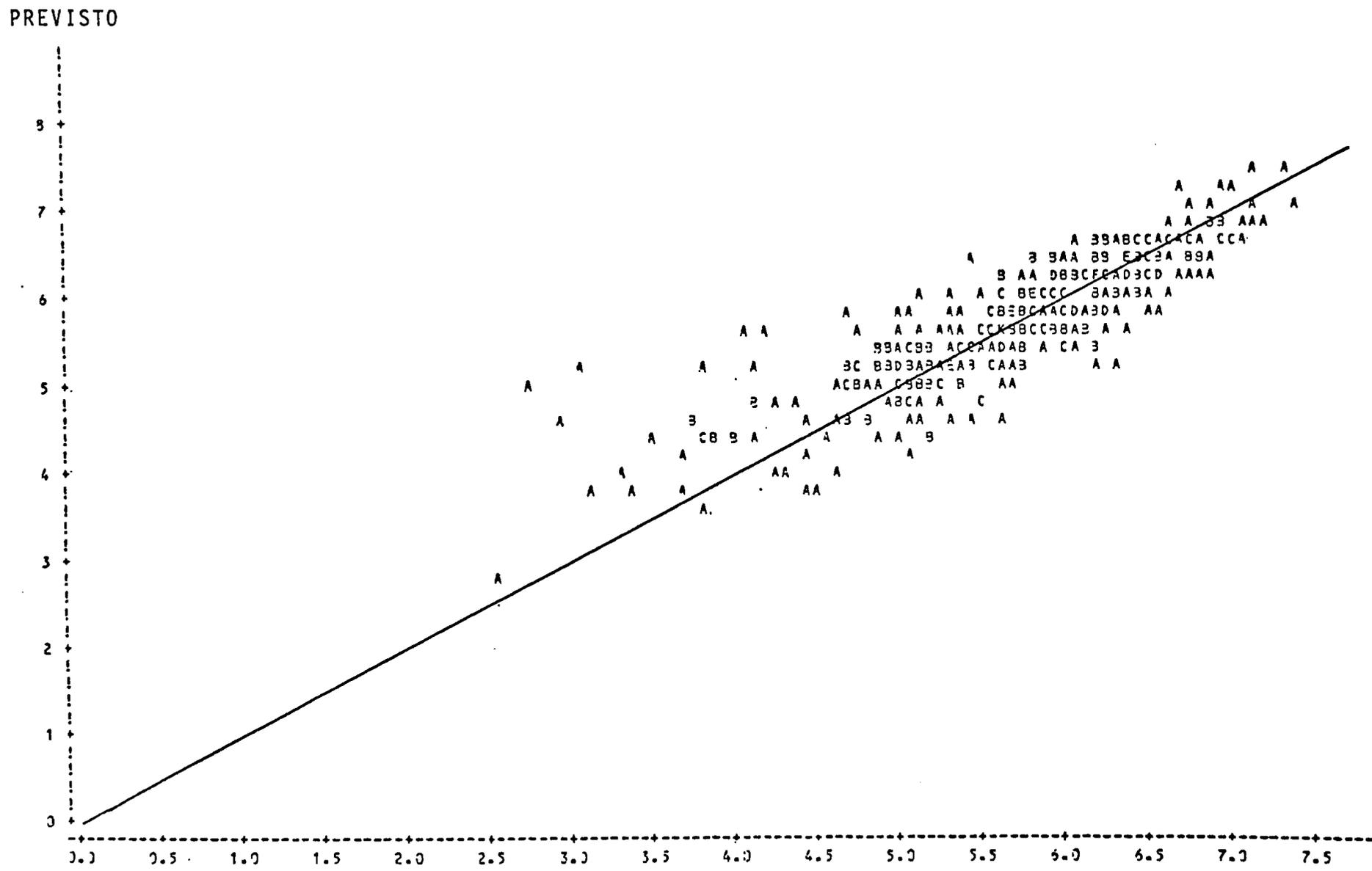
(Todas as variáveis na forma logarftmica)

Variável Dependente:  $V_i$  = total de veículos dos tipos na Tabela 3, no município  $i$

	Municípios com Populao $\leq 50.000^*$		Municípios com Populao $> 50.000^*$	
1. Constante	-6,612	(-13,6)	-4,856	(-14,9)
2. $D_i$ =densidade populacional (pessoas/km <sup>2</sup> )	0,097	(3,6)	-0,121	(-6,5)
3. $R_i$ =renda total mensal (salários mínimos)	0,828	(15,4)	0,785	(15,8)
4. $I_i$ =n estabelecimentos industriais	0,049	(1,1)	0,176	(3,3)
5. $C_i$ =receita média por estabelecimento varejista (Cr\$ 1980)	0,023	(3,0)	0,302	(9,0)
6. $NA_i$ =n estabelecimento a gropecurios	-0,091	(-3,0)	-	-
7. $VA_i$ =valor da produo a gropecuria (Cr\$ 1980)	0,310	(10,1)	-	-
N	390		281	
$\bar{R}^2$	0,74		0,87	
Desvio padro da regresso	0,43		0,42	

\*Estatísticas t entre parêntesis.

Figura 3 - Valores Previstos vs. Observados para Modelo Final de Municípios com 50.000 ou menos habitantes



observar que ambos os modelos, especialmente aquele para municípios de maior população, se ajustam muito bem aos dados. Isto aumenta a confiabilidade das inferências feitas a partir desses modelos.

#### 2.4 - Discussão dos Resultados

Embora o modelo de frota de veículos para DIC em municípios de maior população seja de mais interesse para o presente estudo, por abranger as áreas urbanas mais significativas do País, é interessante considerar-se as diferenças e similaridades entre os dois modelos apresentados na Tabela 5.

A renda total mensal do município tem, em ambos os modelos, o impacto individual mais significativo dentre todas as variáveis independentes. É interessante notar que a elasticidade renda da frota é essencialmente idêntica nos dois casos. Isto quer dizer que, proporcionalmente, a frota de qualquer município reage de maneira idêntica a alterações do poder aquisitivo da população, ceteris paribus.

Como seria de se esperar, o número de estabelecimentos industriais do município ( $I_i$ ) apresenta uma elasticidade positiva em ambos os casos, mas o efeito não é bem determinado nas cidades com menos habitantes.

Um exame dos coeficientes de receita média por estabelecimento varejista ( $C_i$ ) nos dois modelos demonstra o importante impacto que o comércio varejista de um município tem sobre o tamanho da frota de DIC, especialmente nos municípios maiores. Para áreas urbanas com mais de 50.000 habitantes, a receita média por estabelecimento varejista tem o segundo maior impacto individual dentre os vários efeitos identificados. Cada 1% de aumento em  $C_i$ , seja isto causado por um aumento nas vendas ao consumidor, seja por um decréscimo no número de estabelecimentos, gera um aumento de 0,3% no tamanho da frota. Por outro lado, o coeficiente da variável receita média ( $C_i$ ) nos municípios menores, embora estatisticamente significativo, é aproximadamente 15 vezes menor do que em municípios com população acima de 50.000 habitantes. Este efeito diferenciado nos parece muito razoável tendo em vista que o setor ter-

ciário de uma economia urbana será proporcionalmente maior nas cidades grandes que nas pequenas.

O modelo de frota de DIC para municípios com menos de 50.000 habitantes deixa clara a importância do setor agrícola como determinante da demanda por transporte de bens e serviços dentro de um município. Políticas de fomento à agricultura que aumentam o valor total da produção agrícola de um município criam uma demanda maior por veículos de DIC, na ordem de 30% por cada 100% de aumento no valor da produção. Por outro lado, a descentralização da produção agrícola num maior número de produtores diminui a frota de veículos comerciais leves e veículos leves de carga, ceteris paribus. A elasticidade da frota em relação ao número de estabelecimentos agrícolas é -0,1, que apesar de não representar um efeito muito forte é bem determinado estatisticamente.

O impacto da densidade populacional ( $D_i$ ) é positivo em municípios menores e negativos nos maiores. Em outras palavras, o efeito de concentração de uma maior população numa mesma área permite uma operação mais eficiente de DIC, como seria de se esperar. O sinal negativo do parâmetro de  $D_i$  para municípios maiores é uma indicação de que podem existir economias de escala na DIC, um resultado que será posteriormente investigado na Seção 3, onde apresenta-se uma análise da função de custo de Empresas de Transporte de Carga (ETCs) operando em áreas urbanas. O parâmetro positivo de  $D_i$  para municípios com menos de 50.000 habitantes pode indicar que aumentos na densidade populacional (que são acompanhados por decréscimos na renda per capita, já que a renda total permanece constante) resultam num consumo maior da produção local, o que resultaria numa maior demanda por DIC.

## 2.5 - Conclusão

Esta primeira fase do trabalho teve o objetivo de identificar os fatores sócio-econômicos do município que determinam a existência e o tamanho da frota de distribuição intramunicipal de carga. A partir de dados do Cadastro da TRU e informações censitárias para o ano de 1980, foram estimados dois modelos de tamanho de frota, o primeiro para municípios com 50.000 ou menos habitantes e o segundo para municípios com mais de 50.000 habitantes.

Esses modelos permitiram quantificar as elasticidades do tamanho da frota de um município em função das características dos consumidores (número de habitantes, área do município e renda total), da intensidade da atividade industrial (número de indústrias) e comercial (receita média por estabelecimento varejista), e nos municípios menores, da intensidade da atividade agropecuária (número de estabelecimentos e valor da produção).

Os modelos indicam que o impacto individual mais significativo é o de renda, com respeito à qual o tamanho da frota de DIC tem uma elasticidade na ordem de 0,8. O fato de a renda ter tão importante impacto não constitui nenhuma surpresa, pois é a demanda final por bens e serviços que gera a maior parte da demanda por DIC. O crescimento populacional, desde que gere um aumento na renda total do município, resulta no crescimento da frota de DIC; este efeito é compensado, em municípios com mais de 50.000 habitantes, pelo efeito oposto causado pelo aumento na densidade populacional.

Aumentos na renda do município serão refletidos, naturalmente, num aumento nas vendas de produtos em estabelecimentos comerciais. Isto, por sua vez, gera um aumento no tamanho da frota de DIC (na ordem de 0,3% para cada 1% de aumento na receita média do comércio varejista, nas cidades com 50.000 ou mais habitantes). O crescimento do parque industrial de um município também gera crescimento da frota de DIC (aproximadamente 0,2% para cada 1% de aumento no número de indústrias, em municípios com mais de 50.000 pessoas, e 0,05% em municípios com 50.000 ou menos habitantes).

Finalmente, a atividade agropecuária, em municípios com menos de 50.000 pessoas, tem um importante impacto no número de veículos dos tipos utilizados na DIC. Cada 1% de aumento no valor da produção agropecuária resulta num aumento de 0,3% no tamanho da frota de veículos comerciais leves e veículos leves de carga. A descentralização da produção num maior número de estabelecimentos resulta num decréscimo do tamanho da frota (i.e. 1% de aumento no número de estabelecimentos causa uma diminuição de 0,1% no tamanho da frota).

### 3 - ESTRUTURA TECNOLÓGICA DAS EMPRESAS DE DISTRIBUIÇÃO URBANA DE CARGA

Para se quantificar a sensibilidade de firmas do setor de distribuição intramunicipal de carga (DIC) a variações de fatores exógenos, como preço de insumos, faz-se necessário que primeiro tenhamos uma descrição de uma tecnologia de produção. Por tecnologia entende-se não só a questão de qual equipamento utilizar para o serviço, como também know-how gerencial, práticas de manutenção, alocação de mão-de-obra operacional, utilização de autônomos, e assim por diante.

O objetivo específico é quantificar a tecnologia através do conhecimento da maior ou menor facilidade com que firmas de DIC substituem entre si os vários insumos necessários para manter um dado nível de produção, assim como o comportamento dessas firmas ante variações nos preços desses insumos. Propõe-se adquirir esse conhecimento através da estimação de uma função custo, para empresas de transporte (ETCs) que operam dentro de municípios, parametrizada por nível de produção e por preço.

A seguir, descrevem-se os dados utilizados nesta parte do trabalho e apresenta-se o modelo desenvolvido.

#### 3.1 - Descrição dos Dados Utilizados

O Inquérito Especial IE-03, referente ao ano de 1980, abrange empresas públicas e privadas que se dedicam exclusiva ou preponderantemente à atividade de transporte, seja de passageiros ou carga, urbano ou interurbano. Não são incluídos os departamentos de transporte de indústrias e estabelecimentos comerciais, que estão representados em outro Inquérito Especial. Para o período de um ano fiscal, esse censo contém dados de natureza cadastral, econômico-financeira e operacional das empresas levantadas.

Para os objetivos do presente estudo, selecionaram-se empresas que indicavam operar predominantemente no Transporte Intramunicipal de Bens e Serviços. Aliado ao critério de ano fiscal de 12 meses (janeiro a dezembro de 1980), obteve-se uma amostra de 333 empresas. Devido à ausência de certas respostas essenciais nos questionários devolvidos por certas empresas, essa amostra cross-

-section ficou reduzida a 297 empresas. Essas empresas foram então submetidas a certos critérios de seleção relacionados aos i tens de custo utilizados neste estudo (vide Seção 3.7), o que reduziu a amostra para 84 empresas efetivamente utilizadas para a análise. Esses critérios de seleção visaram eliminar empresas com informações suspeitas.

As frotas das 84 empresas aprovadas nos testes mencionados acima têm em média 12 veículos, 9,5 dos quais são movidos a diesel e 2,5 a gasolina. Vê-se, portanto, que as frotas tendem a ser de pequeno porte, embora existam na amostra empresas com até 100 veículos. A impressão de que as empresas do setor são pequenas é reforçada pela observação de que, em média, o total de carga transportada é de 16.300 toneladas por ano por veículo. Embora não se tenham estatísticas sobre a quantidade de carga movimentada dentro dos municípios do Brasil, o mercado de serviços de distribuição/coleta de carga intramunicipal parece ser caracterizado por um grande número de pequenas empresas, atuando num ambiente competitivo com reduzida concentração da oferta. A questão pertinente da existência ou não de economias de escala será abordada posteriormente na discussão sobre a abordagem analítica (Seção 3.7).

O fato de as empresas tenderem a ser de pequeno porte têm reflexos importantes no impacto das diferentes opções de política de substituição de combustível. Por exemplo, uma empresa de pequeno porte provavelmente não teria o mesmo acesso a recursos e know-how gerencial para responder adequadamente a estímulos para a substituição de veículos mais velhos por outros mais novos e eficientes. Uma política visando a substituição de veículos poderia encontrar obstáculos, portanto, para sua implementação.

Do total de 1.027 veículos representados na amostra, apenas 8 utilizam o álcool como força motriz, fato pouco surpreendente considerando-se o ano de coleta dos dados.

Supõe-se que os custos incorridos pelas empresas de transporte possam ser agregados em seis grandes itens: capital, mão-de-obra operacional, manutenção da frota, combustível, capacidade autônoma e outros custos. Apresentam-se na Tabela 6 as médias observadas destes itens, bem como suas respectivas parcelas de participação no custo total da empresa.

**Tabela 6 - Custos Médios e Participação Relativa dos Itens de Custo nas Empresas de Distribuição Intramunicipal**

Item de Custo	Custo Anual Médio (Milhões Cr\$ 1980)	Parcela Média de Participação no Custo Total (%)
Capital	5,25	26,2
Mão-de-Obra Operacional	2,41	11,7
Manutenção	2,60	11,7
Combustível	3,21	17,8
Autônomo	5,62	25,2
Outros	2,94	7,4
<b>TOTAL</b>	<b>22,04</b>	<b>100,0</b>

FONTE: IBGE/1980 IE-03 (amostra de 84 empresas)

Note-se que os itens de custo de maior peso são os de capital (i.e. veículos) e a contratação de serviços de autônomos, cuja participação conjunta monta a 51,4% do custo total médio anual. Combustível é o terceiro maior item individualmente, com uma participação média de 17,8%.

### 3.2 - Abordagem para Análise

O objetivo primordial desta fase do estudo é mensurar o potencial de conservação de óleo diesel nas empresas DIC. Deve-se, entretanto, reconhecer que combustível é apenas um dentre vários fatores utilizados para produzir os serviços de coleta e distribuição de bens. Face a um aumento no preço de combustível, o empresário dispõe de várias opções para reduzir seus custos: 1) maiores investimentos na manutenção da frota existente; 2) otimização do roteamento dos veículos; 3) redução da equipe que opera o veículo e coleta/distribui a carga; 4) compra de veículos mais novos, com tecnologia motriz mais eficiente e/ou mais barata, em termos de consumo.

Propõe-se, então, modelar a estrutura de custos das empresas, considerando-se todos os fatores de produção utilizados para prestar os serviços de transporte. Presumindo que as empresas estejam em equilíbrio a longo prazo, e que os mercados dos fatores de produção sejam competitivos (ou seus preços exógenos à firma), a estrutura de custos pode ser representada pela função  $C(Q,P)$ , onde  $Q$  é uma medida da produção da empresa e  $P$  é um vetor de preços dos fatores. Por hipótese, supõe-se ser o custo total da empresa separável nas seguintes categorias:

- 1) capital
- 2) mão-de-obra operacional
- 3) manutenção da frota
- 4) energia (combustível)
- 5) contratação de autônomos
- 6) outros custos operacionais

### 3.2.1 - Definição dos Itens de Custo

#### a) Capital

Seria interessante poder refletir neste item o custo do capital investido na infra-estrutura e na frota. O IE-03 inclui um quesito denominado "Despesas com Depreciação/Amortização", que seria uma aproximação razoável para o custo desejado. Infelizmente, pouco mais da metade da amostra apresenta essa informação, tornando indesejável o uso desse quesito. Poder-se-ia aproximar esse custo se dispuséssemos de informações sobre a distribuição etária das frotas e a composição da infra-estrutura de cada firma, mas estes dados não constam no IE-03.

Como proxy do custo de capital, propõe-se utilizar o valor total em cruzeiros do imobilizado em meios de transporte, informação esta disponível para a totalidade das empresas na amostra.

#### b) Mão-de-Obra Operacional

Neste item de custo está incluído o total de salários de pessoal de tripulação e tráfego. Reflete-se, portanto, o custo da mão-de-obra diretamente envolvida na prestação de serviços aos clientes.

c) Manutenção da Frota

O custo de manutenção é definido pela soma dos salários do pessoal de manutenção com as despesas em peças/acessórios, pneus, material auxiliar, serviços prestados na empresa, e serviços prestados por terceiros. Vale aqui ressaltar que uma grande parte das empresas da amostra, por serem de pequeno porte, não possuem instalações próprias para manutenção dos veículos, que são, portanto, reparados por terceiros. Isto provavelmente implica, também, que essas empresas tendem a ter pouco ou nenhum estoque de peças e acessórios.

d) Combustível

É pouco plausível a idéia de que a empresa considere como sendo diferentes as várias tecnologias motrizes. A atividade fim da empresa é prestar um serviço de transporte ao menor custo possível, e as decisões tomadas sobre a composição de sua frota de veículos são decorrência desse objetivo. Sob esta ótica, define-se como custo de energia a soma das despesas com álcool, gasolina e diesel.

e) Autônomos

No caso do transporte rodoviário interurbano de carga (vide Rezende, 1984), os autônomos são amplamente utilizados pelas empresas transportadoras, constituindo-se uma frota virtual das empresas. Para melhor conhecer a interação entre o uso de capacidade própria da empresa de DIC versus a de ofertadores autônomos, decidiu-se isolar este custo num item próprio. A despesa com autônomos é um quesito coletado no IE-03, com respostas para todas as empresas.

f) Outros Custos Operacionais

Neste item estão englobadas todas as despesas operacionais que não constam dos itens anteriores, incluindo, assim, despesas com seguro e licenciamento dos meios de transporte, serviços de carga/descarga, e assim por diante. Incluem-se também os salários do pessoal de apoio (administrativo) e despesas com lubrificantes.

### 3.2.2 - Definição dos Preços dos Fatores de Produção

Para todas as categorias, excetuando-se energia, define-se o Índice de preço como sendo

$$\frac{\text{custo da categoria}}{\text{nº total de veículos na frota}} \quad (\text{Cr\$/veículo})$$

Esses Índices são, portanto, um custo médio anual do item por veículo para cada empresa. No caso do item energia, o Índice preço é definido como

$$\frac{\text{despesa com combustível}}{\text{consumo total de álcool} + \text{gasolina} + \text{óleo diesel}} \quad (\text{Cr\$/1000ℓ})$$

sendo assim o preço médio anual de combustível para a empresa, considerando-se os tipos de veículos em sua frota, em termos dos combustíveis consumidos.

A Tabela 7 contém os mínimos, médias e máximos dos Índices de preços dos fatores de produção. Os Índices de preços poderiam apresentar uma ausência de variação, o que prejudicaria o trabalho de estimação da função custo. A amostra oriunda do IE-03 não apresenta problema neste sentido.

Tabela 7 - Índices de Preços dos Fatores de Produção

Item de Custo	Índices de Preços (Cr\$)			
	Unidade	Mínimo	Média	Máximo
Capital	1980/veículo	5.419	457.340	1.777.404
Mão-de-Obra Operacional	1980/veículo	18.000	242.517	5.455.564
Manutenção	1980/veículo	15.368	221.238	789.522
Combustível	1980/litro	12.401	21.427	67.074
Autônomos	1980/veículo	327	757.294	6.154.341
Outros	1980/veículo	3.358	165.546	2.390.783

FONTE: IBGE/1980 IE-03; 84 empresas.

### 3.2.3 - Definição do Nível de Produção

O inquérito IE-03 inclui apenas toneladas de carga geral e de encomendas transportadas como medida de produção. Tal medida agregada ignora a natureza multiproduto do serviço prestado (e.g. perecibilidade do produto transportado, entrega urgente, distância de percurso, etc.), e é, portanto, incompleta. Dada a inexistência de alternativa, essa medida será utilizada no presente estudo.

### 3.2.4 - Comentários sobre a Especificação Econométrica da Função Custo

Como a forma funcional da função custo é desconhecida, faz-se necessário arbitrar uma função que seja estimável. Nessa escolha há que se considerar as implicações da forma funcional, em termos da teoria econômica. Opta-se, portanto, por uma forma funcional flexível, especificamente, a forma translog, para representar a função  $C(Q,P)$ . Essa forma é denominada flexível por não impor nenhuma estrutura à priori à função de custo (e.g. homoteticidade, retornos constantes). A forma translog tem sido utilizada em muitos estudos anteriores, tanto na área de transportes (vide, por exemplo, Rezende, 1984; Berechman e Giuliano, 1984; Berechman, 1983; Tauchen, Fravel e Gilbert, 1983; Friedlander e Spady, 1981) como em outros campos (por exemplo, na geração de energia elétrica, Christensen e Greene, 1976; Berndt e Wood, 1975).

A partir da função custo, pode-se calcular uma série de medidas que caracterizam a tecnologia de produção de serviços de DIC. Por exemplo, será possível estimar elasticidades de substituição entre fatores de produção, e a partir delas, avaliar o impacto do aumento de preço de combustível sobre os investimentos em novos veículos, manutenção da frota, contratação de serviços de autônomos, e assim por diante. Similarmente, elasticidades preço dos fatores de produção podem ser calculadas e utilizadas na avaliação de políticas. Outras medidas de interesse são a elasticidade do custo em relação ao nível de produção e medidas de economias de escala, que fornecerão uma visão da facilidade de entrada no mercado, da facilidade de expansão dos serviços ofertados pelas empresas, e assim por diante.

### 3.3 - Apresentação dos Resultados de Estimação

Nesta seção apresentam-se os resultados de estimação da função custo de empresas do setor de distribuição intramunicipal de carga, baseada na amostra de 84 empresas descrita na Seção 3.1.

#### 3.3.1 - Especificação Detalhada da Função Custo e Método de Estimação

Em sua forma mais completa, a função de custo total a ser estimada é dada por:

$$\begin{aligned} \ln C(Q,P) = & a_0 + a_Q \ln Q + \frac{1}{2} a_{QQ} (\ln Q)^2 + \sum_{i \in I} b_i \ln P_i + \\ & + \frac{1}{2} \sum_{i \in I} d_{ii} (\ln P_i)^2 + \sum_{i \in I} \sum_{\substack{j \in I \\ j \neq i}} d_{ij} (\ln P_i) (\ln P_j) + \\ & + \sum_{i \in I} v_i (\ln P_i) (\ln Q) \end{aligned} \quad (3.1).$$

onde  $a_0$ ,  $a_Q$ ,  $a_{QQ}$ ,

$b_i$ ,  $d_{ii}$ ,  $d_{ij}$ ,  $v_i$  são parâmetros a serem estimados;

$I$  é um conjunto de índices das categorias de custo = {Capital (K), Mão-de-Obra Operacional (L), Manutenção da Frota (M), Combustível (C), Contratação de Autônomos (A), e Outros (O)};

$Q$  é a produção, em toneladas transportadas (vide Seção 3.2.3);

$P_i$  é o índice de preço do insumo  $i \in I$  (vide Seção 3.2.2).

Admitindo-se a simetria dos parâmetros  $d_{ij}$  (i.e.,  $d_{ij} = d_{ji}$ ,  $\forall j \neq i$ ,  $i, j \in I$ ), tem-se um total de 36 parâmetros a serem estimados a partir de 84 observações. Obviamente, a estimação deste grande número de parâmetros de uma amostra pequena é algo indesejável do ponto de vista de eficiência estatística, e acima de tudo, do bom senso, dada a possível existência de multicolinearidade entre os índices de preços dos fatores de produção.

Como já foi indicado anteriormente, estão disponíveis estimativas da participação de cada item no custo total. A partir de uma função custo translog (como a função (3.1)), pode-se obter as

equações correspondentes de participação, que são da forma:

$$S_i = b_i + \frac{1}{2} \sum_{j \in I} d_{ij} (\ln P_j) + v_i \ln Q, \quad \forall i \in I \quad (3.2)$$

onde  $S_i$  é a participação do item  $i \in I$  no custo total da empresa, em forma de percentual. Note-se que os parâmetros do conjunto de equações (3.2) são os mesmos que os da função (3.1). Assim, estimando-se simultaneamente a função custo e as funções de participação, aumentam-se os graus de liberdade disponíveis sem aumentar o número de parâmetros. Uma equação de participação é redundante, porém, já que a soma das participações é sempre 100%. Portanto, será omitida a equação de participação do item Outros Custos; temos assim, 504 graus de liberdade para estimar 28 parâmetros. Os parâmetros da equação omitida podem ser calculados após a estimação a partir de certas identidades resultantes da imposição da condição de homogeneidade de grau um na função de custo (vide Berechman e Giuliano, 1984; Christensen e Greene, 1976; Rezende, 1984).

O método de estimação a ser utilizado trata o sistema de equações (3.1) mais (3.2), menos a equação de participação de Outros Custos, como um conjunto de equações sem relacionamento aparente (Seemingly Unrelated Regressions), mas que possivelmente tem termos de erro correlacionados. O método de estimação, conhecido como o método de Zellner (1962), é equivalente ao uso de um estimador de máxima verossimilhança quando repetido até a convergência dos parâmetros. A relevância deste fato para o presente trabalho é que o método iterativo de Zellner resulta em estimativas dos parâmetros que são independentes da equação de participação omitida do sistema (ver Christensen e Greene, 1976, para maiores detalhes sobre este resultado).

### 3.3.2 - A Função de Custo Estimada

Antes de se proceder à estimação da função custo utilizando a metodologia acima descrita, estimaram-se os parâmetros de cada uma das 6 funções em questão separadamente, utilizando os Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Uma análise dos resíduos dessas equações demonstrou existir um forte efeito heterocedástico, sempre em função da respectiva variável dependente. Fez-se necessário corrigir este efeito antes de proceder à estimação simultânea

nea do sistema. Para efetuar a correção, usou-se o método descrito em Kmenta (1972), p.264, para estimar as variâncias, que foram utilizadas para homogeneizar os termos de erro das várias equações, por faixa de cada variável dependente (custo total e participações).

Feita a correção da heterocedasticidade, estimaram-se os parâmetros do sistema de seis equações através do método de Zellner Iterativo. Os resultados são apresentados na Tabela 8. Em geral, o nível de significância dos parâmetros é alto, especialmente no que diz respeito aos coeficientes das variáveis de preços (i.e, os  $b_{ij}$ s e  $d_{ij}$ s). As variáveis de pouco peso são quase que exclusivamente limitadas àquelas envolvendo o nível de produção (Q) da firma (i.e.  $a_Q$ ,  $a_{QQ}$ , e os  $v_{ij}$ s).

Para que uma função de custo atenda às condições da teoria econômica (e mais, para que permita sua extrapolação fora do domínio da amostra utilizada), é necessário que ela seja concava nos preços dos insumos e que todas as taxas de participação sejam positivas. Uma condição necessária e suficiente para assegurar a concavidade é que os parâmetros  $b_K$ ,  $b_L$ ,  $b_M$ ,  $b_C$ ,  $b_A$  e  $b_0$  sejam positivos (vide Berechman, 1983). Note-se que a função estimada da Tabela 8 atende essa condição. Com relação à exigência que as participações  $S_{ij}$ ,  $i \in I$ , sejam positivas, os parâmetros apresentados na Tabela 8 resultam em valores negativos nos itens Capital ou Contração de Autônomos, para 16 observações.

Com o intuito de explorar a estrutura de produção do setor, foram testadas três hipóteses específicas, quais sejam:

(1) o fator de escala é uma constante

Será a (des)economia de escala independente da quantidade de carga transportada? Impõe-se esta hipótese no modelo através das seguintes restrições paramétricas:

$$H_0^1: a_{QQ} = v_K = v_L = v_M = v_C = v_A = 0$$

(2) homoteticidade

Mantendo-se constante a utilização relativa entre dois insumos (e.g. capital e mão-de-obra operacional), se for alterado o nível de produção, será mantida a mesma elasticidade de subs

**Tabela 8 - Parâmetros Estimados da Função de Custo:  
Sem Restrições**

Parâmetro	Valor Estimado	Estatística t Assintótica
a <sub>0</sub>	7,612	1,7
a <sub>Q</sub>	1,128	1,1
a <sub>QQ</sub>	-0,051	-0,4
b <sub>K</sub>	0,0873	1,8
b <sub>L</sub>	0,0991	3,1
b <sub>M</sub>	0,1034	2,1
b <sub>C</sub>	0,3248	5,3
b <sub>A</sub>	0,1937	3,2
b <sub>O</sub>	0,1917	-
d <sub>KK</sub>	0,1289	14,3
d <sub>LL</sub>	0,0286	10,0
d <sub>MM</sub>	0,0349	5,6
d <sub>CC</sub>	0,0388	3,2
d <sub>AA</sub>	0,0893	13,5
d <sub>OO</sub>	0,0509	-
d <sub>KL</sub>	-0,0281	-9,2
d <sub>KM</sub>	-0,0359	-7,7
d <sub>KC</sub>	-0,0176	-2,5
d <sub>KA</sub>	-0,0349	-9,2
d <sub>KO</sub>	-0,0124	-
d <sub>LM</sub>	0,0184	4,8
d <sub>LC</sub>	0,0023	0,5
d <sub>LA</sub>	-0,0124	-5,9
d <sub>LO</sub>	-0,0088	-
d <sub>HC</sub>	0,0018	0,3
d <sub>HA</sub>	-0,0139	-4,5
d <sub>HO</sub>	-0,0053	-
d <sub>CA</sub>	-0,0145	-3,3
d <sub>CO</sub>	-0,0108	-
d <sub>AO</sub>	-0,0136	-
v <sub>K</sub>	0,0024	0,4
v <sub>L</sub>	0,0037	1,0
v <sub>M</sub>	0,0052	0,9
v <sub>C</sub>	-0,0084	-1,2
v <sub>A</sub>	-0,0005	-0,1
v <sub>O</sub>	-0,0024	-

Soma dos Quadrados dos Resíduos (Sistema) = 503,976

Graus de Liberdade = 504

Número de Parâmetros = 28

**NOTAS:** (1) Os parâmetros relacionados a Outros Custos foram calculados de acordo com as identidades resultantes da imposição de homogeneidade de grau um na função de custo (vide Berechman e Giuliano, 1984; Rezende, 1984):

$$b_0 = 1 - \sum_{i \in I} b_i$$

$$d_{io} = \sum_{j \in I} d_{ij} \cdot \sqrt{icI}$$

$$v_0 = - \sum_{i \in I} v_i$$

Embora não tenha sido feito aqui, estimativas das variâncias dos parâmetros de Outros Custos poderiam ser obtidas a partir da matriz de covariância dos 28 parâmetros efetivamente estimados.

(2) Utilizou-se a Procedure SYSNLIN do Statistical Analysis System (SAS), Versão 82.4, para estimar os parâmetros.

tituição entre os insumos? Esta condição refere-se a pares de insumos. A hipótese específica a ser aqui testada impõe que a estrutura de produção seja homotética para todos os pares de fatores de produção:

$$H_0^2: v_K = v_L = v_M = v_C = v_A = 0$$

(3) separabilidade de A vs. (K, L, M, C, O)

Será o produto marginal da utilização de capacidade autônoma independente do nível de utilização dos demais fatores de produção (basicamente, os insumos que definem a frota própria)? A hipótese é refletida pelas restrições abaixo:

$$H_0^3: d_{KA} = d_{LA} = d_{MA} = d_{CA} = 0$$

Estimaram-se três funções de custo refletindo as restrições paramétricas acima. As três hipóteses não puderam ser individualmente rejeitadas, o que nos leva a sugerir que, pela evidência da presente amostra de empresas, o setor de distribuição intramunicipal de carga tem uma tecnologia de produção homotética com fator de escala da homoteticidade constante (pelo menos na faixa de produção representada na amostra, ou seja, de 300 a 100.000 toneladas anuais); ademais, parece existir separabilidade entre o insumo Capacidade Autônoma e os demais fatores de produção. Para testar a hipótese que todas as três condições são satisfeitas simultaneamente, estimou-se uma quarta especificação, apresentada na Tabela 9. Este modelo restrito não é significativamente diferente do modelo não restrito (Tabela 8).<sup>1</sup> Portanto, aceita-se a descrição, acima sugerida, da tecnologia do setor de DIC.

Em relação à questão de regularidade da função de custo da Tabela 9, ela é côncava nos preços dos insumos e prediz taxas de participação positivas para todos os insumos em todas as observações da amostra, com a exceção de duas empresas, que apresen

---

<sup>1</sup> Utiliza-se a estatística  $-2\ln R$ , sendo  $R = SQR_C / SQR_S$ , onde  $SQR_C$  é a soma dos quadrados dos resíduos (para o sistema) com restrições, e  $SQR_S$  sem restrições. A estatística tem distribuição chi-quadrado com o número de graus de liberdade igual ao número de restrições.

**Tabela 9** - Parâmetros Estimados da Função de Custo: Restrições de Homoteticidade, Retornos de Escala Constantes, e Separabilidade de (A) vs. (K,L,M,C,O)

Parâmetro	Valor Estimado	Estatística t Assintótica
$a_0$	8,866	9,9
$a_Q$	0,757	7,4
$b_K$	0,1126	5,4
$b_L$	0,1317	11,3
$b_M$	0,1519	8,8
$b_C$	0,2400	8,7
$b_A$	0,2051	13,5
$b_O$	0,1587	-
$d_{KK}$	0,1029	11,8
$d_{LL}$	0,0245	8,5
$d_{MM}$	0,0295	4,8
$d_{CC}$	0,0393	3,4
$d_{AA}$	0,0299	6,3
$d_{OO}$	0,0207	-
$d_{KL}$	-0,0321	-10,2
$d_{KM}$	-0,0407	-8,7
$d_{KC}$	-0,0221	-3,3
$d_{KO}$	-0,0080	-
$d_{LM}$	0,0147	3,8
$d_{LC}$	0,0009	0,2
$d_{LO}$	-0,0080	-
$d_{MC}$	0,0009	0,1
$d_{MO}$	-0,0047	-

Soma dos Quadrados dos Resíduos (Sistema) = 503,274

Graus de Liberdade = 504

Número de Parâmetros = 18

tam valores negativos para o item Capital. Isto representa uma melhoria sensível em relação ao modelo sem restrições, que viola a segunda condição para um número significativo de empresas.

Portanto, com base na evidência estatística relatada acima, bem como do melhor desempenho teórico da função de custo com restrições, esta será utilizada posteriormente para análises da estrutura de produção e avaliação de impactos de políticas diversas.

### 3.4 - Discussão dos Resultados

#### 3.4.1 - Caracterização da Estrutura de Custo

A partir dos parâmetros da função de custo, pode-se obter uma série de elasticidades que caracterizam a estrutura de produção do setor de distribuição intramunicipal de carga.

Em primeiro lugar, podemos estimar a elasticidade do custo em relação ao nível de produção (carga transportada). Para uma função de custo translog, essa elasticidade é dada por:

$$E_Q^C = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln Q} = a_Q + a_{QQ} \ln Q + \sum_{i \in I} v_i (\ln P_i) \quad (3.3)$$

que no presente caso reduz-se (devidos às restrições impostas no modelo da Tabela 9) à estimativa de

$$\hat{E}_Q^C = \hat{a}_Q = 0,76 \quad (3.4)$$

qualquer seja o nível de produção e os preços dos insumos. Assim, um aumento de 1% na quantidade de carga transportada resulta num aumento de 0,76% no custo total da empresa. Em outras palavras, existem economias de escala para o setor, que podem ser quantificadas através do índice

$$\hat{S}_Q = 1 - \hat{E}_Q^C = 0,24, \quad (3.5)$$

indicando que um aumento de 1% de carga transportada (Q) resulta num aumento do custo total da empresa 0,24% abaixo do que seria esperado se o aumento de custo fosse proporcional ao aumento em Q. Ressalta-se que essa economia de escala existe em relação ao nível de produção, não em relação ao tamanho da empresa (medida através de algum índice representativo da capacidade ofertada pela firma).

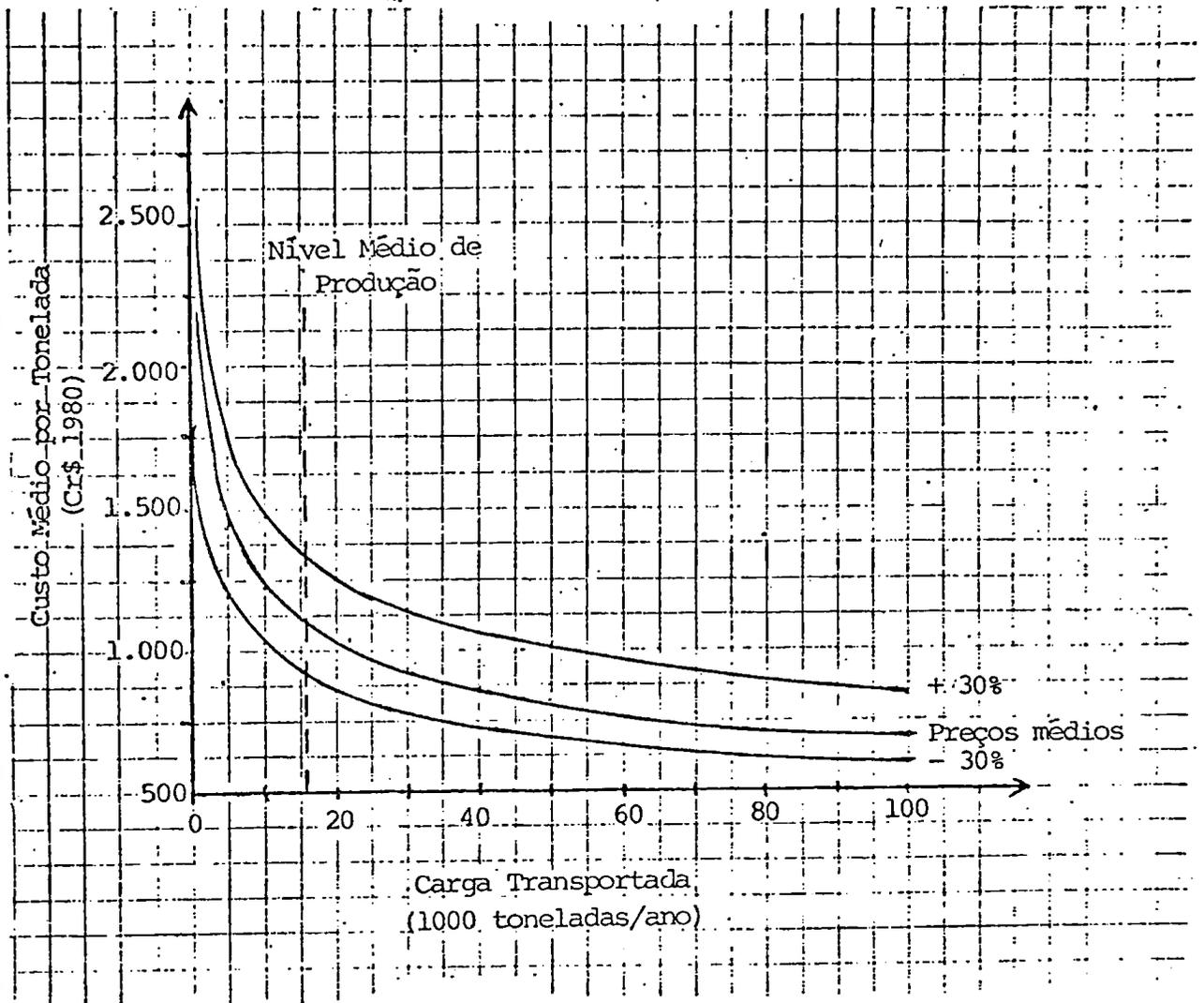
Esta diferença tem uma implicação prática interessante: com o reaquecimento da economia brasileira, a existência de economias de escala (com relação a Q) no setor de DIC sugere que o crescimento da demanda deverá resultar principalmente numa melhor utilização das frotas existentes, e só depois que forem exauridas as eficiências possíveis com a frota própria e utilização de autônomos é que deverão ser feitos investimentos de capital (i.e. aumento de capacidade própria).

Outra implicação desta diferença é que um aumento da demanda pelos serviços do setor não implica necessariamente o surgimento de empresas de maior porte do que aquelas atualmente em existência, se medirmos o "tamanho" da empresa em função da capacidade ofertada. Uma possível explicação para fundamentar este comentário reside na relativamente alta dispersão geográfica da demanda numa área urbana, quando comparado ao caso interurbano. Devem existir poucas oportunidades para aproveitar a concentração espacial (e temporal) da demanda, o que é refletido na inexistência de terminais de consolidação e na utilização de veículos de menor capacidade na distribuição intramunicipal de carga.

Outra maneira de observar a existência de economias de escala está na Figura 4, que mostra o custo médio por tonelada transportada em função do total de carga movimentada por uma empresa. Três curvas de custo médio são mostradas, uma nos preços médios da amostra, outra com todos os preços 30% acima e outra com todos os preços 30% abaixo das respectivas médias. As economias de escala são evidenciadas pelo custo médio sempre decrescente em função de aumentos de produção. A Figura 4 nos alerta, porém, a exercer cautela na interpretação da existência de economias de escala independentes do nível de produção. Como se pode ver na figura, o nível médio de produção das empresas na amostra é de apenas 16.000 toneladas/ano, uma quantidade cinco vezes menor do que o transporte efetuado pela maior empresa observada (aproximadamente 100.000 toneladas/ano). A existência de poucas firmas com uma produção acima de 50.000 toneladas/ano afeta seriamente a confiança que podemos ter nessa inferência sobre economias de escala.

Uma segunda maneira de caracterizar a estrutura de produção de serviços de distribuição urbana de carga é através

Figura 4 - Custo Médio por Tonelada Transportada em Função do Nível de Produção



FONTE: Modelo de Custo Total, Tabela 9.

das elasticidades de substituição técnica entre pares de insumos. Essas elasticidades, cujos valores estimados a partir do modelo de custo total da Tabela 9 são apresentados na Tabela 10, transmitem dois fatos importantes sobre a maneira em que a utilização de dois insumos pode transcorrer. Primeiro, se a elasticidade é positiva, indica que para manter-se o mesmo nível de produção, é possível substituir-se um insumo (do par) pelo outro (i.e. aumentar a utilização de um insumo implica uma menor utilização do outro); se for negativa, indica que para manter-se a produção constante é necessário aumentar ou diminuir simultaneamente a participação de ambos os insumos no processo de produção.

Examinando a Tabela 10, vê-se que (Capital e Mão-de-Obra Operacional) e (Capital e Manutenção da Frota) são os únicos pares de insumos complementares. Especificamente, as duas elasticidades de substituição em questão simplesmente indicam que uma variação de preço que resulte num aumento no tamanho da frota (i.e. um aumento da participação de capital no custo total) resultará também num aumento da participação dos itens Mão-de-Obra e Manutenção. Por outro lado, o aumento da participação de capital no custo total resulta numa menor participação do item energia, apesar da quantidade de carga transportada manter-se constante.

Note-se que, em consequência da hipótese de separabilidade de capacidade autônoma (A) de todos os demais insumos, este se torna um substituto dos demais insumos. O consumo de energia (C) também apresenta essa mesma característica.

As elasticidades de substituição técnica também indicam, através de suas magnitudes, a facilidade de substituição entre insumos. Em princípio, as elasticidades variam de menos infinito (complementos perfeitos) a mais infinito (substitutos perfeitos), com o valor zero representando a situação de impossibilidade de substituição. Assim, nota-se que a estrutura de produção de serviços de distribuição intramunicipal de carga é bastante rígida, pois as elasticidades da Tabela 10 são pequenas, em valores absolutos. A rigidez da tecnologia é explicada pelo fato que ela é calculada fundamentalmente na unidade veículo/tripulação que a caracteriza como sendo de proporções fixas. Os resultados indicam que a substituição mais "fácil" de se efetuar é a substituição de uma unidade veículo/tripulação da frota própria por uma unidade autônoma.

Tabela 10 - Elasticidades Estimadas de Substituição Técnica (de Allen)  
Entre Pares de Insumos (Nos Preços Médios da Amostra)

	(K) Capital	(L) Mão-de-Obra Operacional	(M) Manutenção da Frota	(C) Consumo de Energia	(A) Capacidade Autônoma	(O) Outros
(K) Capital	-1,4	-0,2	-0,4	0,4	1,0	0,7
(L) Mão-de-Obra Operacional	-0,2	-6,1	2,1	1,1	1,0	0,4
(M) Manutenção da Frota	-0,4	2,1	-5,2	1,0	1,0	0,7
(C) Consumo de Energia	0,4	1,1	1,0	-3,7	1,0	0,1
(A) Capacidade Autônoma	1,0	1,0	1,0	1,0	-2,7	0
(O) Outros	0,7	0,4	0,7	0,1	0	-2,6

FONTE: Modelo de Custo Total, Tabela 9.

Além das elasticidades de substituição técnica entre insumos, podemos calcular elasticidades das demandas por insumos em relação aos preços dos insumos. Essas elasticidades são apresentadas na Tabela 11, para o modelo de custo da Tabela 9. Conforme seria desejável, o modelo de custo prediz auto-elasticidades-preço negativas, indicando que um aumento no preço de um insumo resulta na diminuição da demanda pelo insumo. Por exemplo, o aumento de 1% no preço de energia resulta num decréscimo de 0,6% na participação do item Consumo de Energia no custo total. Vistas em conjunto, as auto-elasticidades refletem a estrutura rígida da tecnologia do setor, pois a demanda pelos insumos é inelástica em relação aos seus próprios preços. As elasticidades cruzadas, de pequena magnitude, refletem também esta rigidez tecnológica.

Os baixos valores das elasticidades preço são explicados pelo fato de que estes índices de sensibilidade refletem não só o impacto absoluto do preço na demanda por um insumo como também a participação do insumo no custo total.

Assim, uma empresa do setor diminui seu dispêndio com energia quando sobe o preço de combustíveis, e aumenta sua demanda pelos outros insumos para manter o nível de produção constante. Mas, por ser energia um entre vários insumos utilizados numa tecnologia com poucas possibilidades de substituição entre insumos, a empresa é levada a responder ao estímulo de uma maneira menos do que proporcional. A empresa responde ao estímulo comprando veículos mais eficientes, fazendo uma manutenção mais aprimorada da frota e contratando veículos autônomos.

#### 3.4.2 - Simulação de Políticas

Nesta seção apresentam-se os resultados simulados de algumas políticas que visam diminuir o consumo de combustível no setor de DIC. Como vimos no item anterior, a indústria em questão apresenta uma tecnologia rígida na qual é difícil efetuar a substituição entre insumos. Porém, o modelo de custo estimado sugere que existem algumas possibilidades de substituição entre Energia e os outros insumos relativos à frota própria de uma empresa, bem como possibilidade de substituir a capacidade autônoma pela capaci-

Tabela 11 - Elasticidades-Preço Estimadas nos Preços Médios da Amostra

Alteração de 1% no Preço do Item	Reação do Custo no Item (%)					
	Capital	Mão-de-Obra Operacional	Manutenção da Frota	Consumo de Energia	Capacidade Autônoma	Outros
Capital	-0,3	*	*	*	*	0,1
Mão-de-Obra Operacional	*	-0,7	0,3	0,2	0,2	*
Manutenção da Frota	*	0,2	-0,6	0,2	0,2	*
Consumo de Energia	0,1	0,1	0,1	-0,6	0,2	*
Capacidade Autônoma	0,2	0,1	0,1	0,2	-0,6	*
Outros	0,2	*	*	*	*	-0,3

43.

FONTE: Modelo de Custo Total, Tabela 9.

\* Elasticidade com valor absoluto inferior a 0,1.

dade própria, o que pode resultar num decréscimo do item Energia no custo total da empresa.

Parece possível, porém, dada a rigidez da tecnologia, que políticas atuando apenas sobre o preço de Energia tenham menos impacto do que outras agindo simultaneamente sobre vários itens de custo. Sob esta ótica, serão analisadas quatro políticas:

Política I: Aumento de 10% no preço de Energia.

Política II: Decréscimo de 10% no preço de Capital.

Política III: Aplicação simultânea de I e II.

Política IV: Aumento de 10% no preço de Energia e um decréscimo de 10% no preço de Manutenção.

O propósito de analisar as Políticas I e II é exemplificar o impacto de ações dirigidas a um só item, uma atuando diretamente sobre o preço do insumo Energia e outra atuando sobre o preço para aquisição de novos veículos. Essa última simularia o impacto da expansão de uma linha de crédito para renovação de frotas com veículos mais recentes, presumivelmente com melhor eficiência energética. A Política III é uma de duas políticas com ação simultânea, combinando as Políticas I e II. Finalmente, a Política IV explora uma outra possibilidade para redução do consumo de Energia apontada na Tabela 11, qual seja, a redução do preço de Manutenção da Frota.

As simulações serão efetuadas para uma empresa "típica" do setor que tem a distribuição de participação dos vários itens de custo dada pelas proporções médias da amostra (vide a Tabela 6). Na Tabela 12 estão indicados os percentuais de alteração das participações dos itens no custo total em relação à situação base, dado que permanece constante a quantidade de carga transportada.

Ao contrário do que se esperava, o maior impacto individual dever ser atribuído ao item Energia (Política I), para o qual o aumento de preço por 10% resulta num decréscimo de 6% na taxa de participação do item no custo total. Em resposta ao aumento no preço da Energia, a empresa diminui o consumo deste

Tabela 12 - Simulação de Políticas para Conservação de Energia

Política I: Aumento de 10% no preço de Energia.

Política II: Decrêscimo de 10% no preço de Capital.

Política III: Aplicação simultânea de I e II.

Política IV: Aumento de 10% no preço de Energia e um Decrêscimo de 10% no preço de Manutenção.

	Variação % da Participação do Item no Custo Total			
	Impacto da Política			
	I	II	III	IV
Capital	0,7	3,3	4,0	1,2
Mão-de-Obra Operacional	1,7	0,5	2,2	-0,9
Manutenção da Frota	1,7	0,9	2,6	8,1
Consumo de Energia	-6,0	-1,1	-7,1	-7,3
Capacidade Autônoma	1,6	-2,4	-0,8	0,4
Outros	0,1	-1,8	-1,7	-0,8

insumo e o substitui com a compra de capacidade autônoma (que serve não apenas como fonte de capacidade mas também como uma válvula de escape para amenizar o impacto do aumento) e com a aquisição de veículos mais eficientes (e conseqüentes aumentos na mão-de-obra e manutenção).

A Política II, que simularia uma facilitação na aquisição de novos veículos através de um decréscimo no preço de capital, tem pouco impacto sobre o consumo de Energia, embora indique-se um decréscimo na taxa de participação de Energia no custo total. O investimento na frota resultante do decréscimo do preço de Capital leva também a um menor uso da capacidade autônoma.

A aplicação simultânea das Políticas I e II (i.e. Política III) resulta num decréscimo da taxa de participação de Energia no custo total na ordem de 20% acima daquela atingida apenas pela Política I. Assim, parece ainda justificar-se a intuição inicial que ações simultâneas podem ser bastante proveitosas em relação a ações sobre apenas um item.

A Política IV resulta em um decréscimo um pouco maior do que a Política III na taxa de participação de Energia. Dada a aparente dificuldade de se atuar sobre o preço de Manutenção da Frota, parece pouco proveitoso seguir esta linha para afetar o consumo de energia.

Ressalta-se que as simulações apresentadas acima não implicam necessariamente que aumentos no preço da Energia resultariam num decréscimo de seu consumo no setor. Implica, sim, que as empresas de distribuição de carga responderiam ao estímulo através da compra de capacidade autônoma (o que simplesmente transfere o consumo de Energia da empresa para o autônomo), da aquisição de veículos (que, se forem mais eficientes energeticamente, podem resultar numa diminuição do consumo global) e de maiores gastos com manutenção (o que também pode levar a uma maior eficiência energética).

### 3.5 - Conclusão

Com o objetivo de se estudarem meios de promover a economia de Energia consumida no setor de distribuição intramunicipal de carga, utilizou-se uma amostra de 84 empresas dessa indústria para estimar uma função de custo. A partir dessa função foi possível quantificar a sensibilidade das empresas a variações do preço de energia, capital e outros insumos. A abordagem adotada reconhece que a energia é um dentre vários insumos usados pelas empresas para produzir seus serviços e que, portanto, existe uma gama de reações possíveis face a alterações nos preços.

Seis categorias de insumos foram definidos neste estudo: Capital (imobilizado na frota), Mão-de-Obra Operacional (tripulação dos veículos), Manutenção da Frota (mão-de-obra, peças, acessórios, ...), Consumo de Energia, Contratação de Capacidade Autônoma, e Outros Custos (administração, seguro, licenciamento, ...). Como medida do nível de produção, utilizou-se a quantidade de carga transportada pela empresa individual.

A partir dos dados e da função de custo total pode-se fazer algumas observações sobre a estrutura do setor e a tecnologia de produção de seus serviços:

1) as empresas do setor tendem a ser de pequeno porte (em média, 12 veículos transportando um total de 16.000 toneladas por ano);

2) a maioria das empresas opera num nível de produção aonde existem economias de escala significativas em relação à produção (não necessariamente em relação ao tamanho da firma, medido em função da capacidade ofertada);

3) as economias de escala independem da quantidade de carga transportada, o que pode ser resultado da ausência de firmas de maior porte na amostra estudada;

4) dado que a tecnologia do setor é baseada na unidade veículo/tripulação, a estrutura de produção é relativamente rígida (aproximando-se a uma tecnologia de proporções fixas), embora exista possibilidade de substituição entre insumos;

5) as empresas parecem encarar a Capacidade Autônoma como uma extensão da frota própria, pois ela é substituta para todos os demais insumos;

6) a Capacidade Autônoma não só opera como reguladora da oferta de capacidade, como também é um meio da empresa amenizar os impactos de aumentos nos preços de insumos.

Utilizando a função de custo estimada, foi simulada a reação de uma empresa "típica" do setor a quatro políticas que atuam sobre o preço da Energia, isoladamente ou em conjunto com alterações por preços de Capital e Manutenção da Frota. Demonstrou-se que existe potencial para afetar a utilização do insumo Energia através da manipulação de seu preço, embora essa reação não implique necessariamente um decréscimo global do consumo de Energia. Este fenômeno pode ser explicado pelo item (6) acima. Na prática, acredita-se que uma política que atue simultaneamente sobre o preço de Energia e de Capital seja o caminho mais promissor para obter o resultado desejado.

#### 4 - POSSÍVEIS EXTENSÕES AO TRABALHO

O transporte intramunicipal de carga (seja um bem ou um serviço) está presente em várias etapas do processo de produção: primeiro, está na interface entre os estoques locais de insumos e as indústrias de um município; segundo, é a ligação entre o transporte de longa distância (i.e. intermunicipal) e os estoques locais de insumos e produtos acabados; e terceiro, está presente entre os estoques locais de bens e ofertadores de serviços, e o consumidor final. Este estudo representa um primeiro passo para o conhecimento deste importante setor da indústria de transporte de bens e serviços.

Uma importante questão levantada neste trabalho refere-se aos tributos atualmente incidentes sobre os veículos utilizados na distribuição intramunicipal de carga (DIC). Sobre veículos leves de carga, especialmente aqueles movidos a óleo diesel, incide uma alíquota de IPI mais elevada do que para veículos de carga mais pesados. Isto nos parece um desestímulo ao uso de veículos e tecnologia motriz mais adequados ao serviço de DIC.

Não é raro observar-se, nas regiões populosas dos grandes centros urbanos do País, veículos médios e pesados de carga efetuando serviços de DIC. Isso nos leva a sugerir que seria desejável explorar duas questões relacionadas: primeiro, não se tem conhecimento de estudos que orientem o selecionamento de equipamentos apropriados à distribuição local de bens e serviços; segundo, a conveniência de se separarem os componentes de transporte de longa distância daqueles de distribuição urbana de carga. Este segundo ponto toca no tema das Centrais de Frete, um tópico que suscitou bastante interesse no fim da década de 70, mas que com o desaquecimento da economia brasileira no início da década de 80, teve sua discussão adiada. Uma avaliação dos benefícios e custos associados à implantação de Centrais de Frete, bem como de seu modus operandi, nos parece de grande relevância.

Como ficou evidente neste estudo, o Transportador Autônomo é um importante elemento do sistema de DIC. Embora não se tenham informações precisas sobre a distribuição etária dos veículos de autônomos operando no mercado de DIC, sabe-se que a idade média da frota brasileira de transporte rodoviário de carga é da ordem de oito anos. Suspeita-se que uma boa parcela dos veículos autônomos de DIC sejam veículos retirados do transporte interurbano de carga, o que resultaria numa idade média maior que oito anos. Isso tem reflexos negativos no consumo de energia no setor de DIC. Parece-nos útil, portanto, investigar meios de promover a renovação da frota de autônomos operando no setor.

BIBLIOGRAFIA

- BERECHMAN, J. Costs, economies of scale and factor demand in bus transport. Journal of Transport Economics and Policy, London, 17 (1): 1-24, 1983.
- BERECHMAN, J. e GIULIANO, G. Analysis of the cost structure of an urban bus transit authority. Transportation Research - Part B, New York, 8 (4/5): 273-87, 1984.
- BERNDT, E. e WOOD, D. Technology, prices and the derived demand for energy. Review of Economics and Statistics, Cambridge, 57 (3): 259-68, Aug. 1975.
- CHRISTENSEN, L. e GREENE, W. Economies of scale in U.S. electric power generation. Journal of Political Economy, Chicago, 84 (4): 655-76, Aug. 1976.
- FRIEDLANDER, A. e SPADY, R. Freight transport regulation. Cambridge, Mass., MIT Press, 1981.
- GEIPOT. Anuário estatístico dos transportes - 1984. Brasília, 1984.
- IBGE. Recenseamento geral - 1980; inquérito especial IE-03. Rio de Janeiro, 1980.
- KMENTA, J. (1972), Elements of Econometrics, Macmillan, New York.
- PINDYCK, R. e RUBINFELD, D. Econometric models and economic forecasts. New York, McGraw-Hill, 1981.
- RECK, G. Análise econômica das empresas de transporte rodoviário de carga. Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, 1983, Tese (M).
- REZENDE, Antonio E. Análise da demanda por insumos das empresas profissionais de transporte rodoviário de carga. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1984. (Texto para discussão. Grupo de Energia, 21).
- TAUCHEN, H., FRAVEL, F. e GILBERT, G. Cost structure of the intercity bus industry. Journal of Transport Economics and Policy, London, 17 (1): 25-47, 1983.
- ZELLNER, A. An efficient method of estimating seemingly unrelated regressions and tests for aggregation bias. Journal of the American Statistical Association, Washington, 57: 348-63, 1962.



TEXTO PARA DISCUSSÃO  
GRUPO DE ENERGIA  
Nº XLI

"Caracterização das Decisões Logísticas de Curto Prazo de Firms Comerciais e Industriais".

Joffre D.Swait Jr.

Abril de 1987

## SUMÁRIO

	Página
1. <u>INTRODUÇÃO</u>	01
1.1. Escopo e Objetivos.....	01
1.2. Estrutura do Relatório.....	02
2. <u>DESCRIÇÃO DOS DADOS DO CIVI</u> .....	20
2.1. Introdução aos Dados do CIVI.....	02
2.2. Verificação e Depuração dos Dados.....	04
3. <u>ANÁLISE DESCRITIVA DOS DADOS</u> .....	04
3.1. Introdução.....	04
3.2. Caracterização Geral dos Dados.....	05
3.3. Análise do Interrelacionamento entre Escolha Modal e Tamanho de Lote.....	09
4. <u>DESENVOLVIMENTO DE MODELOS ECONÔMICOS</u> .....	15
4.1. Introdução.....	15
4.2. Descrição do Sistema de Modelos.....	15
4.3. O Modelo de Tamanho de Lote.....	17
4.4. O Modelo de Escolha Modal.....	20
4.5. Discussão dos Resultados.....	24
5. <u>CONCLUSÃO</u> .....	25
<u>BIBLIOGRAFIA</u> .....	27

## LISTA DAS TABELAS

	Página
<u>Tabela 1</u> - Distribuição das Notas Fiscais por Natureza da Operação - Cidade do Rio de Janeiro - 1980....	05
<u>Tabela 2</u> - As Dez Mercadorias que Constituem 50% do Valor Total Declarado - Cidade do Rio de Janeiro - 1980	06
<u>Tabela 3</u> - Peso Médio por Carregamento - Cidade do Rio de Janeiro - 1980.....	07
<u>Tabela 4</u> - Distribuição de Escolha Modal dos Carregamentos - Cidade do Rio de Janeiro - 1980.....	08
<u>Tabela 5</u> - Valor Específico Médio por Carregamento - Cidade do Rio de Janeiro - 1980.....	10
<u>Tabela 6</u> - Modelo de Regressão Múltipla de Tamanho de Lote.....	19
<u>Tabela 7</u> - Modelo MNL de Escolha Modal: Pelo Líquido Observado < 30 kg.....	22
<u>Tabela 8</u> - Modelo MNL de Escolha Modal: Peso Líquido observado > 30 kg.....	23

## LISTA DAS FIGURAS

	Página
<u>Figura 1</u> - Distribuição de Tamanho de Lote - Todos os Modos - Cidade do Rio de Janeiro - 1980.....	13
<u>Figura 2</u> - Distribuição de Tamanho de Lote - Modos Rodoviário e Ferroviário - Cidade do Rio de Janeiro - 1980.....	14
<u>Figura 3</u> - Distribuição de Tamanho de Lote - Modos Aéreo e Postal - Cidade do Rio de Janeiro - 1980...	16

# CARACTERIZAÇÃO DAS DECISÕES LOGÍSTICAS

## DE CURTO PRAZO DE FIRMAS COMERCIAIS

### E INDUSTRIAIS

Joffre D. Swait Jr.\*

*Este estudo tem por objetivo analisar duas variáveis do sistema logístico de qualquer empresa comercial ou industrial: a escolha modal e o tamanho de lote. Utilizam-se os dados do CIVI (Comércio Interestadual por Vias Internas) de 1980 para a Cidade do Rio de Janeiro. É feita uma análise descritiva dos dados para chegar-se a uma caracterização do tipo de produto exportado, seus destinos, o tamanho médio dos lotes, e a distribuição modal.*

*Subseqüentemente, uma subamostra dos dados do CIVI é utilizada para estimar modelos econométricos de tamanho de lote e escolha modal. O primeiro é estimado como um modelo de regressão múltipla do tipo double-log, e o segundo como um modelo de escolha discreta do tipo Multinomial Logit. Os resultados da estimação indicam um importante grau de dependência entre as duas decisões.*

*Conclui-se o trabalho com algumas considerações sobre a necessidade de melhores dados sobre o transporte de carga no país para nortear o desenvolvimento de políticas para o setor.*

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Escopo e Objetivos

A demanda por movimentação de carga resulta da separação dos locais de produção e dos mercados de consumo. Ao contrário do transporte de passageiros, porém, o transporte de carga pode ocorrer de duas maneiras distintas: primeiro, pode haver um translado da carga no espaço (i.e., o transporte propriamente dito), e segundo, pode ocorrer um translado da carga no tempo (i.e., a estocagem).

---

\* Programa de Engenharia de Transportes - COPPE/UFRJ.

Assim, o comportamento de uma firma, em termos de escolha modal para transporte de bens, está intimamente ligado ao custo relativo de estocagem versus transporte.

O presente trabalho tem por objetivo:

(1) caracterizar a influência que os atributos técnicos e econômicos dos modos de transporte têm sobre as decisões logísticas de curto prazo de firmas comerciais e industriais;

(2) investigar a relação entre estoque e transporte em função do tipo de mercadoria, natureza da operação comercial, destino, etc.

## 1.2. Estrutura do Trabalho

Na seção 2, apresenta-se uma descrição dos testes efetuados para depurar os dados utilizados neste estudo. Na seção 3, a análise descritiva dos dados é relatada. A seção 4 contém uma descrição dos modelos econométricos de tamanho de lote e escolha modal estimados. Conclui-se o estudo, na seção 5, com algumas observações sobre os resultados alcançados, e sugestões sobre possíveis extensões para esta pesquisa.

## 2. DESCRIÇÃO DOS DADOS DO CIVI

### 2.1. Introdução aos Dados do CIVI

Toda transação comercial, seja ela uma venda ou uma transferência, deve gerar um registro de sua ocorrência através da emissão de uma nota fiscal. Embora o objetivo principal da nota seja a monitoração fiscal, este documento contém várias informações úteis à presente análise.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Economia - IBGE, até 1981, anualmente efetuava uma amostragem das notas fiscais emitidas em transações interestaduais. Os dados do CIVI (Comércio Interestadual por Vias Internas) utilizados neste projeto são a amostra do Estado do Rio de Janeiro para o ano de 1980. O arquivo fornecido pelo IBGE contém 179.409 notas fiscais, representando carregamentos originários de municípios fluminenses com destino a outras Unidades da Federação.

### 3.

O registro de cada nota fiscal contém as seguintes informações de interesse sobre uma transação:

- (1) município fluminense de origem;
- (2) destino da mercadoria (a nível de Unidade da Federação);
- (3) natureza da operação:
  - vendas a contribuintes de ICM para industrialização ou comercialização
  - vendas a não contribuintes
  - transferências para industrialização ou comercialização
  - transferências para uso ou consumo
  - remessa para revenda;
- (4) tipo de mercadoria (código NBM);
- (5) quantidade, peso líquido e valor da mercadoria;
- (6) modo de transporte utilizado:
  - rodoviário
  - aéreo
  - postal
  - ferroviário.

Dois tipos de documentos estão presentes no cadastro do CIVI: notas fiscais e notas-resumo. A nota fiscal registra uma transação específica. A nota-resumo, por sua vez, agrega todas as transações efetuadas por um estabelecimento, durante o período de um mês, que tenham o mesmo destino e a mesma natureza de operação, envolvam o mesmo tipo de mercadoria e utilizem o mesmo modo de transporte. Dados todos esses condicionantes sobre a emissão de uma nota-resumo, parece razoável supor que seja possível tratar-se os dois tipos de documentos de maneira idêntica. Uma análise dos dados mostrou que tal procedimento não é prejudicial, pois a agregação resultante não é significativa.

## 2.2. Verificação e Depuração dos Dados

Os dados do CIVI recebidos do IBGE foram submetidos a uma série de verificações e testes de consistência, cujo objetivo foi o de eliminar registros com informações errôneas e/ou incompletas. Como seria de imaginar, a taxa de omissão de informações importantes é bastante alta, resultando na eliminação de milhares de registros.

Decidiu-se limitar o escopo da análise aos registros do município do Rio de Janeiro. Dada a concentração das atividades industriais e comerciais no Estado nesta cidade, estão representados nessa amostra todos os tipos de mercadoria, destinadas a todas as partes do país e utilizando todos os modais disponíveis. Assim, julga-se que a limitação imposta não prejudique a análise pretendida.

A segunda limitação dos dados refere-se ao peso declarada na nota fiscal registrada no arquivo. Um grande número de notas representam vendas ou transferências de mercadorias com menos de um quilograma de peso líquido. Em vista dos objetivos deste estudo, considerou-se apropriada a eliminação destes registros, principalmente porque representam, na sua maioria, venda diretas ao consumidor final. Aliado ao critério de peso, eliminaram-se também todos os registros que não se referem a vendas ou transferências entre contribuintes de ICM (na lista de natureza de operações, exposta anteriormente, aceitaram-se apenas a primeira, segunda, quarta e quinta categorias).

Assim, o total de registros disponíveis para análise é de 33.363.

## 3. ANÁLISE DESCRITIVA DOS DADOS

### 3.1. Introdução

Na seção anterior descreveu-se o procedimento de verificação dos dados do CIVI de 1980, bem como de outros critérios adotados para selecionar registros para análise. Em síntese, os resultados aqui reportados baseiam-se em notas fiscais e notas-resumo emitidas para transações interestaduais, por estabelecimentos industriais e comerciais do município do Rio de Janeiro no ano de 1980, e referentes às seguintes operações:

- vendas a contribuintes de ICM para industrialização e comercialização;
- vendas a contribuintes de ICM para uso ou consumo;
- transferências para industrialização e comercialização;
- transferências para uso ou consumo.

Espera-se que estes critérios tenham isolado observações confiáveis de transações indústria/indústria e indústria/comércio.

Nesta seção, passamos a relatar a análise preliminar dos da dos selecionados. Faremos, inicialmente, uma caracterização geral dos dados, passando, a seguir, a uma análise mais pormenorizada e dirigida.

### 3.2. Caracterização Geral dos Dados

Os 33.363 registros disponíveis representam um total de 1.705.914 notas fiscais e notas-resumo, quando expandidos ao universo original. A Tabela 1 mostra como este total distribuiu-se entre as quatro naturezas de operação. Aproximadamente 80% das notas da amostra dizem respeito a vendas para industrialização e comercialização, uma característica desejável de uma amostra para uma análise das decisões logísticas de empresas comerciais e industriais.

Tabela 1 - Distribuição das Notas Fiscais por Natureza da Operação - Cidade do Rio de Janeiro - 1980

Natureza da Operação	Nº de Notas Fiscais	%
Vendas p/Indus. e Comer.	1.323.177	77,6
Vendas p/Us <u>o</u> ou Consumo	271.996	15,9
Transferências p/Indus. e Comer.	58.934	3,5
Transferências p/Us <u>o</u> ou Consumo	51.807	3,0
<b>TOTAL</b>	<b>1.705.914</b>	<b>100,0</b>

FONTE: IBGE/CIVI/1980, amostra de 33.363 notas fiscais e notas-resumo.

O valor total declarado das mercadorias na amostra é de.... Cr\$ 20,2 bilhões, em valores de 1980. Considerando-se que o valor declarado é utilizado para cálculo de impostos, é altamente provável que o valor verdadeiro seja mais elevado. Não temos meios, entretanto, de estimar uma correção adequada.

Na Tabela 2, apresentam-se as dez classes de mercadorias que, juntas, perfazem 50% do valor total declarado na amostra, em ordem decrescente de contribuição individual ao valor total declarado. A partir da Tabela 2 podemos sugerir que 25% do valor total de mercadorias exportadas a partir do município do Rio de Janeiro advêm de artigos de consumo (vestuário, papel, livros,...) e outros 25% em produtos intermediários (ferro, caldeiras, produtos químicos,...). O primeiro grupo de bens segue aos seus destinos provavelmente para comercialização final ao consumidor, e o segundo para utilização como insumos em processos de fabricação. As mercadorias que não estão presentes na Tabela 2 englobam vários tipos de produto como, por exemplo, fumo, veículos, ferramentas, etc.

Tabela 2: As Dez Mercadorias que Constituem 50% do Valor Total Declarado - Cidade do Rio de Janeiro - 1980

Classe da Mercadoria	% do Valor Total Declarado
Ferro fundido, ferro e aço	9,4
Vestuário e acessórios	9,4
Papel, cartolina e cartal	5,7
Caldeiras, máquinas, aparelhos	5,4
Máquinas e aparelhos elétricos	4,9
Algodão	3,9
Matérias plásticas artificiais	3,7
Produtos químicos inorgânicos	3,1
Artigos de livreria	3,0
Obras de Couro	2,9

FONTE: IBGE/CIVI/1980, amostra de 33.363 notas fiscais e notas-resumo.

Os estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Espírito Santo e Bahia importam 75% das mercadorias exportadas pelo município do Rio de Janeiro, em termos do valor declarado dos bens. Os dois primeiros estados, São Paulo e Minas Gerais, importam um pouco mais da metade (55%) do valor declarado. Considerando as distâncias relativas e níveis de atividade industrial e consumo final nestes estados, o padrão de exportação observado parece razoável.

O peso total das mercadorias na amostra é de 590 mil toneladas. O peso líquido médio declarado por nota fiscal é de aproximadamente 350 quilogramas, o que indica a existência de muitos lotes pequenos.

A Tabela 3 mostra como o peso líquido médio varia por modo de transporte. Como seria de esperar, o peso médio de um lote transportado por ferrovia é significativamente maior do que os lotes nos outros modos. Isto é consistente com as características técnicas do modo ferroviário e seu modus operandi (tempo maior de espera da carga causado pela necessidade de acumular grandes quantidades de carga para tornar economicamente viável a movimentação da composição). O peso médio dos lotes no modo rodoviário é aproximadamente metade do peso no ferroviário. Este decréscimo é devido, sem dúvida, à maior acessibilidade provida pelo modo rodoviário, o que permite uma distribuição espacial mais dispersa da demanda.

Tabela 3 - Peso Médio por Carregamento - Cidade do Rio de Janeiro - 1980

Modo de Transporte	Peso Líquido Médio (kg)
Ferroviário	607,2
Rodoviário	346,5
Postal	36,0
Aéreo	7,0
<b>TOTAL</b>	<b>346,0</b>

FONTE: IBGE/CIVI/1980, amostra de 33.363 notas fiscais e notas-resumo.

Os modos postal e aéreo apresentam pesos médios bastante reduzidos em relação aos primeiros dois modais. Dado o custo unitário elevado destes modos e características especiais do serviço ofertado (e.g., entrega rápida), faz sentido que o tamanho dos lotes seja sensivelmente menor. Deve-se também considerar que para cada modal existe um "lote máximo" tecnicamente possível, o que influi nas escolhas modais observadas.

Para encerrar esta seção apresentamos na Tabela 4 a distribuição de escolha modal registrada na amostra utilizada. O modal rodoviário é indiscutivelmente predominante. Os resultados mostrados na Tabela 4 baseiam-se no número de notas fiscais observadas, mas o mesmo padrão pode ser constatado quando a distribuição modal é baseada em peso líquido e em valor declarado.

Tabela 4 - Distribuição de Escolha Modal dos Carregamentos  
- Cidade do Rio de Janeiro - 1980

Modo	Nº de Notas	%
Rodoviário	1.701.810	99,76
Postal	2.518	0,15
Aéreo	1.038	0,16
Ferroviano	548	0,03
<b>TOTAL</b>	<b>1.705.914</b>	<b>100,00</b>

FONTE: IBGE/CIVI/1980, amostra de 33.363 notas fiscais e notas-resumo.

Na seção seguinte procuraremos explorar mais profundamente a questão da escolha modal para o transporte de carga, e sua relação com o tamanho do lote despachado.

### 3.3. Análise do Interrelacionamento entre Escolha Modal e Tamanho de Lote

Um estabelecimento industrial ou comercial está sujeito a várias incertezas no seu ambiente:

- (1) existem incertezas na disponibilidade de insumos supridos por fornecedores (quantidade, data de entrega);
- (2) existem incertezas quanto a preços futuros de insumos e do bem produzido;
- (3) existem incertezas quanto ao próprio nível de demanda pelo bem produzido;
- (4) e, finalmente, podem ser citadas as incertezas inerentes ao serviço de transporte.

Tal ambiente dinâmico argumenta pela manutenção de estoques de insumos e de produtos acabados. O estoque serve como fator de segurança para absorver possíveis variações inesperadas nos vários aspectos acima citados.

Manter estoques implica, porém, incorrer em custos, como o do capital empatado no estoque, o da infra-estrutura de armazenagem, o da administração do estoque, etc. Esses custos funcionam no sentido contrário às incertezas para argumentar contra a manutenção do estoque. Intuitivamente, é razoável haver um nível "ótimo" do estoque que diminua os impactos negativos das incertezas por um dado preço.

Tal nível de estoque, combinado à qualidade do serviço de transporte, implicará diferentes tamanhos de pedidos de insumos junto a fornecedores (poderíamos, igualmente, falar da frequência de tais pedidos). Quanto mais incerto o serviço de transporte, maiores seriam os tamanhos dos pedidos feitos, para uma dada frequência dos pedidos. Pode-se pensar, portanto, na idéia do modo de transporte "ótimo" para uma firma. Esse melhor modo é uma função de muitas variáveis, como preço e características do produto transportado, preço e qualidade do serviço de transporte e custo de armazenagem. Assim, uma firma que fabrique computadores poderá ter vários modos "ótimos", cada qual o mais adequado para diferentes insumos. Os componentes eletrônicos, de alto valor específico (i.e., valor por

unidade de peso), e portanto, alto valor de estocagem, talvez sejam transportados por via aérea, enquanto que o gabinete do computador, com valor específico bem menor, seja transportado por caminhão.

Apresentou-se anteriormente, na Tabela 3, a variação dos tamanho de lote (em termos do peso líquido médio) em função do modo de transporte utilizado. É interessante contrastá-la com a Tabela 5, onde se apresenta o valor específico médio dos produtos transportados por cada modo. O modo ferroviário, como seria esperado, transporta lotes maiores e de menor valor específico, como, por exemplo, ferro fundido, combustíveis e óleos minerais, caldeiras, etc. Os modos postal e aéreo, por sua vez, transportam pequenos lotes de valor específico 6 a 8 vezes maior do que a média ferroviária. Este padrão é condizente com expectativas apriorísticas. O modal aéreo transporta uma variedade de produtos (e.g., livros, obras diversas de metal, produtos farmacêuticos, instrumentos óticos, etc.), enquanto que o modo postal limita-se a produtos farmacêuticos, livros, papel, óleos, instrumentos de música e alguns produtos alimentícios, predominando os livros.

Tabela 5 - Valor Específico Médio por Carregamento - Município do Rio de Janeiro - 1980

Modo de Transporte	Valor Específico Médio (1980 Cr\$/kg)
Ferroviano	25,4
Rodoviano	804,9
Postal	195,9
Aéreo	152,2
<b>TOTAL</b>	<b>803,4</b>

FONTE: IBGE/CIVI/1980, amostra de 33.363 notas fiscais e notas-resumo.

Vê-se, assim, um grau de especialização dos serviços ofertados por cada modal. Por exemplo, o modo postal oferece um serviço de entrega de pequenas encomendas, a um preço razoavelmente eleva-

do, em quase qualquer localidade do país. O serviço ofertado pelo modo aéreo tem custo elevado, mas tempo em trânsito reduzido; usualmente, este serviço está disponível apenas para os grandes centros serviços pelas companhias aéreas, embora este quadro esteja sendo modificado com a proliferação das linhas aéreas regionais.

O modo ferroviário oferece um serviço bem diferente destes dois primeiros: suas vantagens relativas residem na habilidade de deslocar grandes massas por grandes distâncias a um custo unitário reduzido. O serviço geralmente ofertado pelas ferrovias no Brasil implica longos (e incertos) tempos em trânsito e operações de coleta e entrega da carga que envolvem principalmente o modo rodoviário, dado o baixo nível de acessibilidade oferecida pela malha ferroviária e o baixo índice de intermodalismo existente no País.

Mostrou-se na Tabela 4 a predominância indisputável do modo rodoviário no transporte dos bens representados na presente amostra. Essa posição é ocupada pelo modo rodoviário por uma série de razões. Embora o transporte por caminhão possa implicar lotes geralmente menores, por motivos técnicos, do que no modo ferroviário, e o frete do rodoviário possa ser mais elevado, a qualidade do serviço ofertada é muito superior: tempos de viagem menores, menor variabilidade do tempo de viagem e acessibilidade a qualquer localidade servida por rodovia. O modo rodoviário é o único aqui representado que permite um serviço "porta-a-porta" no mesmo modo. Isto é indiscutivelmente uma grande vantagem relativa deste modal. Essencialmente, o modo rodoviário no Brasil é o fac totum do setor de transporte de carga, fornecendo, na maioria das vezes, um serviço flexível, de boa qualidade e custo total mínimo (frete mais custos logísticos) entre as alternativas disponíveis às empresas representadas na amostra.

Não se quer com isso dizer que o modo rodoviário seja sempre o melhor modo. Existem muitas situações em que seu uso é indesejável. Por exemplo, no transporte de matéria prima para transformação (e.g., minério de ferro), o transporte mais econômico provavelmente seria por ferrovia, caso esta exista. No caso de ser necessária extrema urgência no transporte de uma peça de reposição, o transporte aéreo pode ser a única opção viável, embora existam hoje muitas firmas do setor rodoviário especializadas no transporte ur

gente de pequenas e médias encomendas. Essas firmas muitas vezes combinam transporte aéreo (nas longas distâncias) com transporte rodoviário nas etapas de coleta e distribuição.

Na Figura 1 mostra-se a distribuição de tamanhos de lotes para toda a amostra. O peso médio por nota fiscal é na ordem de 350 kg. Vê-se na figura que 75% das notas fiscais têm peso inferior ou igual a 100 kg.

Considerando que a amostra espelha transações comerciais entre indústrias, e entre indústrias e estabelecimentos comerciais, a predominância dos pequenos lotes tem implicações bastante interessantes:

- os pequenos lotes podem surgir por várias razões, tais como: os estabelecimentos em questão fazem pedidos pequenos a uma frequência elevada porque o custo do capital empadado em estoque é alto em relação ao custo de transporte; ou o custo associado à falta de um produto é baixo em relação aos outros custos; ou ainda, a demanda pelo produto é pequena, resultando em pequenos pedidos feitos com pouca frequência;
- existem implicações para o transportador, especialmente o rodoviário, que deve considerar que a dispersão geográfica dos pontos de entrega, aliada ao pequeno tamanho dos lotes individuais, exige dele uma operação de consolidação de cargas para melhor aproveitar a capacidade de seus veículos. Tal consolidação inevitavelmente provoca uma deterioração do nível de serviço ofertado, o que deve ser compensado por um gerenciamento apurado das operações de transporte para manter a competitividade da empresa.

A Figura 2 apresenta as distribuições de tamanho de lote para os modos rodoviário e ferroviário. Em ambos os modos o padrão observado na Figura 1 é repetido, embora o modo ferroviário tenha um percentual maior de lotes maiores (vide também Tabela 3). Certamente, uma das razões para a predominância de lotes pequenos na amostra é que muitas das mercadorias presentes nos dados são artigos de consumo final, como foi mencionado anteriormente.

Figura 1 - Distribuição de Tamanho de Lote - Todos os Modos  
Cidade do Rio de Janeiro - 1980

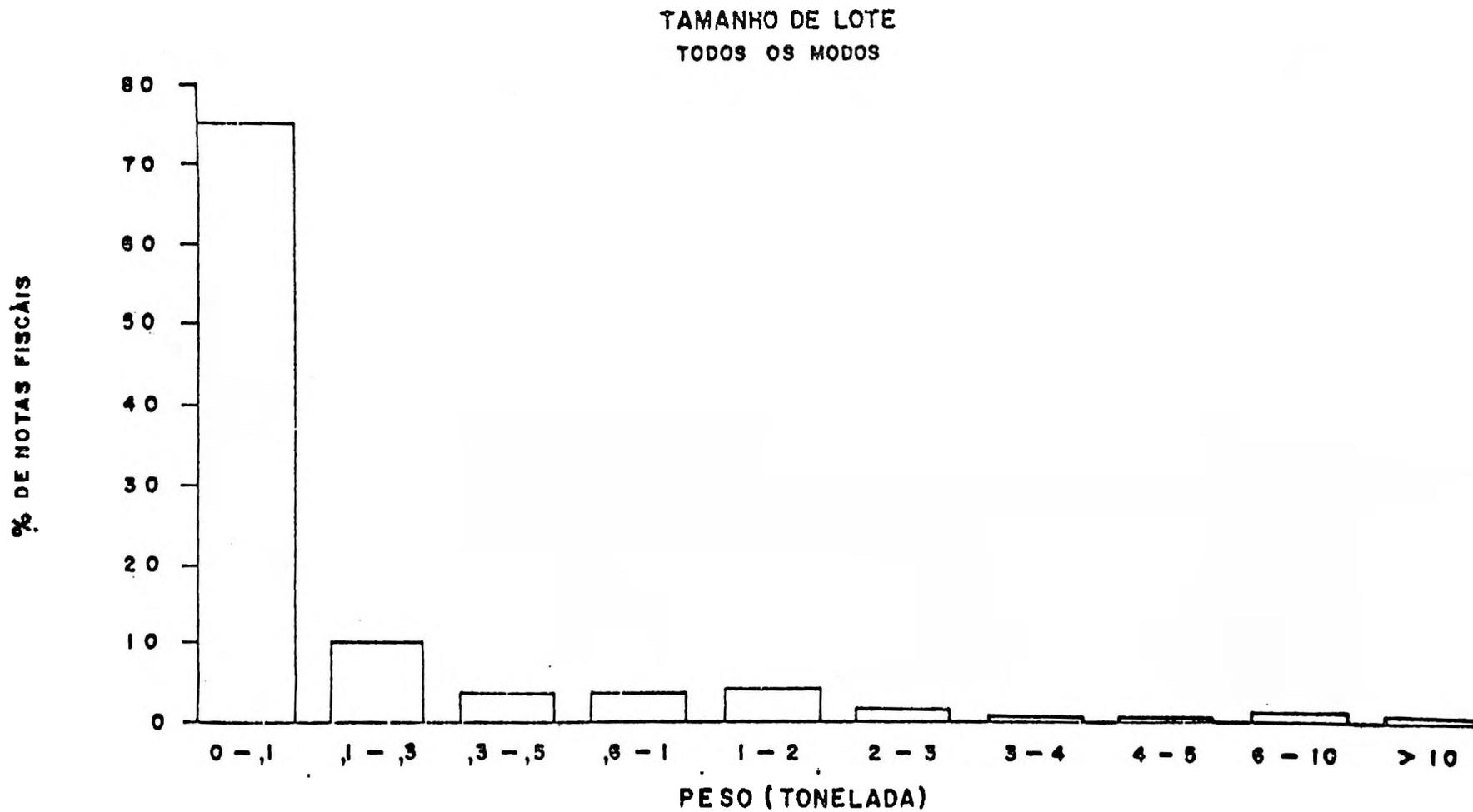
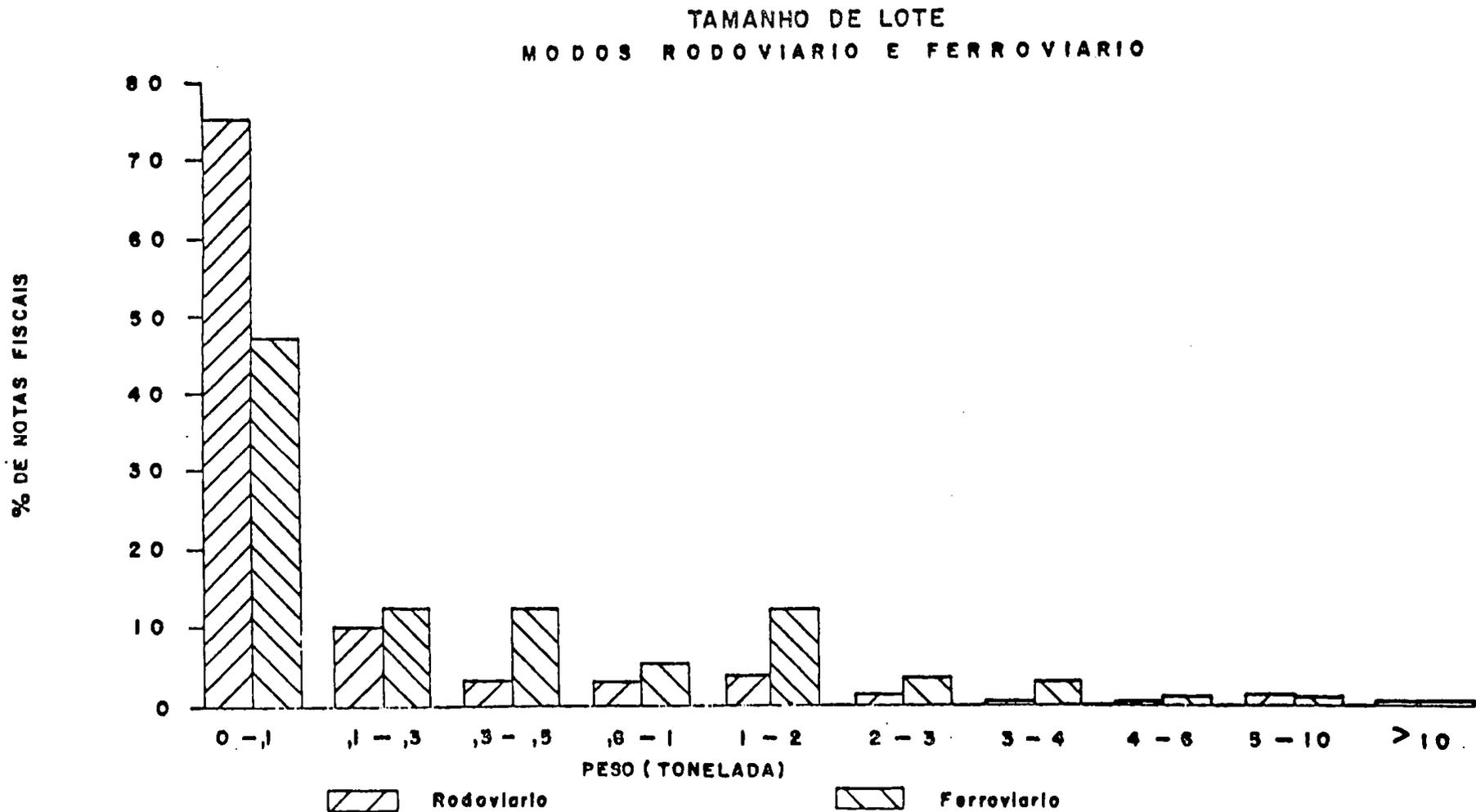


Figura 2 - Distribuição de Tamanho de Lote - Modos Rodoviário e Ferroviário - Cidade do Rio de Janeiro - 1980



A Figura 3 mostra a distribuição de peso líquido por nota para os modos aéreo e postal. O gráfico espelha a especialização destes modos na faixa das pequenas encomendas. Desde a época de coleta desses dados (1980), o setor de transporte de pequenas encomendas tem sofrido um aumento significativo no nível de competição interna. Especificamente, em anos recentes as empresas de transporte intermunicipal e interestadual de passageiros intensificado têm o aproveitamento de suas redes de serviço para transportar rapidamente encomendas de um local a outro, por ônibus. As empresas profissionais de transporte de carga (ETCs) têm protestado veementemente contra esta prática, por considerá-la uma competição desleal. Existem também as ETCs que são especializadas no transporte de encomendas, ofertando serviços especiais, tais como entrega garantida num (curto) prazo pré-estabelecido.

#### 4. DESENVOLVIMENTO DE MODELOS ECONÔMETRICOS

##### 4.1. Introdução

Na seção 4, procura-se aprofundar o conhecimento da relação entre custo de estocagem, custo de transporte e escolha modal. O caminho para esse aprofundamento é a estimação de um sistema de modelos econométricos que expresse a dependência entre tamanho de lote e escolha modal.

##### 4.2. Descrição do Sistema de Modelos

Os modelos estimados neste estudo são da seguinte forma:

$$L_m = f(U, v) \quad (1)$$

$$P_m = g(L_m, d_m, T_m) \quad (2)$$

onde

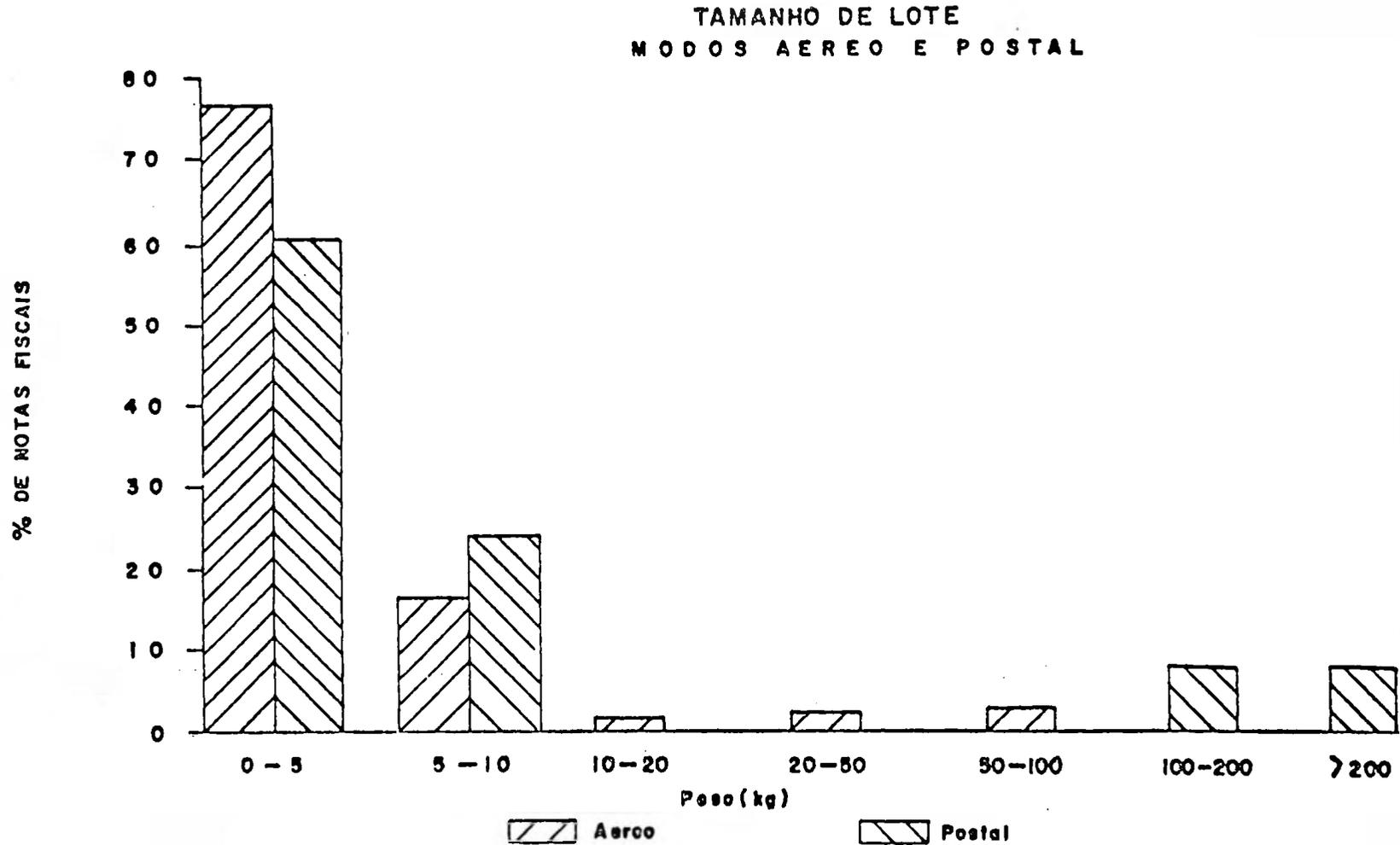
$L_m$  = tamanho do lote (kg), pelo modo m

$U$  = taxa de utilização do produto (kg por unidade de tempo)

$v$  = valor específico do produto (Cr\$/kg)

$P_m$  = probabilidade de utilização do modo m

Figura 3 - Distribuição de Tamanho de Lote - Modos Aéreo e Postal - Cidade do Rio de Janeiro - 1980



$T_m$  = valor total do carregamento pelo modo  $m$  ( $L_m * v$ )

$d_m$  = impedância (função de custo e tempo) entre a origem e destino pelo modo  $m$

Na equação (1), o tamanho de lote (ou seja, o tamanho do pedido) especificado por um comprador ao seu fornecedor é definido por dois fatores: a taxa de utilização temporal do produto ( $U$ ) e o valor específico do produto ( $v$ ). O primeiro fator relaciona o nível de produção ou vendas do comprador com sua demanda pelo insumo suprido pelo fornecedor; quanto maior  $U$ , maior deverá ser o tamanho do lote  $L_m$ , ceteris paribus. O fator  $v$  representa o custo para o comprador de manter um estoque do insumo, quanto maior, menor deverá ser o tamanho do lote.

A escolha do modo de transporte, expressa no modelo (2), é afetada por três fatores: o tamanho do lote, o valor total do carregamento (que expressa o custo de estoque enquanto o produto estiver em trânsito) e o custo de transporte da origem ao destino. Espera-se que o efeito do tamanho do lote seja o de reduzir a probabilidade de escolha de um dado modo, quanto maior for o lote. Semelhantemente, quanto mais caro o modo, menor a chance de que ele seja escolhido. E quanto mais valioso o produto, maior a chance do modo ser escolhido.

Nas subseções a seguir, serão apresentados os resultados de estimação do sistema (1)-(2).

#### 4.3. O Modelo de Tamanho de Lote

Do total de aproximadamente 33 mil registros disponíveis, 2.150 foram selecionados para estimação do modelo de tamanho de lote. O processo de seleção foi por amostragem aleatória simples para os registros do modo rodoviário; todos os registros válidos dos outros modos foram incluídos na subamostra para estimação do modelo.

Devido ao desconhecimento da taxa de utilização do produto por um dado comprador representado na amostra, fez-se necessário encontrar uma proxy para capturar o efeito de  $U$ . Como tal, foi utilizado aqui o valor total da produção industrial e agropecuária do estado de destino da mercadoria.

Optou-se também por incluir no modelo uma variável ad hoc, qual seja, a densidade da malha rodoviária pavimentada (quilômetros de rodovia por quilômetro quadrado de área), para capturar efeitos do nível de desenvolvimento do sistema de transportes no estado de destino da mercadoria. Estes efeitos seriam semelhantes àqueles do valor total da produção, além de expressar um possível impacto de acessibilidade.

O valor da mercadoria por unidade de peso é conhecido a partir dos dados e, portanto, não apresenta maiores problemas à estimação do modelo.

A equação (1) foi estimada como um modelo de regressão múltipla do tipo double log, com a variável dependente sendo o logaritmo do tamanho do lote, em quilogramas, e com as seguintes variáveis independentes:

- logaritmo natural do valor da produção industrial e agropecuária do estado de destino, em cruzeiros de 1980;
- logaritmo natural da densidade de rodovias pavimentadas no estado de destino, em quilômetro por quilômetro quadrado.
- logaritmo natural do valor específico da mercadoria, em cruzeiros de 1980 por quilograma.

Foram também incluídos efeitos modais específicos, através das constantes e da segmentação do efeito da variável valor específico por modo. Note-se que num modelo double log, a elasticidade da variável dependente com relação a uma das variáveis independentes é dada pelo próprio coeficiente da variável independente.

Os parâmetros estimados são apresentados na Tabela 6. Os sinais dos coeficientes são aqueles indicados pela discussão anterior. Os níveis de significância individual dos parâmetros são muito bons, com exceção da variável densidade de rodovias pavimentadas, o que em nada compromete o modelo, pois esta variável é teoricamente dispensável. Como um todo, o conjunto de variáveis é altamente significativo, conseguindo explicar quase 50% da variabilidade observada no tamanho de lotes. Um exame visual dos resíduos do modelo leva à conclusão de que o modelo estimado é homocedástico.

Tabela 6 - Modelo de Regressão Múltipla de Tamanho de Lote

Variável dependente = logaritmo natural do tamanho de lote, em kg

Número de observações = 2150

Número de parâmetros = 10

Coeficientes de determinação ( $R^2$ ) = 0,487 $R^2$  corrigido por graus de liberdade = 0,485

Desvio padrão da regressão = 1,262

Estatística F (9,2140) = 225,97

Soma dos quadrados:

- Modelo	3236,86
- Erro	<u>3405,98</u>
- Total	6642,84

Variável	Parâmetro Estimado	Estat. t
CONSTANTE	5,7967	12,2
CONSTANTE MODAL		
- Caminhão	-1,5298	-6,8
- Aéreo	-4,0476	-10,2
- Postal	-4,8340	-8,4
LOGARITMO NATURAL DO VALOR DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL E AGROPECUÁRIA DO ESTADO DE DESTINO, em Cr\$ 1980	0,0696	3,8
LOGARITMO NATURAL DA DENSIDADE DE RODOVIAS PAVIMENTADAS NO ESTADO DE DESTINO, em km/km <sup>2</sup>	0,0188	0,6
LOGARITMO NATURAL DO VALOR ESPECÍFICO DA MERCADORIA, em Cr\$ de 1980 por kg, por modo		
- Postal	-0,2678	-1,9
- Aéreo	-0,3449	-4,9
- Caminhão	-0,6143	-27,0
- Ferrovia	-0,8089	-14,6

De especial interesse são os coeficientes da variável valor específico, estratificada por modo de transporte. Estes coeficientes sugerem a existência de três grupos modais:

- postal e aéreo;
- caminhão;
- ferrovia.

Os coeficientes indicam que o tamanho do lote de mercadorias transportadas por correio e avião é relativamente insensível a variações no valor por unidade de peso do produto. Isto é devido, sem dúvida, ao tipo de mercadoria transportada por esses dois modais (vide subseções 3.3). O modo rodoviário apresenta uma sensibilidade maior, certamente porque a gama de produtos transportada por caminhão é bem maior do que aquela transportada pelo primeiro grupo de modos. Finalmente, há o modo ferroviário, que transporta predominantemente produtos de baixo valor específico e grandes volumes, refletido no modelo através de uma elasticidade quase unitária (-0,81).

O bom nível de explicação do modelo chega a ser um pouco surpreendente, já que esta é uma amostra cross-section. Este bom desempenho pode ser devido à predominância do modo rodoviário na amostra, o que nos leva a interpretar os resultados com alguma cautela, especialmente para os outros modos de transporte.

Foi também feita uma segmentação da amostra por quatro grandes grupos de mercadorias: (1) gêneros alimentícios (códigos NBM de dois dígitos de 0 a 23); (2) produtos químicos (códigos NBM 24-49); (3) vestuário (códigos NBM 50-67); e (4) metais (códigos NBM 68 a 69). Estatisticamente, os quatro modelos respectivos não explicam a variabilidade observada melhor do que o modelo global, a um nível de significância de 90%. Os resultados desta segmentação não são aqui apresentados.

#### 4.4. O Modelo de Escolha Modal

A forma funcional adotada para a equação (2) é o modelo Multinomial Logit (MNL), conforme especificado a seguir:

$$P_m = \exp(w_m) / \sum_{k \in m} \exp(w_k) \quad (3)$$

Todo registro, no arquivo do CIVI, contém o resultado final das decisões de tamanho de lote e escolha modal. O modelo (3) requer que se conheça o tamanho de lote que teria sido utilizado de outro modo, que não o observado, tivesse sido escolhido. Como não se observou este fenômeno diretamente, resta a alternativa de substituir por  $L$  o estimador  $\hat{L}_m$ , obtido da aplicação do modelo descrito na subseção 4.3. Portanto, o modelo de escolha modal será estimado com uma variável instrumental e uma função desta variável, pois tem-se que  $\hat{T}_m = \hat{L}_m * v$ .

Não é possível calcular o valor de  $d_m$  corretamente, pois não é conhecido o município de destino de carga. Assim, aproxima-se o efeito de  $d_m$  usando apenas a proxy distância da cidade do Rio de Janeiro à capital do estado de destino, pelo modo em questão. Foi assumido que a distância por correio é a mesma que por via aérea.

Quanto à disponibilidade de modos alternativos para cada observação, assumiu-se que os modos caminhão, aéreo e postal estão disponíveis para aquelas observações cujo peso líquido fosse menor ou igual a 30 kg, para qualquer estado de destino. Para observações com peso líquido observado acima de 30 kg, assumiu-se que os modos disponíveis são caminhão e ferrovia, e este último apenas se o estado de destino for Minas Gerais, São Paulo ou Espírito Santo. Esta definição, baseada no peso líquido, foi motivada pela clara separação dos mercados servidos pelos vários modais, conforme pode ser visto nas Figuras 2 e 3, discutidas anteriormente na subseção 3.3.

Assim, foram desenvolvidos dois modelos MNL: o primeiro é um modelo trinomial, com as alternativas rodoviária, aérea e postal, para tamanhos de lotes menor ou igual a 30 kg; o segundo é um modelo binomial, com as alternativas rodoviária e ferroviária para tamanhos de lotes acima de 30 kg. O primeiro modelo tem um total de 1496 observações, e o segundo, 486 observações.

Os resultados da estimação do modelo trinomial, para pesos líquidos observados abaixo de 30 kg, são mostrados na Tabela 7. Como se pode ver, os parâmetros são individualmente diferentes de zero, a um nível de significância de pelo menos 95%. O modelo é altamente significativo, pois a estatística chi-quadrado é igual a 1980,83, com 5 graus de liberdade, o que equivale a muitas vezes o valor crítico para qualquer nível de significância de interesse.

Em analogia com o modelo de regressão múltipla, no qual o a juste global do modelo é expressado através do coeficiente de determi nação, existe a medida rho-quadrado para o modelo MNL. Esta medida também varia entre 0 e 1; quanto mais perto de 1, melhor é o mo delo. Porém, um modelo MNL com rho-quadrado na ordem de 0,4 pode ser considerado muito bom; nesta ô tica, o modelo da Tabela 7 tem um desempenho excelente, pois seu rho-quadrado é de 0,6. Este resultado pode ser fruto da predominância do modo rodoviário na amostra (vide a Tabela 7, que contém a distribuição das escolhas observadas).

Tabela 7 - Modelo MNL de Escolha Modal: Pelo Líquido Observado  
< 30 kg

Variável	Parâmetro Estimado	Estat. t Assint.
CONSTANTES MODAIS		
- Caminhão	-0-	
- Aéreo	-1,8237	-6,1
- Postal	-3,4671	-9,4
DISTÂNCIA (KM) DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO A CAPITAL DO ESTADO DE DESTINO, PELO MODO EM QUESTÃO	-0,9608	-6,6
TAMANHO DO LOTE (KG), ESTIMADO PELO MODELO DA TABELA 6	-0,0059	-2,0
VALOR TOTAL DO LOTE (CRUZEIROS DE 1980)	0,5808	3,2

Logaritmo da verossimilhança:

- em zero  $[L(0)] = -1643,54$

- nos parâmetros ótimos  $[L(B)] = -653,130$

Estatística chi-quadrado =  $-2[L(0)-L(B)] = 1980,83$

Graus de liberdade = 5

Rho quadrado = 0,6026

Rho quadrado corrigido = 0,5996

Alternativa	Número Escolhendo
Caminhão	1286
Aéreo	179
Postal	31
TOTAL	1496

O modelo MNL para pesos líquidos observados acima de 30 kg é apresentado na Tabela 8. Novamente, os coeficientes são individualmente significativos, e no conjunto, o modelo é superior na previsão das escolhas observadas, em comparação com o uso de um modelo mais simples, como, por exemplo, o modelo da escolha aleatória (ou seja, todos os coeficientes iguais a zero). O ajuste global deste modelo, enquanto aceitável, não é tão bom quanto aquele exibido pelo primeiro modelo, discutido acima.

Tabela 8 - Modelo MNL de Escolha Modal: Peso Líquido Observado > 30 kg

Variável	Parâmetro Estimado	Estat. t Assint.
CONSTANTES MODAIS		
- Ferrovia	-0-	
- Caminhão	1,9890	2,1
DISTÂNCIA (KM) DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO A CAPITAL DO ESTADO DE DESTINO, PELO MODO EM QUESTÃO	-6,1540	-3,4
TAMANHO DO LOTE (KG), ESTIMADO PELO MODELO DA TABELA 6	0,0043	4,9
VALOR TOTAL DO LOTE (CRUZEIROS DE 1980)	1,3011	2,2

Logaritmo da verossimilhança:

- em zero  $[L(0)] = -336,869$

- nos parâmetros ótimos  $[L(B)] = -291,767$

Estatística chi-quadrado =  $-2[L(0)-L(B)] = 90,2$

Graus de liberdade = 4

Rho quadrado = 0,1339

Rho quadrado corrigido = 0,1220

Alternativa	Número Escolhendo
Caminhão	191
Ferrovia	295
TOTAL	486

Neste segundo modelo, o coeficiente da variável peso líquido, estimado pelo modelo da Tabela 6, é positivo. Isto não é a expectativa a priori, conforme dito na subseção 4.2.

É interessante notar que o coeficiente da variável distância, proxy do custo de transporte, é aproximadamente seis vezes maior no segundo modelo do que no primeiro. Ou seja, o impacto do custo de transporte na escolha modal é muito maior nos lotes maiores. Isto se dá, sem dúvida, devido ao maior valor unitário do tipo de mercadoria transportada em lotes menores (no caso do segundo modelo, por caminhão), e tem, portanto, um custo de estocagem em trânsito maior. Um efeito semelhante pode ser visto comparando-se os dois coeficientes da variável valor total do carregamento.

#### 4.5. Discussão dos Resultados

Os resultados das estimações acima apresentadas são muito satisfatórios, especialmente considerando-se a natureza dos dados utilizados. Os modelos indicam uma relação íntima entre as decisões de tamanho de lote e modo de transporte, conforme sugerido por modelos teóricos de transporte e logística. O nível de significância da variável tamanho de lote no modelo de escolha modal é evidência estatística da importância desta relação.

Como pode ser visto pelos resultados do modelo de tamanho de lote, a sensibilidade desta variável é bastante reduzida em relação ao valor específico da mercadoria para os modos postal e aéreo, já que estes modos prestam um serviço que enfatiza a rapidez e a confiabilidade. O modo rodoviário mostra-se bem mais sensível, e o ferroviário é o mais sensível de todos.

Os modelos de escolha modal sugerem a importância dos efeitos de custo de transporte, diferenciado por tamanho de lote. Vê-se que nos lotes acima de 30 kg, o fator distância é aproximadamente seis vezes mais oneroso do que nos lotes abaixo deste limite.

## 5. CONCLUSÃO

A análise dos dados do CIVI, para o município do Rio de Janeiro no ano de 1980, ressalta uma importantíssima constatação, qual seja, a predominância dos pequenos lotes (abaixo de 300 kg) transportados. Como a indústria e o comércio atacadista localizados na cidade são predominantemente de produtos do setor secundário, e a demanda pelos produtos é relativamente dispersa, é natural que os lotes de mercadorias expedidos sejam relativamente pequenos.

Em termos do setor de transporte de carga, os pequenos lotes expedidos pelas firmas cariocas para outras Unidades de Federação implicam que o serviço ofertado deve ter flexibilidade para atingir os mais diversos locais dentro de um prazo e a custo razoáveis. O único modal analisado que atende a esse critério é o rodoviário, o que explica sua predominância na amostra. Implica também, para o transportador do setor rodoviário, a necessidade de consolidar cargas para que possam ser aproveitadas as economias de escala oriundas da combinação de mercadorias com destinos comuns. Essa consolidação resulta numa redução do nível de serviço, que deve ser compensada com um gerenciamento eficiente dos recursos e, especialmente, das operações da empresa do setor de transporte de carga geral.

Essa mesma dispersão geográfica de uma demanda pouco desenvolvida argumenta contra o uso do transporte ferroviário no contexto analisado. A viabilidade do modo ferroviário está preconizada na existência de um volume de tráfego suficientemente grande entre dois locais. Não será através da consolidação de pequenos lotes, suficientes para ocupar um caminhão médio mas não uma composição de vagões, que um serviço ferroviário se tornará viável. A demora adicional da operação de consolidação ferroviária facilmente tornaria o modo inviável para muitos dos setores industriais e comerciais presentes no Rio de Janeiro. Esse é um exemplo de uma tecnologia (neste caso, de transporte) limitada pelo tamanho reduzido do mercado que ela serve.

Os modais aéreo e postal, embora pouco expressivos na amostra, representam serviços especializados que encontram seus "nichos" no mercado de movimentação de carga que busca comprar rapidez e confiabilidade no deslocamento. Esse setor está crescendo signi-

ficativamente com a entrada de novas firmas que operam também no modal rodoviário. Além disso, um serviço flexível e de custo razoável é ofertado pela maioria das empresas de transporte interurbano de passageiros.

Os modelos econométricos de tamanho de lote e escolha modal indicam que estas duas decisões estão interrelacionadas, como seria de esperar. Apesar de algumas deficiências quanto à qualidade dos dados do CIVI para efeito de estimação, os resultados da modelagem foram bastante satisfatórios.

Os modelos desenvolvidos neste estudo, ainda que preliminares, argumentam pela aplicação de recursos para a coleta de dados específicos para estudos de decisões logísticas de empresas. O entendimento do mecanismo e sensibilidade destas decisões e estímulos do sistema econômico (preços relativos, taxa de juros, etc.) e das características do sistema de transporte de carga (infra-estrutura, oferta modal, intermodalismo, ...) é fundamental para a orientação da formulação de políticas de investimento e desenvolvimento de toda a economia do País.

BIBLIOGRAFIA

- BALLOU, R.H. Business logistics management. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1973.
- CASTRO, N. Substituição entre modo de transporte e armazenagem, e suas implicações. Revista Brasileira de Armazenamento, Viçosa, 1984/85.
- CONSTANTIN, J.A. Principles of logistics management. New York, Appleton-Century Crofts, 1966.
- MAGEE, J.F. Physical-distribution systems. New York, McGraw-Hill, 1967.
- McCONAUGHY, D. (ed.). Reading in business logistics. Homewood, Richard D. Irwin, 1969.

DETERMINANTES DAS DECISÕES LOGÍSTICAS INDUSTRIAIS:  
O CASO DA EXPORTAÇÃO DE MANUFATURADOS

Adriana Teixeira Bernardino

## SINOPSE

Neste trabalho desenvolvemos um modelo probabilístico de escolha da forma de acondicionamento de carga geral na exportação de longo curso, através do Porto do Rio de Janeiro.

A escolha deste tema teve como motivação principal a rápida difusão da containerização no transporte marítimo de longo curso, bem como a decisão governamental de aplicar recursos para a adequação dos portos às novas necessidades da demanda.

Inicialmente, analisamos o processo de escolha do usuário e avaliamos as variáveis que provavelmente seriam consideradas em sua decisão. Em seguida, descrevemos o processo de coleta e de puração dos dados para estimação do modelo probabilístico. Finalmente, estimamos um modelo LOGIT e discutimos os resultados obtidos.

Os resultados revelaram que a opção do usuário pela containerização está associada de forma significativa às características do porto de destino, ao custo de transporte e valor da mercadoria, bem como ao tamanho do lote a ser transportado.

Assim, o modelo estimado prevê um aumento na probabilidade de escolha de contêiner de 12% para o caso de todos os portos de destino passarem à condição de terminal especializado na movimentação de contêiner. Da mesma forma, a concentração de fluxos em portos com maior volume de tráfego (primários) em detrimento de portos secundários, acarretaria um acréscimo na probabilidade de escolha de contêiner de 7%. As elasticidades encontradas para a probabilidade de escolha de contêiner e carga fracionada com relação ao custo de transporte por unidade de valor da carga foram, respectivamente, -15 e -11%, revelando uma maior sensibilidade do usuário de contêiner a variações no custo de transporte. Ainda, para pequenos lotes, a containerização mostra-se mais atrativa.

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - Introdução	1
1.1 - Motivação	1
1.2 - Objetivo	5
1.3 - Metodologia	7
CAPÍTULO 2 - Configuração do Modelo Teórico	9
2.1 - Análise do Processo de Escolha	9
2.2 - Descrição do Modelo Teórico	11
CAPÍTULO 3 - Elaboração da Base de Dados	19
3.1 - Base de Dados Inicial - Exportações pelo Porto do Rio de Janeiro	21
a - Finalidade	21
b - Análise dos Dados	21
c - Depuração dos Dados	23
3.2 - CLASSE 1 - Custos de Containerização	28
3.3 - CLASSE 2 - Portos de Destino	30
3.4 - CLASSE 3 - Produtos Exportados pelo Porto do Rio de Janeiro	32
3.5 - CLASSE 4 - Características das Mercadorias	33
3.6 - CLASSE 5 - Tarifa Portuária	34
3.7 - CLASSE 6 - Frete de Transporte Rodoviário	36
3.8 - CLASSE 7 - Frete de Transporte Marítimo	39

CAPÍTULO 4 - Determinação do Frete Marítimo	40
4.1 - Composição do Frete	40
4.2 - Elaboração da Base de Dados	42
4.3 - Especificação do Modelo	43
4.4 - Análise dos Resultados	44
CAPÍTULO 5 - Resultados Finais - Análise do Modelo LOGIT	
Estimado e Principais Conclusões	52
5.1 - Análise Global	52
5.2 - Análise por Classe de Dados	59
5.3 - Elasticidades - Análise Global	63
5.4 - Elasticidades - Análise por Classes de	
Dados	67
ANEXOS	
ANEXO I - Estrutura dos Arquivos Criados e	
Descrição das Variáveis	72
ANEXO II - Codificação das Mercadorias segundo a	
NBMAP - Características Médias dos Grupos	87
ANEXO III - Codificação das Conferências de Frete ,	
Acordos Bilaterais , Linhas Pioneiras e	
Áreas não Conferenciadas	90
ANEXO IV - Caracterização dos Portos de Destino	93
ANEXO V - Caracterização das Origens Produtoras	96
ANEXO VI - Tarifa Portuária - TABELA G - Capatazia	98
ANEXO VII - Codificação de Embalagens	100
ANEXO VIII - Programas	102
Referências Bibliográficas	140

## LISTA DE QUADROS

QUADRO I	- Movimentação de Carga Geral e Movimentação de Contêineres no Porto do Rio de Janeiro	2
QUADRO II	- Movimentação de Carga Geral pelo Porto do Rio de Janeiro - Exportação e Importação	6
QUADRO III	- Movimentação de Mercadorias pelo Porto do Rio de Janeiro	26
QUADRO IV	- Tabela de Acréscimos Percentuais ao Frete Rodoviário Básico para Cargas de Baixa Densidade	38
QUADRO V	- Regressão Linear para o Cálculo do Frete Marítimo - Parâmetros Estimados e Estatísticas t Correspondentes	44
QUADRO VI	- Regressão Linear para o Cálculo do Frete Marítimo - Testes Estatísticos para o Modelo Estimado	44
QUADRO VII	- Teste para Verificação da Existência de Heterocedácia no Modelo de Frete Marítimo Estimado	51
QUADRO VIII	- Regressão Linear para Cálculo de Frete Marítimo - Modelo Corrigido	51
QUADRO IX	- Regressão Linear para Cálculo de Frete Marítimo - Modelo Final	51
QUADRO X	- Coeficientes do Modelo LOGIT Estimado e Estatísticas t Correspondentes	53
QUADRO XI	- Testes Estatísticos de Validação do Modelo LOGIT Estimado	53

QUADRO XII	- Valores Médios Estimados para a Probabilidade da Opção Escolhida pelo Usuário	61
QUADRO XIII	- Elasticidades - Análise Global	66
QUADRO XIV	- Variações Percentuais nas Probabilidades de Escolha a partir de Alterações em Variáveis Qualitativas	66
QUADRO XV	- Elasticidades - Análise por Classes de Dados	70

## SIGLAS

GAGEX	- Carteira de Comércio Exterior
G&F	- Cost and Freight
CIF	- Cost , Insurance , Freight
CONET	- Conselho Nacional de Estudos Tarifários (NTC)
FGL/FCL	- Full Container Load
FOB	- Free On Board
H/H	- House to House
H/P	- House to Pier.
LGL/LCL	- Less than Container Load
NBM	- Nomenclatura Brasileira de Mercadorias
NBMAP	- Nomenclatura Brasileira de Mercadorias Adaptada aos Portos
NTC	- Associação Nacional das Empresas de Transportado- res de Carga
P/H	- Pier to House
P/P	- Pier to Pier
PRODEST	- Programa de Desenvolvimento do Setor de Transpor- tes
SUFITE	- Subsetor de Fiscalização de Terminais
SUNAMAM	- Superintendência Nacional da Marinha Mercante
TEU	- Twenty-feet Equivalent Unit

## 1 - INTRODUÇÃO

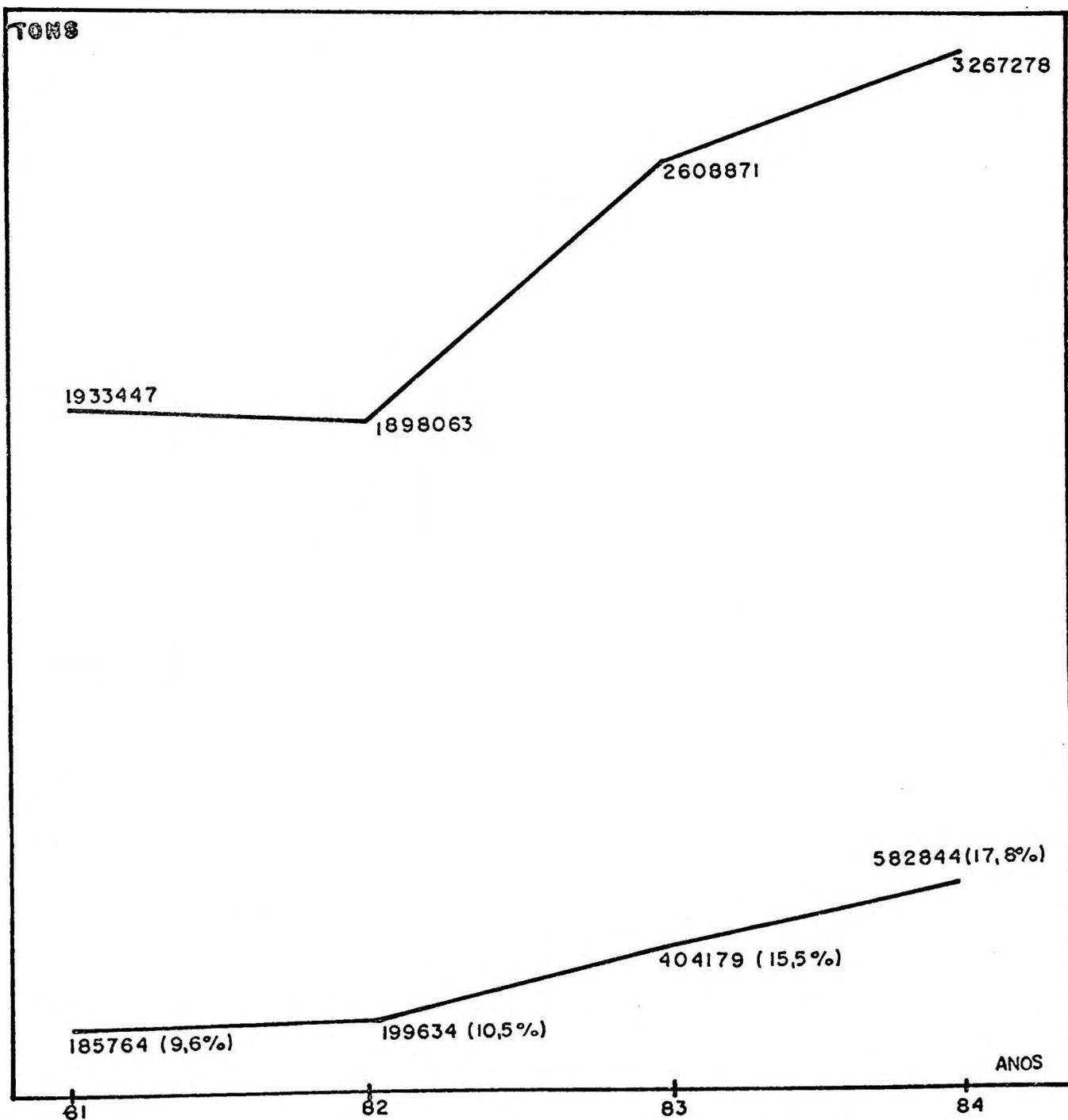
### 1.1 - MOTIVAÇÃO

O setor portuário exerce papel fundamental na economia do País, uma vez que viabiliza 95% de nossas exportações. Atualmente, cerca 70% da movimentação dos portos é atribuída ao comércio exterior. Assim, concretizadas as expectativas governamentais no sentido de expandir as exportações, é de se esperar um aumento substancial no movimento de mercadorias através do sistema portuário nacional.

No que concerne especificamente à carga geral, tal crescimento já se evidencia através do incremento nas exportações de manufaturados, sendo também notório o aumento da carga movimentada em contêineres. No Porto do Rio de Janeiro, por exemplo, a tonelagem de carga containerizada se expandiu, de 1981 a 1984, em 213,7%, passando de 9,6% para 17,8% na participação da tonelagem de carga geral de longo curso movimentada (vide Quadro I).

Analisando esta evolução, bem como a tendência irreversível em outros países de utilizar contêiner no comércio exterior, as autoridades do setor de transportes concluíram sobre a necessidade de redimensionar as instalações portuárias, expandir os recursos disponíveis e reestruturar processos operacionais, visando a oferecer serviços com elevado grau de eficiência, de forma a atender esta nova característica da demanda. Para tanto, está previsto no Programa de Desenvolvimento do Setor de Transportes - PRODEST -, elaborado pelo Ministério dos Transportes (1986), a instalação ou expansão de oito terminais especializados para movimentação de contêineres até 1989.

QUADRO I - Movimentação de Carga Geral e Movimentação de Contêineres no Porto do Rio de Janeiro



Tais reformulações do sistema terão como prováveis conseqüências alterações nos custos monetários diretos incorridos pelos usuários , considerando-se que os novos valores de tarifas devam refletir , no mínimo , os custos de produção do serviço e de manutenção do nível de qualidade pretendido , no longo prazo . Em contrapartida , esperam-se mudanças significativas nos parâmetros de medida de desempenho operacional, tais como tempo de processamento da mercadoria e de permanência dos navios nos terminais , face à disponibilidade de novos equipamentos , mais adequados às necessidades gerais do produto a ser movimentado e à forma de acondicionamento escolhida para o transporte.

Estas alterações em variáveis fundamentais para a decisão logística dos usuários conduzirão a uma variação na atratividade de cada uma das facilidades oferecidas pelos diversos portos e , conseqüentemente , acarretarão modificações no comportamento da demanda , em três níveis distintos :

a - Demanda Efetiva :

Partindo-se do princípio de que o usuário efetivo não seja cativo de uma opção específica , devido a fatores que não possam ser controlados pela gerência portuária ( e.g. , inexistência de linhas de navegação que ofereçam o serviço necessário para movimentação da mercadoria sob a forma de acondicionamento escolhida, exigências feitas pelo importador ) , é provável que alterações efetuadas em alguns dos serviços oferecidos pelo porto possam conduzi-lo a reavaliar sua decisão e até mesmo a optar por outro tipo de facilidade pertencente ao conjunto ofertado.

#### b - Demanda Deslocada

Uma vez que as novas facilidades oferecidas por determinado porto criem uma opção mais atrativa do que a escolha de outro ponto de escoamento da mercadoria, pode-se considerar provável o deslocamento de usuários de outros terminais para este porto. Em contrapartida, determinadas alterações na atratividade das facilidades hoje oferecidas podem resultar na evasão de demanda para portos próximos.

#### c - Demanda Gerada

A geração de demanda deve ser considerada a partir do momento em que alterações ocorridas no porto possam viabilizar a exportação de produtos em maiores quantidades.

Pode-se, portanto, concluir sobre a necessidade de responder a várias perguntas sobre o provável comportamento da demanda durante a vida útil do projeto a ser proposto, a fim de tentar otimizar a alocação dos recursos disponíveis para as reformulações pretendidas.

Particularmente, a nível deste trabalho, escolheremos analisar o comportamento da demanda efetiva do Porto do Rio de Janeiro.

## 1.2 - OBJETIVO

Considerando-se :

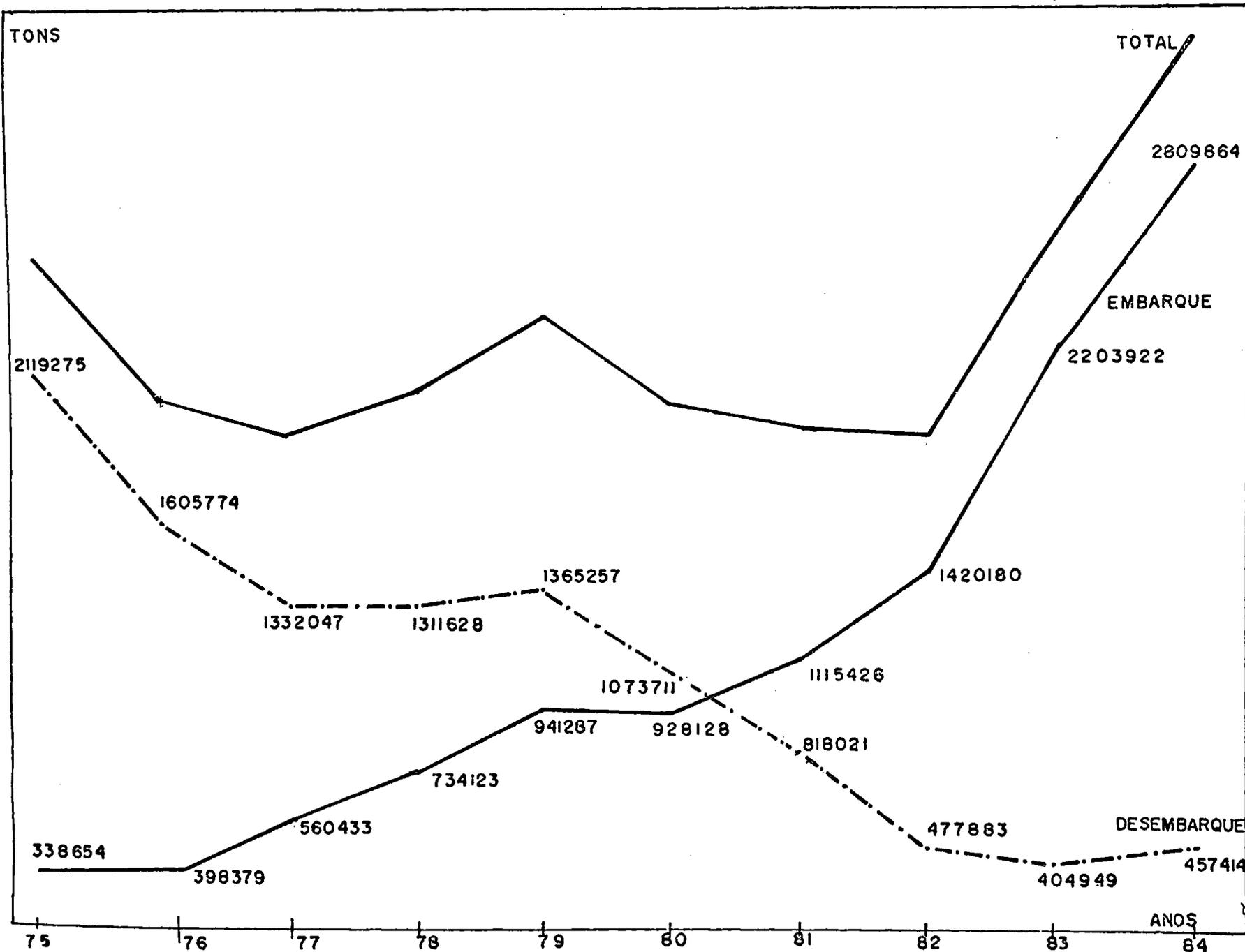
- o interesse do país em aumentar o volume de suas exportações ;
- a acentuada predominância de mercadorias para exportação de carga geral no porto , exposta no Quadro II ;

este trabalho tem por objetivo

MODELAR O COMPORTAMENTO DO USUÁRIO EFETIVO DO PORTO DO RIO DE JANEIRO , NA OPÇÃO PELA UTILIZAÇÃO OU NÃO DE CONTEINER NA EXPORTAÇÃO DE CARGA GERAL DE LONGO CURSO

Uma vez especificado o modelo de comportamento desta parcela da demanda , poderão ser avaliados efeitos sobre a decisão do usuário , oriundos de variações no tempo total da operação , nos custos monetários diretos e custos generalizados de cada alternativa oferecida pelo porto , o que seria um valioso subsídio à gerência portuária em estudos de viabilidade de projetos .

Sallentamos , ainda , o fato de que a decisão pela utilização ou não de contêiner não está associada unicamente às características do porto do Rio de Janeiro . As demais entidades envolvidas no processo de exportação (transportadores rodoviários, armadores , etc. ) também poderão beneficiar-se deste trabalho sempre que pretenderem avaliar os impactos de alterações nas características dos serviços por elas oferecidos



sobre o comportamento da demanda.

QUADRO II - Movimentação de Carga Geral na Porto do Rio de Janeiro - Exportação / Importação

### 1.3 - METODOLOGIA

A questão que se apresenta é a da escolha entre duas alternativas possíveis e mutuamente exclusivas ( carga convencional versus carga containerizada ), inviabilizando a aplicação da teoria convencional do consumidor , segundo a qual , considerando um espaço contínuo de alternativas, o indivíduo , sujeito a determinadas restrições , obterá máxima utilidade a partir da combinação ótima das quantidades dos diversos bens oferecidos . Caracteriza-se , isso sim , um problema de escolha discreta.

Na configuração de um modelo que represente este tipo de escolha , admite-se que a utilidade obtida pela opção por uma ou outra alternativa oferecida dependa , basicamente , de dois vetores. O primeiro é composto pelas características observadas : (a) do modo de transporte ; (b) da mercadoria ; (c) da origem e do destino ; (d) de outros fatores socio-econômicos . Este vetor constitui-se na parte representativa ou determinística da função de utilidade . O segundo vetor é composto pelas características destes mesmos fatores que não puderam ser caracterizadas ou não foram observadas , mas que são também avaliadas pelo decisor. Dessa maneira , institui-se um caráter aleatório à função de utilidade da alternativa.

De acordo com a teoria da escolha discreta , o consumidor avaliaria a atratividade de cada opção disponível e escolheria aquela que apresentasse o maior valor da função de utilidade .

Considerando-se , entretanto , os fatores aleatórios que

afetam esta função de utilidade , o que se pretende neste trabalho é especificar a probabilidade com a qual um indivíduo escolherá uma ou outra alternativa , avaliando determinados atributos das mesmas .

A partir de considerações adequadas sobre a distribuição da componente estocástica da função de utilidade , pode-se obter a probabilidade de escolha de um modo  $l$  , utilizando o modelo LOGIT , na forma binomial :

$$P_i(m) = \frac{1}{1 + e^{-(U_n - U_m)}}$$

onde :

- $U_m$  : função de utilidade do modo "m"
- $U_n$  : função de utilidade do modo "n"
- $P_i(m)$  : probabilidade do indivíduo "i" optar pela alternativa "m"

## 2 - CONFIGURAÇÃO DO MODELO TEÓRICO

### 2.1 - ANÁLISE DO PROCESSO DE ESCOLHA

No processo de transporte de mercadorias para exportação por via marítima estão envolvidas, basicamente, três entidades distintas - o importador, o exportador e o transportador marítimo - que decidem, em diferentes instâncias, sobre a forma de acondicionamento a ser utilizada.

Em primeiro plano, figura a decisão do importador ou exportador, condicionada aos termos da carta de crédito e ao tipo de venda efetuado, da maneira como se explica a seguir.

A carta de crédito vem a ser uma espécie de contrato celebrado entre exportador e importador que determina, entre outros itens, um prazo para embarque/entrega do produto e por vezes também as condições a serem observadas na operação de transporte da mercadoria.

O tipo de venda realizado implica em obrigações a serem cumpridas por ambas as partes, apontando fatores preponderantes na identificação do decisor e, conseqüentemente, dos parâmetros a serem observados na escolha da logística de transporte da mercadoria. As formas mais habituais de venda para exportação dos produtos brasileiros são FOB (Free On Board), CIF (Cost, Insurance, Freight) e C&F (Cost and Freight). O valor FOB de uma mercadoria, no caso de transporte marítimo, deve englobar os custos de produção, de transporte da origem até o porto de embarque e de colocação da mercadoria a bordo da embarcação. Os valores CIF e C&F abrangem, além do valor FOB, o frete marítimo, sendo que o primeiro inclui, ainda, o seguro para transporte marítimo da mercadoria. Assim, para vendas FOB, de

modo geral , é de se esperar que a escolha sobre o acondicionamento da mercadoria caiba ao importador , considerando-se serem de sua responsabilidade as operações e custos associados ao transporte e movimentação da mercadoria desde o momento em que esta é entregue a bordo do navio até seu recebimento no destino final. Em contrapartida , nas vendas CIF ou C&F , não havendo especificação em contrário , acredita-se ficar tal decisão a encargo do exportador , por ser este o responsável pelos custos de transporte da origem até o porto de destino.

Tendo o exportador/importador optado pelo transporte da carga acondicionada em contêiner , não resta ao transportador marítimo meios para modificar tal decisão. Entretanto , havendo-se optado inicialmente pelo transporte da carga na forma convencional , é dada ao transportador marítimo a opção de consolidar a carga em contêiner , visando , por exemplo , a melhorar o desempenho operacional no carregamento/descarga de seu navio ou a obter a melhor estivagem da carga a ser transportada. A estes casos em que a contêinerização ocorre por conveniência do armador dá-se o nome de consolidação por ship's convenience.

Resumidamente , pode-se então concluir que o processo de escolha da forma de acondicionamento a ser utilizada no transporte marítimo de mercadorias ocorre em dois níveis distintos, sendo decisores de primeira instância o importador ou o exportador e , em segunda instância , o transportador marítimo.

## 2.2 - DESCRIÇÃO DO MODELO TEÓRICO

Considerando as etapas do processo de escolha acima descrito, o modelo a ser estimado visa a determinar a probabilidade de que um decisor de primeira instância opte por transportar sua carga containerizada ou da forma convencional. Procura-se descrever, nesta seção, os fatores que compoariam a função de utilidade deste usuário e a maneira pela qual tais parâmetros influenciariam sua decisão sobre a utilização ou não de um contêiner. Analisam-se, ainda, algumas das formas possíveis de se especificar estas variáveis no modelo LOGIT a ser estimado.

### a - Custos Monetários Diretos de Transporte:

A consideração desta variável no modelo permitirá avaliar, para uma mesma origem ou destino, o efeito da diferença de custos entre as alternativas disponíveis. Ainda, entre origens ou destinos distintos, poderão ser identificados os impactos na probabilidade de escolha de cada opção de igual variação na diferença de custos entre alternativas.

Inicialmente, serão considerados custos monetários diretos de transporte associados a cada alternativa os itens que se seguem:

- a.1- custo de transporte da origem produtora até o porto de embarque ;
- a.2- taxas de embarque , transporte e armazenagem dentro do porto de embarque ;
- a.3- frete marítimo ;
- a.4- taxas de desembarque , transporte e armazenagem

- dentro do porto de descarga ;
- a.5- custo de transporte do porto de descarga até o destino final ;
  - a.6- seguro da carga ;
  - a.7- custos específicos de utilização de contêiner ( consolidação , aluguel , demurrage , etc.) ;
  - a.8- custos de agentes , despachantes e brokers

A inclusão ou não de cada um dos seis primeiros itens acima no modelo de escolha do decisor está vinculada às condições do contrato de venda , conforme explicado anteriormente. Os dois itens subsequentes deverão ser incluídos , logicamente , quando tais opções forem feitas.

O coeficiente multiplicador da variável "custos monetários diretos" na função de utilidade de cada uma das opções deverá ser negativo , na medida em que quanto mais elevado for o custo de transporte da mercadoria , menor será a lucratividade obtida pelo usuário e , conseqüentemente , menor a atratividade apresentada pela alternativa em questão .

#### b - Tempo ;

A influência da variável tempo na função de utilidade do usuário é negativa e seus efeitos devem ser avaliados , principalmente enquanto diretamente associados aos seguintes fatores :

b.1 - retorno do capital investido . A venda de um produto para exportação é habitualmente efetuada através de uma

carta de crédito , que é negociada pelo exportador com o banco portador do documento mediante apresentação a este banco , por parte do credor , de um conhecimento de embarque da referida mercadoria , assinado pelo transportador marítimo. Por conseguinte , o embarque do produto permite ao exportador reaver o capital investido. Todavia , quanto maior o tempo total de viagem entre a origem e o destino , maior o retardo do retorno do capital investido pelo comprador .

b.2 - efeitos sobre a qualidade do produto .  
Considerando a existência de rotas distintas para cada uma das opções disponíveis ( contêiner e carga convencional ) , entre um mesmo par origem-destino , o usuário certamente será levado a optar pelo modo cuja rota for mais rápida e direta , caso esteja exportando produtos perecíveis ou que , de alguma outra forma , possam ter sua qualidade afetada pelo tempo. Por outro lado , para um mesmo tempo de viagem , distâncias maiores a serem percorridas talvez levem-no a optar pela contêinerização como forma de garantir maior proteção ao produto durante o longo tempo de exposição a que este se sujeitaria até chegar ao destino.

Havendo , portanto , distinção de rotas entre opções , o tempo de viagem deverá ser considerado em ambas as funções de utilidade. Caso contrário, a variável poderá ser , por exemplo , incluída apenas na função de utilidade da opção carga convencional, onde deverá apresentar coeficiente negativo , caracterizando a perda relativa de atratividade desta alternativa com o aumento da distância entre origem e destino , devido ao aspecto de segurança inerente ao contêiner .

b.3 - total de operações de movimentação da carga nos portos de origem , de destino , intermediários e terminais . No caso de rotas comuns entre um par origem-destino , quanto maior o número de transbordos necessários na cadeia de transportes, maior a utilidade obtida pela consolidação da mercadoria que , assim transportada exige um tempo mais curto para efetivação destes movimentos.

b.4 - número de paradas obrigatórias entre a origem e o destino . Quanto maior o número de terminais intermediários em uma rota específica , maior a variabilidade do tempo previsto para entrega da mercadoria no porto de destino. Conseqüentemente, havendo distinção de rotas entre as opções que estão sendo consideradas , o usuário estaria propenso a escolher o modo cujo percurso apresentasse o menor número de terminais de parada obrigatória .

b.5 - exigências contratuais . Por vezes , a decisão do usuário tem como fator determinante a data de embarque/entrega do produto, estipulada na carta de crédito. Assim , sua opção direciona-se , primordialmente , para a primeira alternativa disponível ou para o meio mais rápido.

### c - Valor da Mercadoria :

Um produto torna-se mais sujeito a roubos e furtos quanto maior for seu valor comercial. Conseqüentemente , mercadorias valiosas levam o decisor a utilizar o contêiner visando a melhor

proteger sua carga contra perdas e avarias.

O valor da mercadoria poderia ser considerado no modelo de três formas distintas:

c.1 - Isoladamente, assumindo valor zero na função de utilidade obtida pela opção por carga convencional e multiplicado por um parâmetro positivo na função de utilidade obtida pela opção contêiner, caracterizando, assim, a preferência do usuário pela forma de acondicionamento mais segura para mercadorias mais valiosas.

c.2 - dividindo a diferença de custos monetários diretos entre o transporte contêinerizado e pela forma convencional, na função de utilidade da primeira alternativa, sendo que o coeficiente desta variável apresentaria sinal negativo, para caracterizar a menor significância da diferença de custos entre opções na decisão do usuário, em se tratando de mercadorias muito valiosas.

c.3 - dividindo a variável "custos monetários diretos" em ambas as funções de utilidade, sempre com coeficiente negativo. Procura-se assim demonstrar a correspondência existente entre a porcentagem que o custo de transporte representa no valor FOB da mercadoria e a segurança oferecida por cada uma das alternativas disponíveis. Espera-se que o coeficiente desta variável na função de utilidade da carga convencional apresente maior valor em módulo, caracterizando a menor proteção oferecida à carga por esta forma de transporte.

#### d - Tamanho do Lote :

Para pequenos lotes , a impossibilidade de utilizar a capacidade de um contêiner pode tornar esta opção anti-econômica, já que o frete gerado pela mercadoria pode ser bastante inferior ao frete básico mínimo a ser pago pela utilização de um contêiner. Por outro lado , a exportação de grandes lotes de determinados tipos de mercadoria pode viabilizar o afretamento de navios adequados para transporte da carga fracionada .

A influência deste fator na decisão do usuário poderia ser caracterizada por uma variável dummy , multiplicada por um parâmetro positivo , na função de utilidade da opção carga convencional. Sempre que o tamanho do lote se enquadrasse numa faixa considerada inapropriada para a utilização de contêiner , a variável assumiria o valor unitário.

Uma segunda alternativa seria utilizar uma variável que contivesse o tamanho do lote em TEU , que assumisse valor zero na função de utilidade da opção carga fracionada. Acredita-se que na função de utilidade da opção carga containerizada tal variável possa apresentar coeficiente multiplicador de sinal positivo para lotes pequenos e negativo para lotes maiores , tornando-se , então , necessária a divisão em duas variáveis para faixas de valores distintos

#### e - Características Especiais de Transporte da Mercadoria :

Este item abrange fatores tais como :

e.1 - necessidade de ambiente refrigerado ;

e.2 - necessidade de controle de temperatura ;

e.3 - necessidade de proteção contra choque.

Operando com produtos que apresentem tais requisitos , o exportador seria levado a buscar a embalagem que melhor os satisfizesse.

Assim , o aumento da atratividade desta opção poderia ser caracterizado por variáveis dummy , com parâmetro multiplicador positivo, que assumissem valor unitário na função de utilidade da opção contêiner sempre que a mercadoria apresentasse algumas dessas necessidades .

f - Nível de Serviço Oferecido no País de Destino:

Países desenvolvidos apresentam melhores condições de instalações , equipamentos e processos de controle de operação de contêiner do que países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos. Daí, no caso de exportação para países desenvolvidos , a utilidade obtida pela conteneurização poderia ser maior que nos casos em que a carga não é consolidada. Situação inversa possivelmente ocorreria na exportação para países do Terceiro Mundo , onde os ganhos em desempenho operacional pretendidos com a consolidação não seriam tão expressivos , devido à inadequação de instalações e equipamentos. Por outro lado , a segurança precária dos portos de países subdesenvolvidos pode tornar aconselhável a unitização da carga , visando a diminuir perdas e avarias.

Este item poderia ser representado no modelo pela quantidade

de equipamento disponível para a movimentação de cada tipo de carga , no porto de destino , pelo número de berços disponíveis para cada alternativa , pela área do pátio de contêiner ( ou pátio de armazenagem descoberto ) , pela área de armazenagem coberta e pelo nível de desenvolvimento do país onde se localiza este porto.

g - Nível de Serviços Oferecidos na Origem  
Produtora :

Este é o fator que talvez menos influencie a decisão do usuário , pois , mesmo em casos de inexistência de terminais de contêiner na origem , a presença de vários destes terminais especializados na cidade do Rio de Janeiro viabilizariam a contelnerização . De qualquer maneira , a influência deste parâmetro na escolha do usuário poderia ser avaliada a partir de uma variável dummy na função de utilidade da contelnerização , que teria coeficiente positivo e seria igual à unidade sempre que existissem terminais na origem produtora , caracterizando o aumento de utilidade da alternativa nestes casos.

### 3 - ELABORAÇÃO DA BASE DE DADOS

Os primeiros dados coletados são relativos à exportação através do porto do Rio de Janeiro no intervalo de Janeiro de 1984 a Julho de 1985 e foram fornecidos pelo Subsetor de Fiscalização de Terminais (SUFITE) deste porto, responsável pela coleta e crítica de dados operacionais que constituem a base para a confecção dos relatórios estatísticos publicados anualmente pela Portobrás.

A base de dados utilizada na estimação do modelo foi consolidada considerando-se a necessidade de complementação das informações já disponíveis. Os dados adicionais coletados dividem-se em sete classes distintas :

CLASSE 1 - Custos de Containerização : engloba dados necessários ao cálculo dos custos adicionais ocasionados pela utilização de contêiner no transporte marítimo;

CLASSE 2 - Portos de Destino : agrupa dados para caracterização dos portos de destino da mercadoria ;

CLASSE 3 - Mercadorias Exportadas pelo Porto do Rio de Janeiro : contém dados sobre produtos exportados pelo Porto do Rio de Janeiro no ano de 1984, de acordo com a classificação da NBM

CLASSE 4 - Características das Mercadorias : armazena as características relevantes dos grupos de mercadorias exportados pelo Porto do Rio de Janeiro nos anos de 1984/85, de acordo com a

classificação da NBMAP ;

CLASSE 5 - Tarifa Portuária : constituída por dados para a determinação da capacidade portuária paga pelo usuário para embarque da mercadoria ;

CLASSE 6 - Frete de Transporte Rodoviário : envolve dados para determinação dos custos de transporte rodoviário da mercadoria do centro produtor ao Porto do Rio de Janeiro;

CLASSE 7 - Frete de Transporte Marítimo : agrupa parâmetros para estimativa do modelo empregado para cálculo do frete marítimo .

Os grupos de dados assim classificados foram armazenados em sete arquivos vinculados à base de dados inicial . O processamento eletrônico deste conjunto de dados através do software utilitário DBASE II gerou informações que constituíram a base de dados final empregada na estimativa do modelo LOGIT , com auxílio do software utilitário LTE - Laboratório de Tratamento Estatístico , versão 2.0 de 1985.

Ao longo deste capítulo , procurou-se esclarecer o objetivo da criação de cada uma destas classes de dados , bem como apresentar o conteúdo de cada arquivo correspondente , as simplificações utilizadas , hipóteses assumidas e análises pertinentes à constituição de cada classe de dados.

A estrutura e descrição das variáveis de cada arquivo intermediário , bem como do arquivo final , cujos dados foram empregados na estimativa , podem ser encontradas no Anexo I.

### 3.1 - BASE DE DADOS INICIAL - Exportações pelo Porto do Rio de Janeiro

#### a - FINALIDADE

A base de dados inicial (vide Anexo I - Arquivo EXPORT.DBF) foi criada a partir dos dados coletados para confecção dos Relatórios Estatísticos Anuais publicados pela Portobrás e relaciona-se às exportações através do porto do Rio de Janeiro no período de Janeiro de 1984 a Julho de 1985 . Através de seu conteúdo pôde-se determinar a área de influência do porto do Rio de Janeiro , os principais fluxos de mercadoria e as formas de acondicionamento dos produtos empregadas na exportação . Tais informações direcionaram a coleta dos dados complementares .

#### b - ANÁLISE DOS DADOS

Conforme pode-se constatar, a partir da estrutura e do conteúdo do arquivo , descritos no Anexo I, o detalhamento de informações sobre a movimentação de mercadorias não pôde ser obtido com o nível de desagregação desejado , qual seja , por exportador , mas apenas a nível de lotes embarcados durante cada atracação de um navio . Assim , um único registro pode englobar lotes de diversos exportadores/consignatários , desde que mercadoria , origem , destino e embalagem sejam coincidentes para tais lotes.

A impossibilidade de acesso às guias de importação , que melhor caracterizariam decisões individuais , impõe a adoção de certas hipóteses simplificadoras ao modelo no que concerne

Principalmente ao produto embarcado e à identificação do decisor, conforme se procura esclarecer em seguida.

Como os dados obtidos não fornecem o tipo de venda realizada (FOB , CIF , C&F ou outras) , e a codificação adotada especifica apenas a forma de acondicionamento empregada no processamento da mercadoria através do porto , não nos é dado conhecer , para embarques em contêineres :

- se a unidade foi utilizada por um usuário - contêiner do tipo FCL/FCL - ou por vários usuários - contêiner do tipo LCL/LCL ;
- se o embarque em contêiner foi adotado por conveniência do armador ( ship's convenience ) , por exigência do importador , ou por opção do exportador ;
- os locais de consolidação e desova das unidades , ou seja , se o contêiner é do tipo house to house , house to pier , pier to house ou pier to pier .

As decorrências imediatas da ausência de tais informações seriam o arbtrio dos locais de consolidação e desova das unidades e a necessidade de confecção de um modelo de escolha modal agregado , no qual a entidade econômica decisora avaliaria todos os parâmetros associados à movimentação da mercadoria da origem até o destino. Os resultados obtidos a partir desta configuração certamente serão distintos daqueles que se atingiria considerando-se três modelos diversos caracterizando individualmente os parâmetros a serem analisados pelo exportador, pelo transportador marítimo e pelo importador na tomada de decisão.

Devido ao fato de que a codificação da origem da mercadoria limita-se ao estado produtor , análises mais detalhadas sobre as facilidades oferecidas e dificuldades enfrentadas para escoamento do produto até o porto de embarque não serão possíveis. No que diz respeito , portanto , ao transporte da mercadoria da origem produtora ao porto de escoamento , a análise se limitará à verificação dos custos associados , considerando como ponto de partida a capital do estado correspondente.

Ainda , não sendo a codificação da mercadoria adotada pela Portobrás inteiramente compatível com a NBM de oito dígitos , torna-se por vezes difícil determinar , com a precisão desejada, o produto exportado. Consegue-se apenas identificar classes de mercadorias, o que implica na adoção de valores médios para características tais como densidade e valor comercial . Conseqüentemente , particularidades associadas a transporte , manuseio e armazenagem inerentes a apenas uns poucos produtos pertinentes a um mesmo grupo foram desconsideradas.

#### c - DEPURAÇÃO DOS DADOS

Numa primeira manipulação dos dados coletados, procurou-se determinar os principais grupos de mercadorias exportados através do Porto do Rio de Janeiro , de modo a localizar os fluxos de produtos unitizáveis . Foram considerados na análise apenas os produtos para os quais observou-se pelo menos um usuário optando por cada uma das alternativas oferecidas.

Para a determinação dos grupos de mercadorias a serem considerados no estudo , utilizou-se inicialmente a NBMAP de

dois dígitos. Foram calculados , o número de volumes e a tonelagem exportada de cada um dos grupos assim caracterizados. Para cada grupo de mercadoria considerado , foram determinados a tonelagem e o número de volumes movimentados por tipo de embalagem , entre cada par de origem/destino distinto . Com relação aos grupos de embalagens, foram feitas as seguintes divisões:

- Carga Geral
  - Convencional
  - Containerizada
  
- Granel

Foram desconsiderados, no levantamento, embalagens não especificadas .

Os primeiros valores obtidos são apresentados no Quadro III. Incluiu-se neste quadro todos os grupos de mercadorias cujo peso total movimentado nos anos de 84 e 85 pelo porto do Rio excedeu a 1000 toneladas. Os dois primeiros grupos do Quadro III -Grupo 27 e Grupo 26- serão excluídos da análise , já que a parcela representativa da tonelagem total movimentada destes produtos ocorre na forma de granel , não havendo muita dispersão na escolha do usuário. A análise se baseará nos quinze grupos restantes , que representam significativamente a movimentação de carga geral através do porto. A partir de uma análise mais detalhada dos registros assim escolhidos , os quinze grupos iniciais foram desmembrados em 36 , apresentados no Anexo II.

Finalizando o processo de depuração do arquivo , foram eliminados todos os registros dos grupos para os quais não se

observou casos de opção por contêiner , além daqueles cuja codificação do destino caracterizasse apenas um país e não um porto específico , o que impossibilitaria a caracterização deste porto através de parâmetros a serem empregados na estimação no modelo.

QUADRO III - Movimentação de Mercadorias pelo Porto do Rio de Janeiro

Discriminação da Mercadoria	Carga Geral (t)		Granel (t)	Total (t)
	convencional	containerizada		
27 - Combustíveis minerais Óleos minerais Produtos de destilaria Minerais betuminosos Ceras	66.804	1006.050	167040.480	168113.334
26 - Minérios metálicos Minerais	5.170	714.639	148012.740	148732.549
73 - Ferro fundido Ferro , aço	75504.234	2183.599	6966.000	84653.834
38 - Produtos diversos das Indústrias Químicas	2274.397	1114.265	15269.307	18657.969
76 - Alumínio e suas ligas	10301.045	377.917		10678.962
09 - Café , chá , mate Especiarias	3944.403	3801.728		7746.131
87 - Veículos automóveis Tratores , motocicletas	4852.507	1350.875		6203.382
25 - Sal , enxofre Terras , pedras Gesso , cal , cimento	5132.867	727.774		5860.650
68 - Amianto , mica Materiais semelhantes	3669.914	496.462		4166.376
21 - Preparos alimentícios	119.953	2359.642		2478.595
84 - Caldeiras , máquinas Aparelhos Instrumentos mecânicos	1120.929	818.920		1939.849
40 - Borracha natural Borracha sintética Substituto da borracha Obras de borracha	1317.096	409.390		1726.486
98 - Artigos manufaturados	19.063	1432.558		1451.621
02 - Carnes e miúdos comestíveis	414.257	871.813		1286.070

QUADRO III - Movimentação de Mercadorias pelo Porto do Rio de Janeiro  
(continuação)

Discriminação da Mercadoria	Carga Geral (t)		Granel (t)	Total (t)
	convencional	containerizada		
85 - Máquinas e aparelhos elétricos Objetos destinados a uso eletrotécnico	686.738	591.205		1277.943
39 - Matérias plásticas artificiais Éteres e ésteres de celulose Resinas	446.799	720.740		1167.539
48 - Papel, cartolina, cartão Obras de pasta de celulose	483.497	561.344		1044.841

### 3.2 - CLASSE 1 - CUSTOS DE CONTEINERIZAÇÃO

A opção pelo transporte de uma mercadoria contêinerizada acarreta alterações no frete marítimo básico que devem ser devidamente avaliadas pelo decisor .

Primeiramente deve-se considerar a incidência de um custo adicional de aluguel das unidades , com base no fato de que usualmente os contêineres são de propriedade dos armadores ou de companhias de leasing . O valor cobrado por este aluguel é fixo e válido durante todo o período em que a carga encontra-se a bordo do navio. Somando-se a este período , é concedido ao exportador um prazo livre de no mínimo cinco dias ( variando de região para região ) dentro do qual este deve receber o contêiner , movimentá-lo , efetuar a consolidação e devolvê-lo em condições de ser transportado ao destino final. Prazo similar é fornecido ao consignatário a partir da data de descarga do contêiner no destino final para que o mesmo seja movimentado, desconsolidado e entregue ao transportador marítimo. Se , uma vez expirados estes prazos , tais etapas não tiverem sido cumpridas , o responsável sujeita-se ao pagamento de uma taxa , denominada demurrage , ou sobrestadia , cobrada por dia adicional ao prazo livre de permanência de cada unidade em seu poder. Como os dados coletados não permitem saber o tempo de permanência dos contêineres em poder dos usuários, este item dos custos monetários diretos será desconsiderado na modelagem.

Também é habitual que fiquem ao encargo do dono da mercadoria as despesas de consolidação e desconsolidação das unidades. Entretanto , os custos de retirada e de devolução dos

contêineres aos terminais de armazenagem ( handling-out e handling-in , respectivamente ) são , usualmente , encargos do armador .

Em se tratando de conferência de fretes ou acordos bilaterais , usualmente ocorrem descontos ou acréscimos sobre o frete básico , conforme o local de consolidação e/ou desova da unidade. Não sendo possível obter tal informação , os contêineres serão sempre considerados do tipo house to house , tomando-se por base a viabilidade de realizar tais operações em terminais privativos das empresas transportadoras ou similares , sendo , portanto , desnecessário utilizar as instalações portuárias para tal .

Nas tarifas de algumas conferências e empresas , consta , ainda , uma taxa denominada heavy lift , que deveria ser aplicada sempre que o peso bruto do contêiner ultrapassasse limites pré-estabelecidos . Entretanto , como normalmente esta taxa é desconsiderada pelas empresas transportadoras , parece razoável agir da mesma maneira na especificação do modelo de escolha do usuário .

### 3.3 - CLASSE 2 - PORTOS DE DESTINO

O nível de serviço oferecido no porto de descarga da mercadoria é um fator preponderante na decisão do usuário.

A maior dificuldade encontrada para caracterizar este nível de serviço diz respeito à diversidade de fontes de coleta de dados para portos distintos e à ausência de padrão na apresentação das informações. Para alguns portos, por exemplo, pode-se facilmente obter dados quantitativos tais como número de portainers disponíveis, área total de pátio para armazenagem de contêineres, etc.. Em outros casos entretanto, a bibliografia cita apenas a possibilidade de movimentar as unidades de carga, sem referir-se ao tipo ou quantidade de equipamentos disponíveis. Tal circunstância impôs a criação de variáveis dummy que classificam os portos em quatro categorias distintas, a saber:

- (a) categoria 1 : portos que possuem terminais especializados para a movimentação de contêineres, o que implica em área de armazenagem e equipamentos adequados;
- (b) categoria 2 : portos que possuem algum equipamento próprio para a movimentação de contêiner ou pátio para armazenagem, não se caracterizando, entretanto um terminal especializado;
- (c) categoria 3 : portos que possuem equipamento não especializado, mas com capacidade para movimentar contêiner;
- (d) categoria 4 : portos que não se enquadram em qualquer das categorias supra-citadas, ou seja, que não

apresentam a mínima condição de movimentar contêineres com recursos próprios.

A decorrência imediata deste artifício é a impossibilidade de mensurar o impacto de mudanças quantitativas na infraestrutura de um porto. Não se pode medir, por exemplo, o impacto causado na decisão do usuário pela aquisição de mais um transteiner para um terminal. Pode-se, isso sim, saber o impacto causado pela mudança de categoria de um porto.

Situação idêntica ocorre com a classificação de um porto em primário e secundário dentro de um acordo, ou área não conferenciada. Portos primários, de modo geral, apresentam desempenho operacional relativamente bom e fluxo de mercadoria elevado, dentro do contexto. Portos secundários, ao contrário, geralmente associam-se a baixo fluxo de mercadorias, dificuldades operacionais, etc.. Alterações quantitativas em tais parâmetros não podem ser medidas no modelo estimado. Consegue-se apenas avaliar o impacto causado pela transformação de um porto secundário em primário.

### 3.4 - CLASSE 3 - Produtos Exportados pelo Porto do Rio de Janeiro

Conforme esclarecido anteriormente , a codificação adotada para a carga movimentada pelo porto do Rio de Janeiro não permite a identificação de um produto específico , mas apenas de grandes grupos de mercadorias . Para caracterizar particularidades da carga envolvida , necessárias para fins de cálculo do frete marítimo e de estimação do modelo probabilístico de escolha , tais como valor FOB e densidade , a solução encontrada foi utilizar valores médios do grupo , adotando , como fator de ponderação , o peso total de cada produto de um mesmo grupo exportado pelo porto no período considerado . Tal informação foi obtida a partir do Anuário Estatístico da CACEX e constitui a classe 3 dos dados coletados .

O valor FOB dos lotes exportados para o cálculo da média foi obtido desta mesma publicação e outras características tais como densidade , requisição de temperaturas especiais para armazenagem, etc. foram extraídas de uma publicação sobre atributos de mercadorias para utilização em estudos de fretes de transporte (vide bibliografia no. 10)

Elaborados os levantamentos iniciais , procurou-se estabelecer uma correspondência entre a codificação da NBM utilizada pelo Anuário Estatístico da CACEX e a NBMAP , adotada pela Portobrás. Efetuadas, então , as devidas ponderações , determinou-se densidade e valor FOB médios do grupo. As características especiais de transporte , armazenagem ou manuseio da carga envolvida não foram mantidas já que em nenhum dos

grupos tais características foram apresentadas por todos os produtos correspondentes.

### 3.5 - CLASSE 4 - Características das Mercadorias

Esta classe de dados armazena duas informações básicas sobre as características dos diversos grupos de mercadorias exportadas: densidade , em kg/m<sup>3</sup> e valor FOB unitário , em dolar por tonelada.

A utilização de valores médios de parâmetros apresenta alguns inconvenientes quando há uma grande dispersão dos valores observados em torno desta média . Para os grupos analisados , as maiores dispersões são observadas para os produtos englobados pelos grupos de produtos químicos diversos (38000) e de máquinas diversas , caldeiras (84000) . Para estes grupos espera-se menor poder de previsão do modelo . Para os demais , as dispersões são relativamente pequenas e o modelo deverá mostrar-se mais adequado.

### 3.6 - CLASSE 5 - Tarifa Portuária

Das inúmeras tabelas que constituem a TARIFA PORTUÁRIA , instituída pela Portobrás para utilização no Porto do Rio de Janeiro , três são sempre aplicadas quando se efetua movimentação de carga geral para exportação , a saber:

TABELA A - Utilização do Porto - aplicada sobre a tonelagem de carga embarcada em um navio , assegurando à embarcação o direito de utilizar as águas tranquilas da baía e os canais de acesso ao cais.

TABELA B - Atracação - aplicada sobre o comprimento , em metros lineares , da embarcação , por dia de permanência atracado , assegurando ao usuário o direito de utilizar uma faixa do cais para atracação do navio .

TABELA C - Capatazia - aplicada sobre o peso , em tonelada ou fração , dos volumes a serem movimentados, garantindo a disponibilidade de um terno adequado ao tipo de carga , em horário ordinário , para efetuar o embarque da mercadoria.

As duas primeiras tabelas são devidas pelo armador e apenas a terceira - Capatazia - é cobrada diretamente do exportador . Esta tabela tem como base de cálculo o peso dos volumes declarado na guia de exportação ou outro documento correspondente . Taxas de transporte e/ou armazenagem de mercadoria ocorrem eventualmente , quando da solicitação por qualquer destes serviços , ficando os custos dos mesmos a encargo do requisitante.

Com base nas atualizações da Tarifa Portuária ocorridas no período de Janeiro de 84 a Julho de 85 , calculou-se um valor

médio mensal em cruzeiros para cada item da tabela C - Capatazia associado à movimentação de carga geral de exportação de longo curso , empregando-se como fator de ponderação o número de dias de vigência de cada atualização.

O valor das taxas é fornecido em cruzeiros por tonelada ou fração e o período médio de validade de uma tarifa é de três meses , sendo que , de modo geral , as atualizações ocorreram no início do mês correspondente.

Para o cálculo do valor da taxa em dolar , utilizou-se o fator médio de conversão em cada mês , fornecido pelo Banco Central .

### 3.7 - CLASSE B - Frete de Transporte Rodoviário

Para movimentar sua carga da origem produtora até o porto de embarque , o usuário deve arcar com custos de transporte que variam de acordo com a distância a ser percorrida , a carga , a tonelagem a ser movimentada e o prazo para entrega , entre outros itens. Para a estimativa destes custos , utilizou-se , neste trabalho , os parâmetros adotados para confecção das Tabelas de Tarifas da CONET .

Os grupos de mercadoria em análise foram distribuídos entre três classificações distintas , de acordo com o tipo de produto e a tonelagem movimentada , a saber :

- carga comum : carga fracionada com peso total entre 1000 e 4000 quilos e não sujeita a limitações de horários ou prazos de entrega.
- carga industrial : carga fracionada com peso total superior a 4000 quilos e não sujeita a limitações de horários ou prazos de entrega.
- grandes massas : safras , material de construção , maquinário , etc..

A tarifa aplicada a cada um destes grupos é subdividida em faixas de distância e cotada por tonelada ou fração movimentada.

São fornecidas , ainda , taxas a serem cobradas para transporte de contêineres de vinte e quarenta pés. Estes valores variam , igualmente , para determinadas faixas de distância e aplicam-se à unidade transportada , independente da tonelagem. Para fins de cálculo de frete rodoviário , a distância entre a origem produtora e o porto de embarque deverá ser computada em

dobro sempre que se fizer necessário transportar o contêiner vazio do porto/terminal onde este se encontra para o local de armazenagem da carga a ser consolidada , e então enviar a unidade ao porto para embarque .

Acrescenta-se , também , a qualquer um dos tipos de frete supra-citados uma taxa ad-valorem , que incide percentualmente sobre o valor comercial da mercadoria.

A tarifa básica de fretes para transporte rodoviário fundamenta-se em uma planilha de custos que toma por base os custos para o serviço comum (1) , de carga geral , em condições normais de operação , segundo a quilometragem entre os pontos de origem e destino , por estradas pavimentadas. Alterações nessas premissas básicas podem gerar acréscimo ou decréscimos nos valores do frete , decorrentes de variações nos custos operacionais.

Os principais geradores de acréscimos e decréscimos são a necessidade de serviços especializados , o fator de aproveitamento do veículo , a variação de riscos de transportes e a existência de prazos para a efetivação do serviço. De todos estes itens , a partir da base de dados existente , só nos é permitido verificar a incorrência de acréscimos devido ao baixo fator de aproveitamento do veículo , traduzido na baixa densidade dos produtos transportados. Este acréscimo é calculado da maneira descrita no Quadro IV.

O frete cobrado pelo transporte dos produtos foi calculado com base no procedimento descrito , em cruzeiros , e , posteriormente , convertido para dolar , segundo a cotação média mensal . Considerou-se como origem dos fluxos , para efeito de

cálculo da distância percorrida até o porto do Rio de Janeiro a capital de cada um dos estados envolvidos. No caso de mercadorias provenientes do próprio estado do Rio de Janeiro, considerou-se uma distância média de 50km para a determinação da faixa correspondente na tabela da CONET.

QUADRO IV - Tabela de Acréscimos Percentuais ao Frete Rodoviário Básico para Cargas de Baixa Densidade

densidade (kg/m <sup>3</sup> )	acréscimo ao frete básico
acima de 301	0%
de 300 a 251	10%
de 250 a 201	25%
de 200 a 151	70%
de 150 a 101	100%
de 100 a 51	250%
abaixo de 50	650%

(1) - Considera-se serviço comum aquele realizado por empresas com veículos convencionais, transportando cargas em geral, que possam ser carregadas em conjunto com outras, sem regime ou equipamentos especiais de operação, sem sujeitar-se a limitações de horários ou prazos de transporte e/ou coleta ou entrega, nem a exigências de serviços complementares. Os serviços prestados em desacordo com algum dos itens desta especificação, denominam-se especializados.

### 3.8 - CLASSE 7 - Frete de Transporte Marítimo

O frete de transporte marítimo representa uma parcela significativa dos custos totais de transporte . Optou-se , neste trabalho , por estimar uma regressão que fornecesse o valor deste frete .

As simplificações necessárias , hipóteses assumidas na estimativa e análise dos resultados obtidos nesta regressão estão detalhadas no capítulo que se segue .

#### 4 - DETERMINAÇÃO DO FRETE MARÍTIMO

Existe hoje um grande número de empresas de navegação operando o transporte marítimo de mercadorias , disputando o mercado internacional em áreas conferenciadas ou não . Por conseguinte , são diversas as tabelas de frete marítimo existentes para cada região , geralmente itemizadas por mercadorias , em conformidade com a NBM .

Considerando-se a dificuldade em conhecer a empresa de navegação que efetuou o transporte de um lote de carga para determinada região e , conseqüentemente , a tabela de frete empregada , e dada ainda a impossibilidade de caracterizar o produto com o detalhamento habitualmente exigido por tais tabelas, optou-se por estimar um modelo de regressão linear para o cálculo do frete marítimo. Espera-se obter , com este processo, resultados mais satisfatórios e de uma forma mais operacional do que aqueles que se atingiria com a adoção de um valor de frete médio de todas as tabelas para cada grupo de produtos em questão.

##### 4.1 - COMPOSIÇÃO DO FRETE

De acordo com o boletim informativo publicado pela SUNAMAM (vide bibliografia no. 11) , o frete marítimo constitui-se de elementos básicos , e de alguns adicionais e sobretaxas estipulados com base em características especiais da mercadoria , da operação específica ou da rota , conforme se detalha a seguir.

a - componentes principais , de caráter permanente :

- . frete básico : valor básico por tonelada ou metro cúbico
- . taxa ad valorem : percentagem sobre o valor FOB da mercadoria. Pode substituir o frete básico ou complementar

seu valor.

. sobretaxa de combustível ( bunker surcharge ) : equivale a uma percentagem sobre o frete básico ou a um valor pré-estabelecido , na mesma moeda do frete básico.

. adicional de porto : valor na mesma moeda do frete básico , cobrado para operação em portos considerados "secundários" para um tráfego específico.

. taxa para volumes pesados ( heavy lift ) : valor adicional cobrado para transporte de cargas excessivamente pesadas , que exijam condições especiais de movimentação e/ou acomodação.

. taxa para grandes dimensões ( long length ) : valor adicional cobrado para transporte de volumes cujas dimensões impliquem em tratamento especial.

b - componentes secundários , de caráter temporário:

. sobretaxa de risco de guerra.

. sobretaxa de congestionamento do porto.

. fator de ajuste cambial.

c - componentes secundários , associados à rota ou à operação:

. taxa para travessia do Canal do Panamá.

. taxa para transbordo da mercadoria.

Este conjunto de informações estabelecem as bases para a busca da melhor configuração para o modelo desejado.

## 4.2 - ELABORAÇÃO DA BASE DE DADOS

A coleta de dados para estimativa dos parâmetros da regressão teve início com um sorteio aleatório de 20% dos registros contidos no arquivo EXPORT.DBF . A partir do número de atracação associado a cada registro sorteado, foram localizadas todas as guias de exportação de produtos embarcados no navio correspondente , nos relatórios de navios arquivados pela CDRJ . Destas guias foram extraídos todos os dados utilizados na estimação da regressão linear , à exceção do valor FOB unitário do produto , que foi obtido da base de dados sobre características da mercadoria .

Inicialmente , de forma coerente com a informação fornecida pela SUNAMAM , cogitou-se analisar a influência de adicionais de porto , de rota e de volumes pesados na composição final do frete, empregando variáveis dummy no modelo a ser estimado. Entretanto , devido à baixa representatividade de registros com tais características na amostra sorteada , estas variáveis não puderam ser consideradas . Também não se avaliou a influência da taxa de grandes dimensões , já que as medidas dos volumes não estavam disponíveis. Acredita-se , contudo , não ter havido grande perda de poder de explicação do modelo , devido à desconsideração das taxas associadas às dimensões e peso do volume , uma vez que estes valores , embora citados nas tarifas de frete , raramente são efetivamente cobrados.

### 4.3 - A ESPECIFICAÇÃO DO MODELO

Não tendo sido satisfatórios os resultados obtidos pela estimativa de um modelo de frete marítimo linear, decidiu-se estimar um modelo com a forma log-linear com a seguinte configuração :

$$\text{FREUNI} = B_0 \cdot \text{PESLIQ}^{B_1} \cdot \text{DISTAN}^{B_2} \cdot \text{DENSID}^{B_3} \cdot \text{FOBMED}^{B_4}$$

onde :

FREUNI = valor do frete, em dolar por tonelada

PESLIQ = peso líquido total do lote, em quilograma

DISTAN = distância entre o porto do Rio de Janeiro e o porto de destino, em milhas náuticas

DENSID = densidade média do grupo a que pertence a mercadoria, em kg/m<sup>3</sup>

FOBMED = valor FOB médio do grupo a que pertence o produto, em US\$ / kg

e B<sub>0</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub> são os coeficientes a serem estimados pelo modelo. Aplicando-se o logaritmo natural a ambos os termos da equação, obtém-se a forma linear da função

$$\ln \text{FREUNI} = \ln B_0 + B_1 \cdot \ln \text{PESLIQ} + B_2 \cdot \ln \text{DISTAN} + B_3 \cdot \ln \text{DENSID} + B_4 \cdot \ln \text{FOBMED}$$

que foi empregada na estimação dos coeficientes, cujos valores são apresentados no Quadro V, sendo B<sub>0</sub>' = ln(B<sub>0</sub>). Os resultados dos testes estatísticos associados a estes parâmetros estimados podem ser vistos no Quadro VI.

Quadro V - Regressão Linear para Cálculo do Frete Marítimo  
- Parâmetros Estimados e Estatísticas t  
Correspondentes

```

=====
variavel | coeficiente | desvio padrao | estat - t
-----|-----|-----|-----
B0'      | + 5.905600  | 1.978100      | + 2.98550
B1       | - 0.217040  | 0.040719      | - 5.33030
B2       | + 0.332810  | 0.200840      | + 1.65710
B3       | - 0.234510  | 0.109200      | - 2.14740
B4       | + 0.043908  | 0.079762      | + 0.55049
=====

```

Quadro VI - Regressão Linear para Cálculo do Frete Marítimo  
- Testes Estatísticos para o Modelo Estimado

```

=====
R-QUADRADO = 0.403671
R-BARRA QUADRADO = 0.384630
SOMA DOS QUADRADOS DOS ERROS = 42.994100
SOMA DOS QUADRADOS DOS MODELOS = 29.103900
SOMA DOS QUADRADOS TOTAL = 72.098000
ESTADISTICA DURBIN-WATSON (DW) = 1.884570
ESTIMADOR DE CORRELAÇÃO SERIAL DE
PRIMEIRA ORDEM (1-DW/2) = 0.0577174
ESTADISTICA F(4,101) = 17.0924000
DESVIO PADRAO DA REGRESSÃO = 0.6524450
=====

```

#### 4.4 - ANÁLISE DOS RESULTADOS:

O primeiro ponto a ser avaliado no sentido de aceitar ou rejeitar o modelo proposto é a existência de coerência nos sinais dos coeficientes estimados :

- B0': O intercepto positivo caracteriza um valor mínimo por tonelada que deve ser pago pelo dono da carga para que se efetue o transporte marítimo da mesma, independente do peso ou valor do lote, da densidade da mercadoria ou da distância a ser percorrida.

- B1 : O sinal negativo do coeficiente B1 implica em que quanto maior o peso total transportado , menor o valor do frete unitário a ser aplicado , o que caracterizaria um estímulo à exportação de grandes lotes , os quais , eventualmente , Justificariam a escala de um navio em determinado porto.

- B2 : O frete marítimo visa a cobrir custos fixos e variáveis do equipamento de transporte e as despesas portuárias . Os custos de utilização das instalações e equipamentos portuários devem ser rateados proporcionalmente entre os usuários cujos lotes serão movimentados naquele porto. Por custos variáveis do equipamento de transporte entende-se primordialmente consumo de combustível . Já os custos fixos correspondem à amortização do valor deste equipamento ao longo de sua vida útil. Ambos podem ser traduzidos em uma quantia a ser paga por dia de utilização do equipamento pelo usuário . Assim , quanto mais distante for o porto de destino , maior o tempo de viagem e , conseqüentemente , maior o frete a ser pago por tonelada transportada . Este fato fica caracterizado no modelo pelo sinal positivo de B2.

- B3 : Habitualmente, o frete para cargas de baixa densidade é calculado sobre o volume ocupado pelas mesmas , devido à sua elevada cubagem em relação ao peso. Em contrapartida , cargas de alta densidade têm seu frete calculado proporcionalmente ao peso total do lote. Portanto , o valor unitário do frete decresce com

O aumento da densidade do produto , o que é caracterizado na regressão estimada pelo sinal negativo do coeficiente B3.

- B4 : O alto valor comercial da mercadoria transportada implica em taxas de seguro elevadas a serem pagas para transporte da mesma , o que é repassado ao exportador/importador através de acréscimos no valor do frete unitário diretamente proporcionais ao valor da carga. Explica-se , desta maneira , o sinal positivo de B4.

A implicação da adoção de unidades de peso diferentes para a variável dependente FREUNI e para as variáveis independentes PESLIQ e FOBMED resume-se ao deslocamento do intercepto da reta estimada no sentido negativo do eixo , não influenciando , portanto , na inclinação da mesma .

Os resultados da estatística t , que verifica individualmente o poder que cada variável independente tem de explicar uma parcela da variável dependente do modelo , foram bastante significativos para a constante do modelo e para os coeficientes das variáveis PESLIQ e DENSID , caracterizando a influência efetiva de tais variáveis na determinação dos valores de frete.

O coeficiente da variável DISTAN apresentou valor absoluto representativo em relação aos atribuídos aos demais coeficientes. A estatística t correspondente , entretanto , poderia ser considerada pouco significativa , por apresentar valor inferior ao valor crítico de 1.96 , adotado para grandes amostras , com

nível de significância de 5%. Tal fato geraria, inicialmente, uma propensão a aceitar a hipótese nula ( $B_2=0$ ), o que significaria admitir que a distância a ser percorrida não exerce influência no cálculo do frete marítimo. Entretanto, considerando-se o valor representativo atribuído ao coeficiente, a correção do sinal e o fato da estatística  $t(1.6571)$  aproximar-se bastante do valor crítico (1.96), tal variável será, a princípio, mantida no modelo.

O coeficiente de FOBMED, apesar de apresentar sinal correto, assume valor absoluto pouco significativo na composição do valor final, e estatística  $t$  com resultado bastante inferior ao valor considerado crítico, o que poderia induzir à aceitação da hipótese nula, excluindo a variável do modelo.

O valor da estatística  $F(4,101)$  (17.0924) deixa bem caracterizado o fato de que o conjunto de variáveis considerado tem efetivamente poder de explicar uma parcela da variável dependente, por ser bastante superior aos valores críticos para os mesmos graus de liberdade, com nível de significância de 5% e 1%, respectivamente, 2.4592 e 3.5084.

As estatísticas R-QUADRADO e R-BARRA-QUADRADO medem a proporção da variação da variável dependente que é explicada pela regressão. Apesar de apresentar valores relativamente baixos para estas estatísticas, o modelo pode ser tido como satisfatório, dado que foi estimado a partir de dados de uma cross-section, onde são comuns grandes variações entre unidades individuais de observação, o que habitualmente não ocorre com dados de séries históricas.

Uma vez analisados os valores , sinais e estatísticas dos coeficientes estimados , faz-se agora necessário verificar se os pressupostos básicos de erros não correlacionados , com valor esperado zero e variância constante não são violados.

A existência de heterocedácia em modelos estimados a partir de séries temporais não é habitual , visto que alterações ocorridas na variável dependente e alterações em uma ou mais variáveis independentes apresentam , via de regra , a mesma magnitude. Em se tratando , contudo , de modelos estimados com base em dados de cross-section , faz-se primordial verificar a existência de heterocedácia , que é bastante provável , já que o modelo lida com amostras provenientes de grupos diversos com características individuais distintas.

A presença de heterocedácia no modelo implica em uma ponderação implícita das observações , quando da utilização do método dos mínimos quadrados ordinários . Já que este método atribui o mesmo peso a todas as observações , existindo heterocedácia , quanto maior for a variância da distribuição do erro associado a uma observação , maior peso ela terá na estimativa . Devido à essa ponderação implícita , os parâmetros estimados pelo método dos mínimos quadrados ordinários são consistentes , não viesados , mas não são eficientes , ou seja , não têm variância mínima. Assim sendo , uma vez identificado tal distúrbio , o mesmo deve ser eliminado.

A fim de efetuar uma verificação sobre a presença de heterocedácia no modelo , decidiu-se realizar o teste de Park-Glejser , por ser de fácil aplicação. Basicamente , este teste assume a existência de uma relação funcional linear ou

linearizável entre a variância do resíduo e uma das variáveis do modelo estimado. A partir desse pressuposto, estima-se uma regressão linear do quadrado do erro sobre a variável e efetuam-se testes estatísticos sobre os parâmetros estimados. Se as estatísticas t-Student não forem significativamente diferentes de zero, os resíduos são considerados homocedásticos. Em caso contrário, a função assim estimada pode ser empregada para eliminar do modelo original o efeito de heterocedácia. Devido à uma correlação notada entre o quadrado do resíduo e a variável estimada pelo modelo, aplicou-se a esta variável o teste de Park-Glejser, tomando como melhor estimador do quadrado do resíduo a função:

$$\hat{\epsilon}_i^2 = B_0 + B_1 \cdot \bar{y}_i + B_2 \cdot \bar{y}_i^2$$

Os valores dos parâmetros  $B_0$ ,  $B_1$  e  $B_2$  bem como as estatísticas t correspondentes são apresentados no Quadro VII. Considerando-se o fato de as estatísticas serem significativamente diferentes de zero, embora não superiores ao valor crítico para nível de significância de 5%, assume-se a existência de heterocedácia. O efeito de ponderação das observações gerado pela ausência de variâncias constantes deve, portanto, ser eliminado, a partir de uma reestimação do modelo original, empregando as variáveis iniciais, com seus valores agora divididos por  $\sqrt{\hat{\epsilon}_i^2}$ . Os parâmetros estimados, bem como as estatísticas t correspondentes encontram-se no Quadro VIII. Os coeficientes das variáveis PESLIQ, DENSID e DISTAN apresentam sinais corretos, sendo que  $B_0'$ ,  $B_1$  e  $B_2$  apresentam

estatística t bastante significativa e B3 apresenta o valor desta estatística, embora inferior, bastante próximo ao crítico, não se justificando a eliminação da variável correspondente do modelo. Entretanto, o coeficiente da variável FOBMED (B4) que já no modelo original apresentava-se pouco representativo na composição final do frete, e com estatística t pouco significativa, tem, agora, sinal contrário ao esperado. Devido à sua baixa significância e teste estatístico não significativo, optou-se por eliminar esta variável do modelo e reestimá-lo. O resultado final obtido da estimativa é apresentado no Quadro IX. Os sinais de todos os parâmetros são corretos, todas as estatísticas t associadas são significativas e a configuração final do modelo será:

$$\text{FREUNI} = 668,14 \cdot \text{PESLIQ}^{-0,15515} \cdot \text{DISTAN}^{0,25068} \cdot \text{DENSID}^{-0,30664}$$

QUADRO VII - Teste para Verificação da Existência de Heterocedácia no Modelo de Frete Marítimo Estimado

```

=====
      | coeficiente | desvio padrao | estatistica t
-----|-----|-----|-----
B0 | 4.69520 | 5.88780 | 0.79744
B1 | -2.22040 | 2.31930 | -0.95736
B2 | 0.26742 | 0.22758 | 1.17510
=====

```

QUADRO VIII - Regressão Linear para Cálculo de Frete Marítimo - Modelo Corrigido

```

=====
      | coeficiente | desvio padrao | estatistica t
-----|-----|-----|-----
B0 | 6.841300 | 1.311400 | 5.21680
B1 | -0.152610 | 0.032961 | -4.63010
B2 | 0.234160 | 0.127210 | 1.84070
B3 | -0.331840 | 0.084508 | -3.92680
B4 | -0.032504 | 0.067148 | -0.48406
=====

```

QUADRO IX - Regressão linear para cálculo de frete marítimo - MODELO FINAL

```

=====
      | coeficiente | desvio padrao | estatistica t
-----|-----|-----|-----
B0 | 6.50450 | 1.107400 | 5.8735
B1 | -0.15515 | 0.032418 | -4.7860
B2 | 0.25068 | 0.122080 | 2.0533
B3 | -0.30664 | 0.066323 | -4.6234
=====

```

## 5 - RESULTADOS FINAIS - Análise do Modelo LOGIT Estimado e Principais Conclusões

### 5.1 - ANÁLISE GLOBAL

De posse dos dados anteriormente descritos, estimou-se um modelo LOGIT, na sua forma binária, que fornece a probabilidade de um indivíduo escolher o transporte containerizado ou da forma convencional.

Os Quadros X e XI apresentam os coeficientes estimados e as estatísticas para verificação da significância de cada variável, individualmente, e do modelo como um todo. A configuração final é dada por :

$$P_i(ct) = \frac{1}{1 + e^{(U_{cg} - U_{ct})}}$$

$$U_{ct} = B_0 + B_1 \cdot CUSTOCT + B_2 \cdot DISTAN + B_3 \cdot TAMLOTA + B_4 \cdot TAMLOTB + B_5 \cdot CAPORA + B_6 \cdot CAPORB + B_7 \cdot CAPORC + B_8 \cdot ADIPOR + B_9 \cdot ADIROT$$

$$U_{cg} = B_{10} \cdot CUSTOCG$$

$P_i(ct)$  caracteriza a probabilidade de um indivíduo  $i$  escolher contêiner.  $U_{ct}$  é a função de utilidade da alternativa contêiner e  $U_{cg}$  é a função de utilidade da alternativa carga geral convencional.

As variáveis CUSTOCG e CUSTOCT foram calculadas dividindo-se a soma do custo de transporte da área produtora até o porto de embarque mais custo de capatazia neste porto mais frete marítimo mais custos de consolidação da carga (logicamente, no caso da opção por contêiner) pelo valor FOB total do lote. Conforme explicado na caracterização do modelo teórico, o aspecto da

QUADRO X - Coeficientes do Modelo LOGIT Estimados e Estatísticas t Correspondentes

```

=====
      |   coeficiente   |   desvio padrao   |   estatística t   |
-----|-----|-----|-----|
B0   | - 0.84928       | 0.53462           | - 1.58860         |
B1   | - 2.56850       | 0.72926           | - 3.52210         |
B2   | - 0.59589E-04   | 0.61996E-04      | - 0.96117         |
B3   | 0.11959         | 0.52117E-01      | 2.29460           |
B4   | - 0.23005E-01   | 0.91610E-02      | - 2.51120         |
B5   | 1.71330         | 0.42968           | 3.98740           |
B6   | 0.51712         | 0.46826           | 1.10430           |
B7   | 0.49455         | 0.64570           | 0.76591           |
B8   | - 1.42350       | 0.42708           | - 3.33310         |
B9   | 0.58519         | 0.47154           | 1.24100           |
B10  | -19.59900       | 5.72430           | - 3.42390         |
      |                 |                   |                   |
=====

```

QUADRO XI - Testes Estatísticos de Validação do Modelo LOGIT Estimado

```

=====
LOG VEROSSIMILHANCA EM ZERO           = - 313.9950
LOG VEROSSIMILHANCA NOS COEF. ESTIMADOS = - 248.1390
-2(L(D)-L(B))                         = 131.7130
GRAUS DE LIBERDADE                    = 11
RHO QUADRADO                           = 0.2097
RHO BARRA QUADRADO (AKAIKE)           = 0.1747
SOMA DOS QUADRADOS DOS RESIDUOS       = 165.9299
PERCENTUAL CORRETO                     = 72.62700
=====

```

segurança oferecida por cada alternativa pode ser traduzido na desutilidade que a percentagem que o custo de transporte da origem ao porto de destino representa no valor de venda FOB da mercadoria , quando da escolha daquela alternativa . O coeficiente B10 da variável GUSTOCC (-19.599) , cerca de 7.6 vezes maior em módulo que o coeficiente B1 da variável GUSTOCT (-2.5685 ) vem a confirmar a hipótese de que o custo de transporte seja muito menos relevante na opção do usuário de contêiner do que para o usuário da forma convencional. Os valores bastante significativos das estatísticas t calculadas para os coeficientes estimados implicam na aceitação de que estas variáveis efetivamente interferem na decisão do usuário . Este resultado mostra-se coerente , considerando-se o fato de a contelnerização proporcionar à carga transportada maior segurança contra perdas e avarias .

A variável DISMAR representa a distância marítima entre o porto do Rio de Janeiro e o porto de destino , medida em milhas náuticas . Procurou-se , com a inclusão desta variável na função de utilidade da carga contelnerizada , captar o efeito do tempo de viagem na escolha do usuário , no que diz respeito ao período que a mercadoria encontra-se exposta , sujeitando-se a avarias , perdas , acidentes diversos até chegar ao destino final. De acordo com a proposição do modelo teórico , o coeficiente desta variável deveria apresentar sinal positivo , considerando-se que, para um maior tempo de transporte seria mais interessante a opção por uma forma de acondicionamento que melhor protegesse o produto. Entretanto , uma vez estimado o modelo , o coeficiente da variável DISMAR assumiu sinal negativo, certamente captando um

efeito do aumento relativo do custo de transporte da carga contelnerizada vis a vis o custo de transporte da carga convencional . Este aumento é diretamente proporcional à distância entre os portos de origem e destino , Já que os custos de aluguel das unidades de carga são tão mais elevados quanto maiores são estas distâncias .O valor absoluto do coeficiente , bem como a estatística t calculada são pouco representativos , o que quer dizer que provavelmente esta variável exerça pouca ou nenhuma influência na opção do usuário.

A fim de determinar a maneira como o volume de carga a ser embarcado direciona a escolha do decisor , o tamanho do lote foi desagregado em duas faixas de valores e analisado segundo duas variáveis distintas :

- TAMLOTA , que é igual ao tamanho do lote em TEU's quando este valor é menor que 10 ou igual a zero , nos outros casos;

- TAMLOTB , que é igual ao tamanho do lote em TEU's quando este valor é superior a 10 e zero nos outros casos.

Com esta divisão objetivou-se validar a hipótese do modelo teórico de que para grandes lotes pode ser mais viável embarcar a carga da maneira convencional , em navios adequados e, em se tratando de pequenos lotes , a contelnerização torna-se mais atrativa.

Esta hipótese baseia-se principalmente nas características dos produtos embarcados em grandes lotes ( preponderantemente produtos siderúrgicos , os quais são menos adequados à contelnerização que os demais ) e fica comprovada com base na correção dos sinais dos coeficientes estimados e nas

estatísticas t que asseguram , com nível de significância de 5% , que estes coeficientes não sejam nulos.

As variáveis CAPORA , CAPORB e CAPORC são variáveis dummy , iguais à unidade , respectivamente , quando o porto de destino pertence à categoria 1 , 2 e 3 , conforme explicado no capítulo 4. Para um porto da categoria 4 , todas estas variáveis são iguais a zero . Os valores relativos dos coeficientes estimados (1.7133, 0.51712 e 0.49455 , respectivamente ) indicam que a existência de recursos que permitam a movimentação de contêiner no porto de destino torna esta opção mais atrativa , sendo que a utilidade da alternativa aumenta na proporção em que tais recursos vão se tornando mais especializados. Entretanto , as estatísticas t calculadas asseguram a significância apenas da variável CAPORA , com 95% de confiabilidade , o que implica na aceitação da hipótese de que , com relação aos recursos oferecidos pelo porto de destino , apenas a existência de um terminal de contêiner influencia efetivamente a decisão do usuário.

A caracterização de um porto como secundário está intimamente relacionada com infra-estruturas e processos operacionais não muito eficientes , e a baixos fluxos de carga , o que implica em poucas escalas de navios de uma determinada linha neste porto . Devido às dificuldades operacionais , a produtividade pretendida com a contêinerização da carga não é alcançada . Por outro lado , a baixa frequência de escalas dificulta o retorno das unidades vazias para reutilização . Conseqüentemente , o fato de um lote estar sendo transportado para um porto considerado secundário em determinada região aumenta a desutilidade da contêinerização . Este efeito é captado

Pela variável dummy ADIPOR , que é igual à unidade sempre que um porto for considerado secundário em uma determinada região.

A variável dummy ADIROT foi incluída no modelo com a intenção de avaliar a desutilidade percebida pelo usuário em relação a um dos itens de custos monetários diretos - adicional de rota. No período de 1984 a 1985 , a que se referem os dados , esta taxa era acrescentada ao frete marítimo básico sempre que para chegar ao porto de destino fosse necessário atravessar o Canal do Panamá. Considerando o sinal assumido pelo coeficiente após a estimação do modelo , duas interpretações são passíveis de aceitação : por um lado , pode-se admitir que , sendo o valor do adicional de rota único para carga geral convencional ou contêinerizada , a opção pela segunda represente menor desutilidade devido ao aspecto de segurança inerente ao contêiner. Em contrapartida , pode-se também deduzir que este coeficiente esteja detectando os impactos de um efeito regional na decisão do usuário , uma vez que a variável associa-se , basicamente , aos portos da costa oeste da América do Norte , onde as condições para movimentação de contêiner são bastante favoráveis.

O modelo apresenta , portanto , valores de estatística t bastante aceitáveis para as principais variáveis e o resultado do teste estatístico  $-2(L(0)-L(B))$  , com 11 graus de liberdade (131.713) é significativamente diferente de zero , o que serve de embasamento para rejeição da hipótese nula de que todos os parâmetros sejam iguais a zero, ao nível de significância de 1%. O percentual correto de 72.627 indica que em aproximadamente

72.6% das vezes , o usuário optou pela alternativa para a qual o modelo estimava o maior valor da probabilidade de escolha. Tal percentual não muito elevado de acerto vem a indicar a existência de alguns outros fatores influentes na decisão do usuário que não puderam ser medidos ou identificados. Entretanto , os valores das estatísticas t para os parâmetros estimados indicam que as variáveis utilizadas na estimativa influenciam significativamente a escolha do decisor. Assim, apesar de apresentar um percentual relativamente elevado de erro , o modelo permite analisar o efeito de alterações em variáveis que efetivamente causariam impacto na decisão do usuário.

## 5.2 - ANÁLISE POR CLASSE DE DADOS

Uma vez avaliadas as potencialidades do modelo estimado como um todo , procurou-se analisar os dados segundo categorias específicas , determinando o poder de explicação da escolha do usuário para cada uma destas classes de dados . Calculou-se , para tanto , o valor médio da probabilidade estimada para a alternativa escolhida em cada caso , segundo cada categoria de dados. Valores médios muito inferiores a 50% indicam que , com base nas estimativas efetuadas, o usuário estaria optando de maneira muito improvável , o que caracteriza , conseqüentemente , um baixo poder de explicação do modelo formulado para a escolha do usuário , considerando aquela classe de dados específica. Valores médios próximos de 50% caracterizam a indiferença do usuário ante as alternativas oferecidas , avaliando os parâmetros disponíveis , indicando que a escolha tenha sido feita com base em variáveis outras que não as incluídas no modelo estimado. Valores médios superiores a 50% implicam em bom poder de explicação da opção do usuário a partir das variáveis consideradas na estimação. Os resultados destes testes são apresentados no Quadro XII , a partir do qual pode-se deduzir , primeiramente , que entre todas as classes de mercadorias consideradas , o modelo apresenta menor poder de explicação para os produtos pertencentes aos grupos de produtos químicos diversos (38000) e de máquinas diversas, caldeiras (84000) , o que já era esperado , considerando-se a diversidade de produtos englobados por cada uma destas duas codificações , acarretando uma grande dispersão na distribuição dos valores reais de densidade e de

venda FOB dos lotes em relação às médias consideradas ao longo do estudo.

Com relação ao destino da mercadoria , as melhores estimativas são para cargas exportadas para o Caribe e os menores valores , entretanto bastante satisfatórios , associam-se a exportações para a Europa.

O valor médio das probabilidades estimadas para a alternativa escolhida em cada caso analisado , quando os lotes são provenientes de Salvador é inferior ao desejado . Para lotes oriundos das demais origens produtoras , entretanto , esta probabilidade apresenta valores bastante aceitáveis , sendo as melhores estimativas relativas a cargas exportadas a partir de Recife.

O modelo explica razoavelmente a escolha de usuários cujos lotes destinam-se a portos de categoria 1 . Não se mostra adequado , entretanto , no que diz respeito a cargas enviadas para portos das demais categorias , já que o valor médio das probabilidades estimadas para as alternativas escolhidas é muito inferior a 50% para portos das categorias 2 ( 39.9435 % ) e 3 ( 31.328 % ).

Para os demais grupos de dados , o modelo tem percentual de acerto relativamente elevado .

QUADRO XII - Valores Médios Estimados para a Probabilidade da Opção Escolhida pelo Usuário

Mercadoria (1)	Nº Obs	Probabilidade média	Desvio padrão	Variancia
02000	16	0.74263	0.07705	0.00594
09000	44	0.61927	0.20900	0.04368
21000	24	0.63907	0.18914	0.03577
25000	32	0.65808	0.23057	0.05316
38000	51	0.56152	0.17795	0.03167
39000	16	0.62057	0.20834	0.04341
40000	24	0.64183	0.19264	0.03711
48000	08	0.56251	0.25624	0.06566
68000	08	0.71759	0.29409	0.08649
73000	82	0.65198	0.23395	0.05473
76000	11	0.78188	0.17247	0.02975
84000	65	0.53940	0.24482	0.05993
85000	15	0.70849	0.15026	0.02258
87000	15	0.67577	0.19341	0.03741
98000	42	0.67326	0.16307	0.02659

Destino (2)	Nº Obs	Probabilidade média	Desvio padrão	Variancia
30000	185	0.64723	0.19957	0.03983
40000	9	0.77384	0.24996	0.06248
50000	76	0.63811	0.18727	0.03507
60000	105	0.59254	0.21015	0.04416
70000	53	0.62930	0.28629	0.08196
80000	13	0.59822	0.25684	0.06597
90000	12	0.61306	0.20066	0.04026

Tam. lote	Nº Obs	Probabilidade média	Desvio padrão	Variancia
<= 10 teu	372	0.63104	0.21506	0.04625
> 10 teu	81	0.63155	0.22558	0.05088

(1) - Produtos correspondentes no Anexo II

(2) - Destinos correspondentes no Anexo III

QUADRO XII - Valores Médios Estimados para a Probabilidade da Opção Escolhida pelo Usuário

(continuação)

Origem (3)	Nº Obs	Probabilidade média	Desvio padrão	Variância
14000	3	0.73839	0.13732	0.01886
13700	133	0.65441	0.21838	0.04769
14700	2	0.73213	0.04493	0.00202
16200	8	0.65381	0.20272	0.04110
15000	3	0.82204	0.13229	0.01750
11300	10	0.48332	0.25212	0.06356
11900	24	0.63312	0.23177	0.05372
17400	16	0.69489	0.19166	0.03673
15600	252	0.61314	0.21128	0.04464

Tipo Porto	Nº Obs	Probabilidade média	Desvio padrão	Variância
Primário	422	0.62176	0.21877	0.04786
Secundário	31	0.75870	0.13773	0.01897

Cat. Porto	Nº Obs	Probabilidade média	Desvio padrão	Variância
Categor. A	184	0.69790	0.13610	0.01852
Categor. B	28	0.39943	0.16092	0.02589
Categor. C	6	0.31328	0.12947	0.01676

(3) - Origens correspondentes no Anexo IV

### 5.3 - ELASTICIDADES - ANÁLISE GLOBAL

A elasticidade da variável dependente Y em relação a uma variável independente X1 pode ser definida como a alteração percentual em Y dividida pela alteração percentual em X1 ( $(\Delta Y/Y)/(\Delta X/X)$ ).

Com base neste conceito, foram determinadas as elasticidades da variável dependente  $PI(ct)$  (probabilidade do indivíduo i escolher a alternativa contêiner) em relação a cada uma das variáveis quantitativas do modelo, calculando-se, inicialmente, o valor médio da probabilidade de um indivíduo optar pela contêinerização ( $PI(ct)$ ), com base nos valores iniciais dos parâmetros empregados na estimação do modelo. Em seguida, mantendo inalteradas as outras condições, aumentou-se em 10% o valor de uma das variáveis independentes quantitativas, determinando, então, o novo valor médio das probabilidades estimadas. A elasticidade da variável dependente com relação a esta variável independente cujos valores foram alterados foi então calculada, dividindo-se a variação percentual da variável dependente devido ao acréscimo percentual sofrido pela variável independente por 0.10. De maneira similar, foram determinadas as elasticidades da variável dependente  $PI(cg)$  (probabilidade do indivíduo i escolher a alternativa carga geral convencional) em relação às variáveis independentes quantitativas do modelo.

Este processo foi repetido tantas vezes quantas são as variáveis independentes quantitativas do modelo.

Para as variáveis qualitativas, este tipo de análise não é viável, mas procurou-se, todavia, identificar os impactos

sufridos pelo usuário devido a alterações no nível de serviço oferecido pelos portos de destino, mediante alterações nos valores das variáveis dummy correspondentes, da maneira como se segue. Calculou-se, primeiramente, as probabilidades médias de escolha de contêiner e carga geral estimadas para a situação atual. Para avaliar, por exemplo, o efeito da construção de terminais de contêiner nos portos da categoria 2 na probabilidade do usuário optar pela contêinerização, nas observações para as quais a variável CAPORB assumia inicialmente valor unitário, atribuiu-se a esta variável valor zero e a variável CAPORA para a mesmas observações passou a ser igual à unidade. Efetuadas estas modificações, determinou-se, então, os valores médios para as novas probabilidades estimadas e pôde-se, finalmente, verificar alterações em pontos percentuais na probabilidade de escolha do usuário por uma ou outra opção disponível, a partir de mudanças qualitativas nos portos de destino.

Os resultados encontrados são apresentados nos Quadros XIII e XIV. Como as probabilidades do indivíduo escolher contêiner e carga geral convencional são bastante próximas de 50% (50.11% e 49.89%, respectivamente), os valores das elasticidades também são aproximadamente iguais.

Com base nos resultados encontrados pode-se, inicialmente, concluir que a escolha do usuário mostra-se bastante sensível a mudanças de categoria dos portos de destino. A transformação, por exemplo, dos portos de nível 2 e 3 em portos de nível 1, o que significa a construção de terminais de contêineres naqueles portos, implicaria em um acréscimo de 11.96 pontos percentuais na probabilidade do usuário típico escolher o transporte em

contêiner. O fato de um porto secundário de uma área assumir o nível de porto primário, ou seja, ter aprimoradas condições operacionais e infra-estrutura e, principalmente, aumentado o fluxo de mercadorias, acarreta um acréscimo de 8.64 pontos percentuais na probabilidade do usuário escolher a alternativa contêiner.

Pode-se ainda inferir, com base nas elasticidades das variáveis  $PI(ct)$  e  $PI(cg)$  em relação às variáveis  $CUSTOCC$  e  $CUSTOCT$ , respectivamente,  $-0.108158$  e  $-0.147294$ , que os usuários de carga geral apresentam menor sensibilidade a alterações nos custos de transporte do que os usuários de carga contêinerizada. A explicação para este resultado encontra-se no fato de os custos envolvidos no transporte de carga contêinerizada serem habitualmente mais elevados que os custos de transporte de carga convencional. Assim, aumento nos custos de transporte da carga convencional provavelmente não conseguem, na maioria das vezes, ser suficientemente significativos, de forma a tornar a opção por contêiner mais atrativa. Em contrapartida, acréscimos nos custos desta última podem, com maior facilidade, fazer a opção pela primeira tornar-se mais significativa. Fica assim caracterizada a menor mobilidade dos usuários de carga geral convencional.

Quadro XIII - Elasticidades - Análise Global

PI(ct) = 0.501104                      PI(cg) = 0.498896

```

=====
Var. Quantitativas | Elasticidades PI(ct) | Elasticidades PI(cg)
-----|-----|-----
GUSTOCG           |      0.107682        |      -0.108158
GUSTOCT           |     -0.147294        |       0.147946
TAMLOTA           |      0.098263        |     -0.098697
TAMLOTB           |     -0.036180        |      0.036340
DISMAR            |     -0.119336        |      0.119864
=====

```

Quadro XIV - Variações Percentuais nas Probabilidades de Escolha a partir de Alterações em Variáveis Qualitativas

```

=====
Var. Qualitativas | Variacao Perc. PI(ct) | Variacao Perc. PI(cg)
-----|-----|-----
CAPORA/CAPORB     (1) |      0.094599        |      - 0.095018
CAPORA/CAPORC     (2) |      0.024971        |      - 0.025081
CAPORB/CAPORC     (3) |      0.000393        |      - 0.000395
CAPORA/CAPORB/    (4) |      0.119570        |      - 0.120099
  CAPORC
ADIPOR            (5) |      0.066417        |      - 0.066711
=====

```

- (1) - Considera todos os portos das categorias A e B como portos da categoria A
- (2) - Considera todos os portos das categorias A e C como portos da categoria A
- (3) - Considera todos os portos das categorias B e C como portos da categoria B
- (4) - Considera todos os portos das categorias A , B e C como portos da categoria A
- (5) - Considera todos os portos como primários

#### 5.4 - ELASTICIDADES - ANÁLISE POR CLASSE DE DADOS

Efetuada as análises das elasticidades do modelo como um todo , iniciou-se , então , o detalhamento da análise das principais variáveis quantitativas consideradas , quais sejam , CUSTOCT , CUSTOCC , TAMLOTA e TAMLOTB , segundo dados agrupados por mercadoria , por origem e por destino. Os resultados apresentados no Quadro XV indicam que as mercadorias que o usuário mais provavelmente transportaria em contêiner pertencem ao grupo 09000 - Café, Chá e Especiarias - (  $PI(CT) = 0.64447$  ), que são produtos de elevado valor comercial e com requisitos especiais de estivagem .

Em contrapartida , as mercadorias com menor probabilidade de serem transportadas em contêineres pertencem ao grupo 48000 - Artigos de Papel - (  $PI(CT) = 0.37948$  ) . Habitualmente , artigos pertencentes a este grupo são transportados em bobinas que , por serem de grandes dimensões e de fácil manuseio , não implicam , quando exportadas em pequenas quantidades , em grande utilidade obtida pela contêinerização . Em se aumentando , contudo , o tamanho do lote a ser transportado , a utilidade percebida pela contêinerização também aumenta . Este fato fica caracterizado pela elevada elasticidade da variável dependente  $PI(ct)$  em relação à variável TAMLOTA quando se trata deste grupo de mercadorias ( $e=0.185253$ ). Os usuários do transporte na forma convencional mais sensíveis a variações na variável TAMLOTA são os exportadores de café ( $e=-0.20673$ ) , o que significa que , em se aumentando o tamanho do lote , a opção pela contêinerização torna-se mais atrativa para uma parcela significativa de exportadores .

Em contrapartida , os exportadores de alumínio e suas ligas (grupo 76000) apresentam as menores elasticidades das variáveis  $PI(ct)$  e  $PI(cg)$  em relação à variável TAMLOTA ( respectivamente , 0.05411 e -0.04613 ). Os produtos contidos neste grupo mais provavelmente seriam transportados da forma convencional ( $PI(cg)=0.53983$ ) e considerando-se a grande elasticidade da variável  $PI(ct)$  em relação a variações da variável TAMLOTB ( $e=-0.110828$ ) , conclui-se que quanto maior o tamanho do lote a ser transportado , todas as outras condições permanecendo inalteradas, menos provavelmente o exportador destes produtos utilizaria contêiner.

O grupo menos sensível a variações na variável TAMLOTB é o de código 02000 - Carnes - , cujos exportadores mais provavelmente utilizariam contêiner . Esta conclusão é bastante coerente , considerando-se que estes produtos são , na maior parte das vezes , frigorificados , requerendo , portanto , condições especiais de estivagem e armazenagem que são bem asseguradas pelo contêiner.

Com relação a alterações nos custos de transporte da carga convencional , o grupo de matérias plásticas , resinas , polietileno e polipropeno (39000) que mais provavelmente seria transportado dessa maneira , apresenta as menores elasticidades . As mercadorias pertencentes ao grupo de produtos siderúrgicos (73000) , têm menor probabilidade de serem contêinerizadas que de serem embarcadas da forma convencional . Assim , os exportadores destes produtos , usuários do contêiner , apresentam grande sensibilidade em relação a variações nos custos de transporte da

forma convencional ( $e=0.205091$ ).

Os exportadores de artigos manufaturados ( grupo 98000 ) mais provavelmente embarcariam seus produtos containerizados . Entretanto , mostram-se bastante sensíveis a variações nos custos de transporte da carga em contêiner ( $e=-0.466025$ ) . Em contrapartida , os exportadores de Maquinas e Aparelhos Elétricos ( grupo 85000 ) , que mais provavelmente transportariam seus produtos da forma convencional , apresentam a menor sensibilidade a variações nos custos da carga containerizada.

Analisando-se as probabilidades de escolha do indivíduo segundo a origem produtora , verifica-se que os lotes exportados a partir do Recife são os que mais provavelmente seriam containerizados. Já a carga proveniente de Salvador , dentre todas as origens analisadas , é a que apresenta maior probabilidade de ser exportada da forma convencional. Fazendo-se esta mesma análise com relação à área de destino , observa-se que cargas destinadas ao Caribe mais provavelmente são transportadas da forma convencional , ao passo que para a América do Norte e Golfo do México a maior probabilidade é de que as cargas sejam containerizadas , conforme esperado , considerando-se o nível de serviço dos portos de cada uma destas regiões .

O Quadro XV indica , ainda , grandes variações nas elasticidades da variável dependente em relação às variáveis CUSTOCT , CUSTOCG , TAMLOTA e TAMLOTB , para as observações agrupadas segundo a origem produtora e a região de destino , que poderão ser explicadas por estudos posteriores aplicados a cada uma destas regiões específicas.

Quadro XV - Elasticidades - Análise por Classes de Dados

Mercadoria	PI(ct)	Pct.TAMLOTB	Pcg.TAMLOTB	Pct.TAMLOTA	Pcg.TAMLOTA	Pct.CUSTOCT	Pcg.CUSTOCT	Pct.CUSTOCB	Pcg.CUSTOCB
02000	0.64399	-0.00342	0.00618	0.08742	-0.15814	-0.05326	0.09634	0.07158	-0.12949
09000	0.64447	-0.01536	0.02785	0.11405	-0.20673	-0.05213	0.09451	0.07681	-0.13923
21000	0.53378	-0.08655	0.09909	0.08206	-0.09395	-0.09779	0.11196	0.07194	-0.08236
25000	0.40907	-0.01027	0.00711	0.09680	-0.06701	-0.16940	0.11727	0.16183	-0.11203
38000	0.52460	-0.02173	0.02398	0.09628	-0.10623	-0.07644	0.08435	0.07224	-0.07972
39000	0.40481	-0.06472	0.04402	0.07386	-0.05023	-0.05064	0.03444	0.02371	-0.01613
40000	0.48926	-0.02248	0.02157	0.12406	-0.11885	-0.07481	0.09124	0.05273	-0.05051
48000	0.37948	-0.03057	0.01869	0.18525	-0.11329	-0.11147	0.06817	0.09195	-0.05012
68000	0.49069	-0.01977	0.01904	0.12187	-0.11741	-0.10067	0.09699	0.09762	-0.09405
73000	0.48515	-0.07049	0.06643	0.10636	-0.10022	-0.18674	0.17597	0.20509	-0.19326
76000	0.46017	-0.11083	0.09447	0.05411	-0.04613	-0.09062	0.07725	0.07780	-0.06632
84000	0.43622	-0.01284	0.00993	0.09398	-0.07272	-0.12883	0.09968	0.05066	-0.03920
85000	0.42520	-0.05833	0.04314	0.07902	-0.05845	-0.02987	0.02209	0.02493	-0.01844
87000	0.51404	-0.10057	0.10763	0.09377	-0.09918	-0.18170	0.19220	0.14765	-0.15619
98000	0.55276	-0.00778	0.00961	0.08213	-0.10151	-0.46602	0.57598	0.16680	-0.20615

(códigos de mercadorias correspondentes no Anexo II)

Destino	PI(ct)	Pct.TAMLOTB	Pcg.TAMLOTB	Pct.TAMLOTA	Pcg.TAMLOTA	Pct.CUSTOCT	Pcg.CUSTOCT	Pct.CUSTOCB	Pcg.CUSTOCB
30000	0.60342	-0.04226	0.06430	0.07673	-0.11675	-0.15843	0.24106	0.10706	-0.16289
40000	0.13344	0.0	0.0	0.33573	-0.05170	-0.07119	0.01096	0.23156	-0.03566
50000	0.32509	-0.02245	0.01082	0.15196	-0.07319	-0.14519	0.06993	0.11966	-0.05764
60000	0.60074	-0.02280	0.03431	0.09188	-0.13825	-0.11020	0.15716	0.07424	-0.11171
70000	0.29447	-0.06860	0.02863	0.13923	-0.05811	-0.24281	0.10134	0.22956	-0.09581
80000	0.33270	-0.03637	0.01813	0.08957	-0.04466	-0.10911	0.05440	0.05290	-0.02637
90000	0.53740	-0.04150	0.04821	0.19240	-0.22352	-0.13193	0.15326	0.12021	-0.13965

(códigos de destinos correspondentes no Anexo III)

Origem	PI(ct)	Pct.TAMLOTB	Pcg.TAMLOTB	Pct.TAMLOTA	Pcg.TAMLOTA	Pct.CUSTOCT	Pcg.CUSTOCT	Pct.CUSTOCB	Pcg.CUSTOCB
14000	0.47562	0.0	0.0	0.08767	-0.07952	-0.10996	0.09974	0.27543	-0.24982
13700	0.55501	-0.04612	0.05753	0.09603	-0.11978	-0.11423	0.14248	0.12486	-0.15573
14700	0.73213	0.0	0.0	0.07334	-0.20047	-0.05026	0.13738	0.09042	-0.24713
16200	0.54790	-0.02884	0.03495	0.06333	-0.07675	-0.14674	0.17784	0.12612	-0.15284
15000	0.82204	0.0	0.0	0.02676	-0.12362	-0.06873	0.31749	0.11848	-0.54731
11300	0.42014	0.0	0.0	0.12791	-0.09315	-0.09421	0.06861	0.14523	-0.10577
11900	0.65312	-0.04180	0.07870	0.09340	-0.17585	-0.05206	0.09802	0.07962	-0.14991
17400	0.50465	-0.03963	0.03855	0.07274	-0.07407	-0.13954	0.14109	0.11436	-0.11646
15600	0.45759	-0.03103	0.02618	0.10359	-0.08739	-0.18728	0.15300	0.09550	-0.08057

(códigos de origem correspondentes no Anexo IV)

## **ANEXOS**

- ANEXO I -

Estrutura dos Arquivos Criados e Descrição das Variáveis

ARQUIVO EXPORT.DBF

Armazena a base de dados inicial - Exportação pelo Porto do Rio de Janeiro .

a - ESTRUTURA

N°	NOME DA VARIÁVEL	TIPO	TAMANHO	DECIMAIS
001	MES	C	02	
002	ANO	C	02	
003	ATRACACAO	C	04	
004	DESTINO	C	05	
005	EMBALAGEM	C	02	
006	MERCAD	C	05	
007	VOLUMES	N	05	
008	PESO	N	09	
009	VALOR	N	10	
010	ORIGEM	C	05	
011	VALFOB	N	10	02
TOTAL			59	

b - DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS

001 - MES : contém o mês em que ocorreu a movimentação da mercadoria em questão.

002 - ANO : contém o ano em que ocorreu a movimentação desta mercadoria.

003 - ATRACACAO : contém o número de atracação atribuído a

- uma embarcação quando esta dá entrada no porto.
- 004 - DESTINO : contém o código do porto de destino da mercadoria embarcada , adotado pela Portobrás , conforme Anexo IV.
- 005 - EMBALAGEM : contém o código da embalagem utilizada no embarque da mercadoria, considerando-se inclusive contêiner como tal. Assim , por exemplo , engradados paletizados , embarcados em contêiner , receberão o código correspondente a este último (vide Anexo VII ).
- 006 - MERCAD : contém o código da mercadoria , de acordo com a NBMAP , que se assemelha à NBM de cinco dígitos ( vide Anexo II ) .
- 007 - VOLUMES : contém o número de volumes movimentados da embalagem codificada.
- 008 - PESO : contém o peso total do lote , em quilogramas.
- 009 - VALOR : contém o valor FOB total da mercadoria , convertido para cruzeiros.
- 010 - ORIGEM : contém o código do estado de origem da mercadoria , utilizado pela Portobrás (vide Anexo V) .
- 011 - VALFOB : contém o valor FOB/kg , em dolar , da mercadoria . Esta variável foi calculada dividindo-se VALOR por PESO e o resultado desta operação pela cotação média do dolar no mês e ano correspondentes ao registro .

## ARQUIVO FRECON.DBF

Armazena dados sobre custos de contêinerização (CLASSE 1).

### a - ESTRUTURA

N°	NOME DA VARIÁVEL	TIPO	TAMANHO	DECIMAIS
001	CONFER	C	3	
002	TAMAN	C	2	
003	TIPO	N	1	
004	DESOVA	N	1	
005	VARFRE	N	5	2
006	FREMIN	N	8	2
007	ALUGUEL	N	8	2
008	ANO	C	2	
TOTAL			30	

### b - DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS

001 - CONFER : contém um código que associa os valores contidos no registro a uma conferência de frete , acordo bilateral , linha ploneira ou área não conferenciada ( vide Anexo II ).

002 - TAMAN : contém o tamanho do contêiner em questão . Será sempre igual a 20 ou 40 , que são os tamanhos existentes nos registros contidos no Arquivo EXPORT.DBF .

003 - TIPO : variável utilizada sempre que houver taxas

distintas para contêlneres de mesma dimensão , devido a particularidades dos mesmos , ou da mercadoria .

004 - DESOVA : variável que codifica simultaneamente os locais de consolidação e desova do contêlner. Será igual a 1 ( um ) para local desconhecido , 2 ( dois ) para contêlner H/H , 3 ( três ) para contêlner H/P , 4 ( quatro ) para contêlner P/H e 5 ( cinco ) para contêlner P/P.

005 - VARFRE : nesta variável estão armazenadas variações percentuais incidentes sobre o frete básico , conforme os locais de desconsolidação e/ou desova de contêlner.

006 - FREMIN : contém o valor em dolar do frete básico mínimo pago pelo transporte da mercadoria em contêlner.

007 - ALUGUEL : contém o valor , em dolar , do aluguel a ser pago pelo contêlner.

008 - ANO : contém o ano de validade dos valores contidos no registro .

## ARQUIVO PORTOS.DBF

Armazena dados para caracterização dos portos de destino  
( CLASSE 2 ) .

### a - ESTRUTURA

Nº	NOME DA VARIÁVEL	TIPO	TAMANHO	DECIMAIS
001	PORTO	C	5	
002	NOME	C	15	
003	CONFER	C	3	
004	DISTAN	N	6	
005	OBSER1	C	2	
006	OBSER2	C	2	
007	NIVEL1	N	1	
008	NIVEL2	N	1	
009	NIVEL3	N	1	
010	ADIPOR	C	1	
TOTAL			37	

### b - DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS

- 001 - PORTO : contém o código identificador do porto de destino , adotado pela Portobrás .
- 002 - NOME : contém o nome do porto de destino .
- 003 - CONFER : contém o código da Conferência de Frete à qual o porto pertence , conforme Anexo III
- 004 - DISTAN : contém a distância , em milhas náuticas , entre o porto em questão e o Porto do Rio de Janeiro.

- 005 - OBSER1 : contém códigos de locais de passagem do navio no percurso considerado para cálculo da distância entre portos.
- 006 - OBSER2 : contém códigos de locais de passagem do navio no percurso considerado para cálculo da distância entre portos.
- 007 - NIVEL1 : variável lógica que caracteriza , num porto , a existência de terminais especializados para movimentação de contêiner ( categoria 1 ).
- 008 - NIVEL2 : variável lógica que caracteriza , num porto , a existência de equipamentos especializados para movimentação de contêiner ( categoria 2 ).
- 009 - NIVEL3 : variável lógica que caracteriza , num porto , a existência de equipamentos não especializados , com capacidade para movimentação de contêiner ( categoria 3 ).
- 010 - ADIPOR : variável lógica , que será igual a um sempre que for cobrada taxa adicional ao frete da mercadoria, devido ao fato do porto de destino ser considerado secundário .

## ARQUIVO MERCAD.DBF

Armazena dados sobre os produtos exportados pelo Porto do Rio de Janeiro ( CLASSE 3 ) .

### a - ESTRUTURA

N°	NOME DA VARIÁVEL	TIPO	TAMANHO	DECIMAIS
001	NBM	C	8	
002	DISCRI	C	30	
003	PESOKG	N	15	
004	USSFOB	N	15	
005	NBMAP	C	5	2
006	FOBUNI	N	10	2
007	DENSID	N	6	
TOTAL			89	

### b - DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS

001 - NBM : contém o código da NBM associado à mercadoria.

002 - DISCRI : contém a discriminação da mercadoria.

003 - PESOKG : contém o peso total do lote em quilograma.

004 - USSFOB : contém o valor FOB , em dolar , do lote.

005 - NBMAP : contém o código da NBMAP associado à mercadoria , conforme Anexo II .

006 - FOBUNI : contém o valor FOB unitário da mercadoria em dolar por kg.

007 - DENSID : contém a densidade da mercadoria , em kg/m3.

## ARQUIVO MERFIN.DBF

Armazena as características dos grupos de mercadorias  
( CLASSE 4 ) .

### a - ESTRUTURA

N°	NOME DA VARIÁVEL	TIPO	TAMANHO	DECIMAIS
001	NBMAP	C	5	
002	DENMED	N	10	2
003	FOBUNI	N	10	2
TOTAL			25	

### b - DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS

- 001 - NBMAP : contém o código da NBMAP associado á mercadoria.
- 002 - DENMED : contém a densidade média , em kg/m<sup>3</sup> , do grupo de produtos englobados pelo código da NBMAP.
- 003 - FOBUNI : contém o valor FOB médio , em dolar/kg , do grupo de produtos englobados pelo código da NBMAP.

ARQUIVO TARPOR.DBF

Armazena valores da tarifa portuária ( CLASSE 5 ) .

a - ESTRUTURA

N°	NOME DA VARIÁVEL	TIPO	TAMANHO	DEGIMAIS
001	MES	C	2	
002	ANO	C	2	
003	CODIGO	C	6	
004	VALGRU	N	10	2
005	VALDOL	N	10	2
TOTAL			30	

b - DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS

001 - MES : contém o mês de validade da taxa tarifária.

002 - ANO : contém o ano de validade da mesma.

003 - CODIGO : contém o código da tarifa , conforme discriminado no Anexo VI .

004 - VALGRU : contém o valor da taxa em cruzeiros.

005 - VALDOL : contém o valor da taxa em dolar.

## ARQUIVO TARROD.DBF

Armazena dados para o cálculo do transporte rodoviário da origem produtora ao porto do Rio de Janeiro ( CLASSE 6 ) .

### a - ESTRUTURA

N°	NOME DA VARIÁVEL	TIPO	TAMANHO	DECIMAIS
001	TAR	C	3	
002	FREPES	N	6	
003	VAL	N	3	1
004	FREIND	N	6	
005	FREMAS	N	6	
006	FREVIN	N	8	
007	FREQUA	N	8	
008	VALIDA	C	4	
TOTAL			44	

### b - DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS

001 - TAR : contém o código da tarifa correspondente à origem da mercadoria .

002 - FREPES : frete peso em cruzelro aplicável á carga , por tonelada transportada .

003 - VAL : porcentagem do valor FOB da mercadoria a ser cobrado pelo transporte da mesma .

004 - FREIND : frete em cruzelro cobrado pelo transporte de cargas industriais . Incide sobre a tonelagem movimentada .

- 005 - FREMAS : frete em cruzeiros cobrado pelo transporte de grandes massas . Incide sobre a tonelagem movimentada.
- 006 - FREVIN : frete em cruzeiros cobrado pelo transporte de contêiner de 20'.
- 007 - FREQUA : frete em cruzeiros cobrado pelo transporte de contêiner de 40'.
- 008 - VALIDA : mês e ano de validade da taxa .

ARQUIVO REGRES.DBF

Armazena dados para estimação da regressão do frete marítimo  
( CLASSE 8 ) .

a - ESTRUTURA

N°	NOME DA VARIÁVEL	TIPO	TAMANHO	DECIMAIS
001	PAISDES	C	5	
002	ORIGEM	C	2	
003	PORTO	C	5	
004	QTDE	N	9	
005	ESPECIE	C	2	
006	NBMAP	C	5	
007	PESLIQ	N	15	3
008	PESBRU	N	15	3
009	VALFOB	N	15	2
010	FRETE	N	10	2
011	SEGURO	N	10	2
012	ATRAC	C	4	
013	DENSID	N	10	2
014	DISTAN	N	5	
015	ADIPOR	C	1	
016	HEAVY	C	1	
017	ADIROT	C	1	
018	FOBMED	N	10	2
TOTAL			125	

**D - DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS**

- 001 - PAISDES : contém o nome do país de destino da mercadoria.
- 002 - ORIGEM : contém a sigla do estado produtor da mercadoria ( vide Anexo V ).
- 003 - PORTO : contém o código do porto de destino da mercadoria , empregado pela Portobrás , conforme Anexo IV .
- 004 - QTDE : contém o número de volumes embarcados.
- 005 - ESPECIE : contém o código do tipo de volume embarcado, conforme Anexo VII
- 006 - NBMAP : contém o código da mercadoria , segundo a NBMAP ( vide Anexo II ).
- 007 - PESLIQ : contém o peso líquido do lote.
- 008 - PESBRU : contém o peso bruto do lote.
- 009 - VALFOB : contém o valor FOB do lote , em dolar , declarado na guia de exportação .
- 010 - FRETE : contém o valor em dolar do frete marítimo pago pelo exportador para o transporte do produto , quando este encontra-se incluído no contrato de venda.
- 011 - SEGURO : contém o valor do seguro pago pelo exportador, em dolar , quando este item for componente do contrato de venda.
- 012 - ATRAC : contém o número de atracação associado ao navio que retirou a mercadoria do porto do Rio de Janeiro.
- 013 - DENSID : contém a densidade média , em kg/m<sup>3</sup> , dos

Produtos englobados pelo código da NBMAP em que se enquadra a mercadoria , conforme dados do Arquivo MERFIN.DBF.

014 - DISTAN : contém a distância , em milhas náuticas , entre o porto de destino e o porto do Rio de Janeiro , obtida do Arquivo PORTOS.DBF.

015 - ADIPOR : variável lógica , igual à unidade sempre que for cobrada uma taxa adicional ao frete marítimo básico , devido ao fato de o destino ser um porto considerado secundário .

016 - HEAVY : variável lógica , igual à unidade sempre que o peso médio dos volumes do lote for superior a 10.000 kg.

017 - ADIROT : variável lógica , igual à unidade sempre que para atingir o porto de destino houver necessidade de atravessar o Canal do Panamá , conforme a rota determinada pelas empresas conferenciadas.

018 - FOBMED : contém o valor FOB médio , em dolar , dos produtos englobados pelo código da NBMAP em que se enquadra o produto.

- ANEXO II -

**Codificação das Mercadorias segundo a NBMAP**

- Características médias do grupo -

NBMAP	Descrição	Densidade Média	Valor FOB Unitário
02000	Carne em geral	781.10	1.57
09010	Café em grão	478.98	1.88
09020	Chá	319.32	3.76
09109	Pimenta, Canela, Especiarias	397.64	2.23
21021	Café solúvel	415.11	3.74
21071	Sucos diversos	795.79	4.58
21072	Doces, caramelos	303.35	0.73
25060	Quartzo, cristal de rocha	1596.60	4.41
25150	Mármore	1620.92	0.15
25160	Granito	1596.97	0.73
25320	Matérias primas minerais	1501.25	0.92
38110	Inseticida, fungicida, desinfetante	750.40	2.53
38199	Produtos químicos diversos	777.77	1.58
39000	Matérias plásticas, resinas	706.23	7.41
39040	Poliétileno, polipropeno	750.40	1.20
40020	Borracha sintética	574.40	15.84
40111	Pneumático	207.55	4.23
48210	Artigos de Papel	358.35	7.75
68111	Azulejo, ladrilho, guarnições	941.99	4.63
68161	Material de construção	1378.36	2.61

NBMAP	Descrição	Densidade Média	Valor FOB Unitário
68169	Manufaturas de minerais não metálicos	1976.17	3.70
73020	Ferro , aço e suas ligas	4986.79	1.49
73100	Barra de ferro ou aço , fio máquina	3335.18	0.46
73130	Chapa	3979.95	0.54
73140	Arame , fio de ferro ou aço	1101.66	0.43
73251	Artigos de ferro e aço	1459.06	15.04
73261	Arame farpado	1101.66	0.45
73110	Perfis	1181.49	0.27
73132	Folha de flandre	3831.86	0.44
73301	Tambor vazio	239.49	3.80
73061	Lingote de ferro , aço comum	2714.23	0.16
76000	Alumínio e suas ligas	1471.21	2.45
84000	Máquinas diversas , caldeiras	398.41	13.69
85000	Máquinas, aparelhos elétricos pertencentes , acessórios	370.31	39.48
87000	Veículos automotores	250.86	6.05
98000	Artigos manufaturados diversos	160.62	35.18

- ANEXO III -

Codificação das Conferências de Frete , Acordos Bilaterais ,  
Linhas Pioneiras e Áreas não Conferenciadas

Código	Área
011	Conferência Interamericana de Fretes - Área americana
012	Conferência Interamericana de Fretes - Área canadense ( Montreal )
013	Conferência Interamericana de Fretes - Área de Porto Rico e Ilhas Virgens
014	Conferência Interamericana de Fretes - Área canadense ( Toronto )
020	Conferência Costa do Pacífico , Rio da Prata , Brasil ( todos os portos )
030	Conferência Brasil/Extremo Oriente/Brasil ( todos os portos )
041	Conferência Brasil/Europa/Brasil - seção 1A - Área Nórdica
042	Conferência Brasil/Europa/Brasil - seção 2 - Área do Báltico
043	Conferência Brasil/Europa/Brasil - seção 3 - Área Central
044	Conferência Brasil/Europa/Brasil - seção 4 - Área do Reino Unido e Irlanda
045	Conferência Brasil/Europa/Brasil - seção 5 - Área Meridional - Espanha
046	Conferência Brasil/Europa/Brasil - seção 6 - Portos de Portugal
050	Conferência Brasil/Mediterrâneo/Brasil - todos os portos
061	Conferência Brasil/Argentina/Brasil - Seção A - Rio Grande até Vitória inclusive
070	Conferência Brasil/Nigéria/Brasil - todos os portos
080	Acordo de Fretes Brasil/África do Sul e Oriental - todos os portos
090	Acordo de Tarifas e Serviços Brasil/Peru/Brasil - todos os portos

Código	Área
100	Acordo de Tarifas e Serviços Brasil/Chile/Brasil - todos os portos
110	Acordo de Tarifas e Serviços Brasil/Equador/Brasil
120	Acordo de Tarifas e Serviços Brasil/México/Brasil
130	Linha Ploneira Brasil/África Ocidental/Brasil
140	Linha Ploneira Brasil/Austrália/Brasil
150	Linha Ploneira Brasil/Oriente Médio/Brasil
160	Brasil/Colômbia - todos os portos
170	Venezuela - todos os portos

- ANEXO IV -

Caracterização dos Portos de Destino

Código	Nome	Conferência	Distância	Nível	A. Porto
30815	MONTREAL	012	5373	1	0
30826	TORONTO	014	5713	1	0
30830	VANCOUVER	020	8371	1	0
31506	BALTIMORE	011	4844	1	0
31510	BOSTON	011	4739	1	0
31514	CHARLESTON	011	4717	1	0
31516	CHICAGO	011	6613	1	0
31536	HOUSTON	011	5371	1	0
31540	JACKSONVILLE	011	4740	1	0
31546	LOS ANGELES	020	7245	1	0
31550	MIAMI	011	4572	1	0
31552	MOBILE	011	5083	3	0
31554	NEW ORLEANS	011	5136	1	0
31556	NEW YORK	011	4770	1	0
31558	NORFOLK	011	4723	1	0
31564	PHILADELPHIA	011	4817	1	0
31566	PORTLAND	020	8201	1	0
31576	SAN FRANCISCO	020	7577	1	0
31578	SAN JUAN	013	3613	1	1
31580	SAVANNAH	011	4753	2	0
31582	SEATTLE	020	8362	1	0
34020	MANZANILLO	120	6050	4	1
34030	TAMPICO	120	5338	4	0
34040	VERA CRUZ	120	5276	3	1
43520	PORT AU PRINCE	000	4221	2	1
47020	CRISTOBAL	000	4289	4	1
47520	SANTO DOMINGO	000	3829	4	1
48520	PORT OF SPAIN	000	3271	2	1
50506	BUENOS AIRES	061	1151	2	0
51012	IQUIQUE	100	4443	4	0
51032	VALPARAISO	100	3671	2	0
51204	BARRANQUILA	160	4052	3	0
51206	BUENA VENTURA	160	4684	3	0
51610	GUAIAQUIL	110	5157	2	1
52804	CALLAO	090	4913	4	0
54214	LA GUAIRA	000	3461	3	1
54230	PUERTO CABELLO	000	3549	4	1
60504	BREMEN	043	5517	2	0
60516	HAMBURGO	043	5518	1	0
61010	ANTUERPIA	043	5256	1	0
61704	AARHUS	041	5661	1	0
61708	COPENHAGEM	041	5733	1	0
61908	BARCELONA	050	4706	1	0
62320	DUNKIRK	043	5166	1	0
62334	LE HAVRE	043	5058	1	0
62344	MARSEILLE	050	4902	1	0
62540	LIVERPOOL	044	5140	1	0
62542	LONDRES	044	5212	1	0
62560	SOUTHAMPTON	044	5030	1	0
62736	PIREU	050	5712	1	0
62740	RHODES	050	5685	4	1

Código	Nome	Conferência	Distância	Nível	A. Porto
62902	AMSTERDAM	043	5280	1	0
62920	ROTTERDAM	043	5259	1	0
63920	GENOVA	050	5067	1	0
63930	LIVORNO	050	5088	4	0
63934	NAPOLES	050	5172	1	0
63950	TRIESTE	050	5900	1	0
63956	VENEZA	050	5907	1	0
65838	OSLO	041	5761	2	0
66420	LEIXOES	046	4372	2	0
66422	LISBOA	046	4219	1	0
67010	GOTEMBURGO	041	5690	1	0
67044	STOCKHOLM	041	6034	1	0
68010	LENINGRADO	042	6310	2	0
70810	DAMMAN	150	8166	1	0
70814	DJIDDA	150	7972	1	0
71610	COLOMBO	150	7630	4	1
71840	SHANGAI	030	10877	2	1
72810	HONG KONG	030	10149	1	0
73210	BOMBAIN	150	7863	2	0
73410	JAKARTA	030	8419	1	1
74010	HAIFA	050	6218	4	0
74218	KAWASAKI	030	11517	4	1
74220	KOBE	030	11275	4	0
74232	NAGOYA	030	11536	1	0
74238	OSAKA	030	11283	1	0
74260	YOKOHAMA	050	11517	2	1
74410	AQABA	150	6493	3	0
76020	KARACHI	150	7905	4	0
76810	CINGAPURA	030	8863	1	0
77510	BANGKOK	030	9634	2	1
80430	LUANDA	130	3357	3	0
81810	POINT NOIRE	130	3375	3	0
82610	ALEXANDRIA	050	6013	3	0
82630	PORT SAID	050	6132	3	1
85210	MONROVIA	130	2614	3	1
85812	CEUTA	050	4005	4	0
86210	LAGOS	070	3269	2	0
88510	CAPETOWN	080	4517	2	0
88520	DURBAN	080	4028	1	0
90230	MELBOURNE	140	7056	2	0
90244	SYDNEY	140	7635	1	0

- ANEXO V -

**Caracterização das Origens Produtoras**

Código	Localidade	Distância	Código Faixa Tarifa NTC
17700	Aracajú	1938	190
14000	Belém	3472	340
13700	Belo Horizonte	482	045
14700	Curitiba	843	080
17100	Florianópolis	1174	110
11600	Fortaleza	2732	260
16200	Porto Alegre	1558	150
15000	Recife	2496	240
15600	Rio de Janeiro	50	001
11300	Salvador	1656	160
17400	São Paulo	435	040
15300	Teresina	2744	260
11900	Vitória	560	055

- ANEXO VI -

Tarifa Portuária - TABELA C - Capatazia

Discriminação dos Itens Associados à Exportação de  
Carga Geral de Longo Curso

Código	Discriminação	Unidade Cobrança
03.01.02	Volume ou carga unificada até 100 kg	TF
03.01.14	Volume ou carga unificada até 100 kg - produtos siderúrgicos	TF
03.02.02	Volume ou carga unificada superior a 100 kg até 1000 kg	TF
03.02.14	Volume ou carga unificada superior a 100 kg até 1000 kg - produtos siderúrgicos	TF
03.03.02	Volume superior a 1000 kg	TF
03.03.14	Volume superior a 1000 kg produtos siderúrgicos	TF
03.04.02	Carga unitizada superior a 1000 kg	TF

- ANEXO VII -

Codificação de Embalagens

Código	Embalagem
01	Carga Geral - diversos
02	Sacaria
03	Fardos
04	Amarrados
05	Pallets
06	Tambores/Barris
07	Caixaria/Engradado
08	Carga Frigorificada
09	Carga Pesada
10	Cartões
14	Bobinas
20	Granel Sólido
40	Granel Líquido
62	Contêiner 10 pés
63	Contêiner 20 pés
64	Contêiner 30 pés
65	Contêiner 40 pés
71	Carreta RO-RO cheia
72	Carreta RO-RO vazia
73	Carreta RO-RO com 1 contêiner
74	Carreta RO-RO com 2 contêineres

- ANEXO VIII -

- Programas -



\* Programa VALMED - Calcula a densidade e o valor FOB medios  
\* para os grupos de mercadorias

\* Descricao das variaveis:  
\* NBMAUX - armazena o codigo da mercadoria a ser impresso  
\* NBMAP - armazena o ultimo codigo da mercadoria lido  
\* NUMER1 - numerador para calculo de DENMED  
\* NUMER2 - numerador para calculo de FOBMED  
\* DENOM1 - denominador para calculo de DENMED  
\* DENOM2 - denominador para calculo de FOBMED  
\* DENAUX - densidade media da mercadoria em kg/m3  
\* FOBMED - valor FOB medio do quilograma da mercadoria  
\* PESOKG - peso em kg lido de MERCAD  
\* DENSID - densidade lida de MERCAD  
\* FOBUN1 - valor FOB do quilograma , lido de MERCAD  
\* NBMAP1 - recebe NBMAUX em MERFIN  
\* DENMED - recebe DENAUX em MERFIN  
\* FOBUN1 - recebe FOBMED em MERFIN  
\* DENSO - densidade em kg/m3

\* -----  
\* Determinacao dos arquivos a serem utilizados  
\* -----

SELECT PRIMARY  
USE A:MERCAD INDEX A:MERIND  
SELECT SECONDARY  
USE A:MERFIN

\* -----  
\* Inicializacao das variaveis  
\* -----

SELECT PRIMARY  
STORE ' ' TO NBMAUX

\* -----  
\* Leitura do arquivo MERCAD  
\* -----

DO WHILE .NOT. EOF

\* -----  
\* Convertendo unidade da densidade  
\* -----  
STORE ( DENSID\*0.453/(0.305\*0.305\*0.305 ) ) TO DENSO

\* -----  
\* Variando grupo de mercadoria , calcula valores e atualiza  
\* -----

IF ( NBMAP<>NBMAUX )

\* -----  
\* Se nao e primeiro registro  
\* -----  
IF ( NBMAUX<>' ' )  
STORE NUMER1/DENOM1 TO DENAUX  
STORE NUMER2/DENOM2 TO FOBMED

```

*
*
* -----
* Inse(re) novo registro no arquivo MERFIN
* -----
SELECT SECONDARY
APPEND BLANK
REPLACE NBMAP1 WITH NBMAUX
REPLACE DENMED WITH DENAUX
REPLACE FOBUN1 WITH FOBMED
SELECT PRIMARY
ENDIF

*
* -----
* Atualizac(ao) das variaveis
* -----
STORE NBMAP TO NBMAUX
STORE ( PESOKG * DENSO ) TO NUMER1
STORE PESOKG TO DENOM1
STORE FOBUN1 TO NUMER2
STORE 1 TO DENOM2

*
ELSE
* -----
* Acumula valores
* -----
STORE ( NUMER1 + ( PESOKG * DENSO ) ) TO NUMER1
STORE ( DENOM1 + PESOKG ) TO DENOM1
STORE ( NUMER2 + FOBUN1 ) TO NUMER2
STORE ( DENOM2 + 1 ) TO DENOM2
ENDIF
SKIP
ENDDO

*
* -----
* Inse(re) ultimo registro em MERFIN
* -----
STORE NUMER1/DENOM1 TO DENAUX
STORE NUMER2/DENOM2 TO FOBMED
SELECT SECONDARY
APPEND BLANK
REPLACE NBMAP1 WITH NBMAUX
REPLACE DENMED WITH DENAUX
REPLACE FOBUN1 WITH FOBMED

*
* -----
* Fecha os arquivos
* -----
USE
SELECT PRIMARY
USE

```

C  
C  
C  
C  
C  
C  
C

SUBROUTINE UNIF01 ( SEED , RAND )

-----  
Geracao de Numeros Aleatorios  
-----

-----  
Declaracao das Variaveis  
-----

INTEGER\*4 SEED , K1  
REAL\*4 RAND

C  
C  
C  
C

-----  
Geracao de RAND a partir de SEED  
-----

K1 = SEED / 127773  
SEED = 16807 \* ( SEED - K1 \* 127773 ) - K1 \* 2836  
IF ( SEED .LT. 0 ) SEED = SEED + 2147483647  
RAND = FLOAT ( SEED ) / 2147483648.0  
RETURN  
END

```

C
C Programa SELECT - Permite escolha aleatoria de registros
C
C -----
C Declaracao de Variaveis
C -----
CHARACTER      MES*2    , ANO*2    , ATRAC*4  , DESTIN*5  ,
1 i            NBMAP*5  , ORIGEM*5  , EMBALA*2
INTEGER*4      SEED
REAL*4         RAND
C
C -----
C Abrindo arquivos de leitura e Impressao
C -----
OPEN ( 5 , FILE = 'BDMEX.DAT' , FORM = 'FORMATTED' ,
1      ACCESS = 'SEQUENTIAL' )
OPEN ( 6 , FILE = 'PRN' )
C
C -----
C Inicializando as Variaveis
C -----
SEED = 193
C
C -----
C Lendo os registros
C -----
DO 30 I = 1 , 546
1   READ ( 5 , 90 ) MES , ANO , ATRAC , DESTIN , EMBALA ,
      NBMAP , ORIGEM
C
C -----
C Sorteando numeros aleatorios
C -----
CALL UNIF01 ( SEED , RAND )
C
C -----
C Selecao de Registros para Amostra
C -----
IF ( RAND .LE. 0.20 ) THEN
C
C -----
C Registro foi selecionado !
C -----
1   WRITE ( 6 , 95 ) MES , ANO , ATRAC , DESTIN , EMBAL
      NBMAP , ORIGEM
C
C ENDIF
C
C -----
C Le proximo registro
C -----
30  CONTINUE
C
C -----
C Formatos de leitura e Impressao
C -----
90  FORMAT ( 7X,A2,A2,4X,A4,14X,A5,A2,A5,23X,A5 )

```

```
95  FORMAT ( 2X,A2,2X,A2,2X,A4,2X,A5,2X,A2,2X,A5,2X,A5 )
```

```
C  
C  
C  
C
```

```
-----  
Fim !!!!!!!!  
-----
```

```
END
```

```
* Programa MERREG - Inclui as características da mercadoria no
* arquivo utilizado para regressão do frete
* marítimo
```

```
* Descrição das variáveis:
```

```
* - NMAP - código da mercadoria - arquivo REGRES
* - AUXNBM - recebe NMAP de REGRES
* - NMAP - código da mercadoria - arquivo MERFIN
* - DENMED - contém densidade média em kg/m3
* - AUXDEN - recebe DENMED de MERFIN
* - FOBUNI - contém valor FOB em US$/kg
* - AUXFOB - recebe FOBUNI de MERFIN
* - DENSID - recebe AUXDEN e armazena em REGRES
* - FOBMED - recebe AUXFOB e armazena em REGRES
```

```
* -----
* Seleciona e abre os arquivos para cada área de trabalho
* -----
```

```
SELECT PRIMARY
USE A:REGRES
SELECT SECONDARY
USE A:MERFIN
```

```
* -----
* Lendo registro do arquivo REGRES para complementação
* -----
```

```
SELECT PRIMARY
DO WHILE .NOT. EOF
  STORE NMAP TO AUXNBM
```

```
* -----
* Buscando registro no arquivo MERFIN
* -----
```

```
SELECT SECONDARY
FIND &AUXNBM
```

```
* -----
* Registro encontrado - armazena campos desejados
* -----
```

```
STORE DENMED TO AUXDEN
STORE FOBUNI TO AUXFOB
```

```
* -----
* Preenchendo campos do arquivo primário
* -----
```

```
SELECT PRIMARY
REPLACE DENSID WITH AUXDEN
REPLACE FOBMED WITH AUXFOB
SKIP
```

```
ENDDO
```

```
* -----
* Fechando os arquivos e fim
* -----
```

```
USE
```

SELECT SECONDARY  
USE

\* Programa DESREG - Insere as caracteristicas do destino contidas no  
\* arquivo PORTOS nos registros do arquivo REGRESSAO  
\*

\* Descricao das variaveis:

\* - PORTO - codigo do porto de destino  
\* - ADIPOR - variavel logica igual a 1 qdo se cobra  
\* adicional de porto  
\* - OBSER1 - observacao sobre a rota para o porto de destino  
\* - OBSER2 - observacao sobre a rota para o porto de destino  
\* - AUXDIS - armazena valor contido em DISTAN  
\* - AUXADI - armazena valor contido em ADIPOR  
\* - AUXROT - variavel logica = 1 para rota pelo Canal Panam  
\* - DISTAN - recebe AUXDIS no arquivo REGRES  
\* - ADIPOR - recebe AUXADI no arquivo REGRES  
\* - ADIROT - recebe AUXROT no arquivo REGRES  
\* - PESLIQ - peso liquido em kg - arquivo REGRES  
\* - QTDE - n° de volumes - arquivo REGRES  
\* - PESMED - peso medio dos volumes  
\* - HEAVY - variavel logica para taxa de heavy lift  
\* - AUXDES - armazena o valor contido em PORTO  
\*

\* -----  
\* Especificacao e abertura dos arquivos usados em cada area  
\* -----

```
SELECT PRIMARY
USE A:REGRES
SELECT SECONDARY
USE A:PORTOS INDEX PORIND
```

\* -----  
\* Leitura do arquivo primario para acesso ao arquivo secundario  
\* -----

```
SELECT PRIMARY
DO WHILE .NOT. EOF
  STORE PORTO TO AUXDES
```

\* -----  
\* Busca destino desejado no arquivo secundario  
\* -----

```
SELECT SECONDARY
FIND &AUXDES
```

\* -----  
\* Indice encontrado - armazena campos p/ inserir no arq primario  
\* -----

```
STORE DISTAN TO AUXDIS
STORE ADIPOR TO AUXADI
IF ( OBSER1 = 'PC' .OR. OBSER2 = 'PC' )
  STORE '1' TO AUXROT
  ELSE
    STORE '0' TO AUXROT
ENDIF
```

\* -----  
\* Insere novos campos no arquivo primario  
\*

\*

-----  
SELECT PRIMARY  
REPLACE DISTAN WITH AUXDIS  
REPLACE ADIPOR WITH AUXADI  
REPLACE ADIROT WITH AUXROT  
STORE ( PESLIQ/QTDE ) TO PESMED  
IF ( PESMED > 10000 )  
    REPLACE HEAVY WITH '1'  
    ELSE  
        REPLACE HEAVY WITH '0'  
ENDIF  
SKIP  
ENDDO

\*

\*

\* -----  
\* Fecha arquivos e film  
\* -----

\*

USE  
SELECT SECONDARY  
USE

\*  
\* Programa MERCAD : insere as características da mercadoria  
\* nos arquivos finais  
\*

\* Descrição das variáveis :

\* - MERCAD - código da mercadoria  
\* - AUXMER - armazena MERCAD  
\* - DENMED - densidade da mercadoria em kg/m3  
\* - AUXDEN - armazena DENMED  
\* - FOBUNI - valor FOB unitário em US\$/kg  
\* - AUXFOB - armazena FOBUNI  
\*

\* -----  
\* Seleciona e abre arquivos para cada área de trabalho  
\* -----

```
SELECT PRIMARY
USE FINAL
SELECT SECONDARY
USE MERFIN INDEX MERIND
```

\* -----  
\* Le a mercadoria no arquivo FINAL  
\* -----

```
SELECT PRIMARY
DO WHILE .NOT. EOF
  IF ($ (MERCAD,1,2) = '02' )
    STORE '02000' TO AUXMER
  ELSE
    STORE MERCAD TO AUXMER
  ENDIF
```

\* -----  
\* Busca os dados sobre a mercadoria no arquivo MERFIN  
\* -----

```
SELECT SECONDARY
FIND &AUXMER
STORE DENMED TO AUXDEN
STORE FOBUNI TO AUXFOB
```

\* -----  
\* Insere dados sobre a mercadoria no arquivo FINAL  
\* -----

```
SELECT PRIMARY
REPLACE DENMED WITH AUXDEN
REPLACE FOBMED WITH AUXFOB
SKIP
```

ENDDO

\* -----  
\* Fecha os arquivos  
\* -----

```
USE
SELECT SECONDARY
USE
```

```

*
* Programa TAMLOT : Determina o tamanho do lote em TEU's
*
*
* Descricao das variaveis :
*
*   - EMBALAGEM - codigo da embalagem
*   - TAMLOT    - tamanho do lote em teu
*   - VOLUMES   - numero de volumes
*   - PESO      - peso do lote em kg
*   - PESMED    - peso medio dos volumes em kg
*   - DENMED    - densidade media em kg/m3
*   - VOLMED    - volume em m3
*   - MAXPES    - peso maximo da unidade em kg
*   - MAXVOL    - volume maximo da unidade em m3
*   - LOTE      - aux. p/determinar n" de contelneres
*
* -----
* Abre o arquivo FINAL
* -----
* USE FINAL
* -----
* Determina o n" de TEU's para carga containerizada
* -----
DO WHILE .NOT. EOF
  IF ( EMBALAGEM = '63' )
    REPLACE TAMLOT WITH VOLUMES
  ELSE
    IF ( EMBALAGEM = '65' )
      REPLACE TAMLOT WITH VOLUMES*2
    ELSE
      *
      * Carga fracionada
      * -----
      * Verifica possibilidade de usar unidades de 20'
      * -----
      STORE PESO*1.00/VOLUMES TO PESMED
      STORE PESMED/DENMED TO VOLMED
      STORE 18000/PESMED TO MAXPES
      STORE 33.00/VOLMED TO MAXVOL
      IF ( MAXPES<1.0 .OR. MAXVOL<1.0 )
        *
        * Verifica possibilidade de usar unidades de 40'
        * -----
        STORE 27000/PESMED TO MAXPES
        STORE 61.00/VOLMED TO MAXVOL
        IF ( MAXPES<1.0 .OR. MAXVOL<1.0 )
          *
          * Se 20' e 40' nao sao possiveis carga nao containerizavel
          * -----
          REPLACE TAMLOT WITH 0
          ELSE
            * -----
            * Determina TEU's para carga fracionada
            * -----

```

```

STORE INT(MAXPES) TO MAXPES
STORE INT(MAXVOL) TO MAXVOL
IF (MAXPES<MAXVOL)
  STORE VOLUMES/MAXPES TO LOTE
ELSE
  STORE VOLUMES/MAXVOL TO LOTE
ENDIF
IF ((LOTE-INT(LOTE))<>0.)
  REPLACE TAMLOT WITH (INT(LOTE)+1)*2
ELSE
  REPLACE TAMLOT WITH (INT(LOTE))*2
ENDIF
ENDIF
ELSE
STORE INT(MAXPES) TO MAXPES
STORE INT(MAXVOL) TO MAXVOL
IF (MAXPES<MAXVOL)
  STORE VOLUMES/MAXPES TO LOTE
ELSE
  STORE VOLUMES/MAXVOL TO LOTE
ENDIF
IF ((LOTE-INT(LOTE))<>0.)
  REPLACE TAMLOT WITH(INT(LOTE)+1)
ELSE
  REPLACE TAMLOT WITH (INT(LOTE))
ENDIF
ENDIF
ENDIF
SKIP
ENDDO
* -----
* Fecha o arquivo
* -----
USE

```

```

*
* Programa DESTIN - Insere as caracteristicas do porto de destino
*                    no arquivo final
*
* -----
* Seleciona e abre os arquivos para cada area de trabalho
* -----
SELECT PRIMARY
USE FINAL
SELECT SECONDARY
USE PORTOS INDEX PORIND
*
* -----
* Le o codigo do porto de destino no arquivo FINAL
* -----
SELECT PRIMARY
DO WHILE .NOT. EOF
*
* -----
* Ignora registro se porto de destino nao e especificado
* -----
IF ( $(DESTINO,4,2) = '99' )
  SKIP
ELSE
  STORE DESTINO TO AUXDES
*
* -----
* Busca o porto de destino no arquivo PORTOS
* -----
SELECT SECONDARY
FIND &AUXDES
*
* -----
* Le caracteristicas do porto de destino em PORTOS
* -----
STORE CONFER TO AUXCON
STORE DISTAN TO AUXDIS
STORE NIVEL1 TO AUXN01
STORE NIVEL2 TO AUXN02
STORE NIVEL3 TO AUXN03
STORE ADIPOR TO AUXADI
IF (OBSER1='PC' .OR. OBSER2='PC')
  STORE '1' TO AUXROT
ELSE
  STORE '0' TO AUXROT
ENDIF
*
* -----
* Insere caracteristicas do porto de destino em FINAL
* -----
SELECT PRIMARY
REPLACE CONFER WITH AUXCON
REPLACE DISMAR WITH AUXDIS
REPLACE CARPORA WITH AUXN01
REPLACE CARPORB WITH AUXN02
REPLACE CARPORC WITH AUXN03
REPLACE ADIPOR WITH AUXADI
REPLACE ADIROT WITH AUXROT
SKIP

```

ENDIF  
ENDDO

\*  
\*  
\*  
\*

-----  
Fechando arquivos  
-----

USE  
SELECT SECONDARY  
USE

```

*
* Programa FREMAR.DBF : Determina o frete maritimo para a
*                       opcao escolhida
*
* -----
* Seleciona e abre os arquivos para cada area de trabalho
* -----
SELECT PRIMARY
USE FINAL
SELECT SECONDARY
USE FRECON INDEX FREIND
SELECT PRIMARY
DO WHILE .NOT. EOF
*
* -----
* Determina chave para buscar frete minimo por container no
* arquivo FRECON
* -----
STORE FREMAR TO FRETE
IF (( EMBALAGEM='63' .OR. EMBALAGEM='65' ) .AND. CONFER<>'000'.A
  $(DESTINO,4,2)<>'99')
  IF ( EMBALAGEM='63' )
    STORE '20' TO AUXTAM
  ELSE
    STORE '40' TO AUXTAM
  ENDIF
  IF ( $(MERCAD,1,2) = '02' )
    STORE '2' TO AUXTIP
  ELSE
    IF ( MERCAD='21021' .AND. $(CONFER,1,2)='04' )
      STORE '7' TO AUXTIP
    ELSE
      STORE '1' TO AUXTIP
    ENDIF
  ENDIF
*
* -----
* Monta chave
* -----
STORE CONFER+AUXTAM+AUXTIP+ANO TO CHAVE
*
* -----
* Acessa FRECON para buscar frete minimo
* -----
SELECT SECONDARY
FIND &CHAVE
*
* -----
* Calcula descontos ou acrescimos ao frete basico
* -----
STORE FRETE*(1+VARFRE) TO FRETE
*
* -----
* Calcula frete minimo total do lote
* -----
STORE FREMIN*VOLUMES TO MINIMO
*
* -----
* Compara frete basico com frete minimo
* -----
IF ( FRETE<MINIMO )

```

```

        STORE MINIMO TO FRETE
    ENDIF
* -----
* Armazena frete maritimo no arquivo FINAL
* -----
    SELECT PRIMARY
    REPLACE FREMAR WITH FRETE
    ENDIF
    SKIP
ENDDO
* -----
* Fecha os arquivos
* -----
    USE
    SELECT SECONDARY
    USE

```

```

*
* PROGRAMA FREMAR1.PRG : Calcula o frete marítimo - opção preterida
*
* -----
* Seleciona e abre os arquivos a serem usados em cada área de trabalho
*

```

```

SELECT PRIMARY
USE FINAL1
SELECT SECONDARY
USE FRECON INDEX FREIND
SELECT PRIMARY
DO WHILE .NOT. EOF
  STORE FREMAR TO FRETE
  IF ((EMBALAGEM<>'63' .AND. EMBALAGEM<>'65') .AND. CONFER<>'000'
    .AND. $(DESTINO,4,2)<>'99')

```

```

*
* -----
* Determina se TEU ou FEU
* -----

```

```

STORE PESO*1.00/VOLUMES TO PESMED
STORE PESMED/DENMED TO VOLMED
STORE 18000/PESMED TO MAXPES
STORE 33.00/VOLMED TO MAXVOL
IF (MAXPES<1.0 .OR. MAXVOL<1.0)
  STORE 27000/PESMED TO MAXPES
  STORE 61.00/VOLMED TO MAXVOL
  IF (MAXPES<1.0 .OR. MAXVOL<1.0)
    REPLACE FREMAR WITH 0
    STORE '00' TO AUXTAM
  ELSE
    STORE '40' TO AUXTAM
    STORE INT(MAXPES) TO MAXPES
    STORE INT(MAXVOL) TO MAXVOL
    IF (MAXPES<MAXVOL)
      STORE VOLUMES/MAXPES TO LOTE
    ELSE
      STORE VOLUMES/MAXVOL TO LOTE
    ENDIF
    IF ((LOTE-INT(LOTE))<>0.)
      STORE (INT(LOTE)+1) TO UNITS
    ELSE
      STORE (INT(LOTE)) TO UNITS
    ENDIF
  ENDIF
ELSE

```

```

*
* -----
* Monta chave para acessar arquivo FRECON
* -----

```

```

STORE '20' TO AUXTAM
STORE INT(MAXPES) TO MAXPES
STORE INT(MAXVOL) TO MAXVOL
IF (MAXPES<MAXVOL)
  STORE VOLUMES/MAXPES TO LOTE
ELSE
  STORE VOLUMES/MAXVOL TO LOTE
ENDIF

```

```

        IF ((LOTE-INT(LOTE))<>0.)
            STORE (INT(LOTE)+1) TO UNITS
        ELSE
            STORE (INT(LOTE)) TO UNITS
        ENDIF
    ENDIF
    IF ($(MERCAD,1,2)='02')
        STORE '2' TO AUXTIP
    ELSE
        IF (MERCAD='21021' .AND. $(CONFER,1,2)='04')
            STORE '7' TO AUXTIP
        ELSE
            STORE '1' TO AUXTIP
        ENDIF
    ENDIF
    STORE CONFER+AUXTAM+AUXTIP+ANO TO CHAVE
-----
*
*
*
Acessa arquivo FRECON para calcular valor do frete
-----
SELECT SECONDARY
FIND &CHAVE
STORE FRETE*(1+VARFRE) TO FRETE
STORE FREMIN*UNITS TO MINIMO
IF (FRETE<MINIMO)
    STORE MINIMO TO FRETE
ENDIF
-----
*
*
*
Armazena frete no arquivo FINAL1
-----
SELECT PRIMARY
REPLACE FREMAR WITH FRETE
ENDIF
SKIP
ENDDO
-----
*
*
*
Fecha arquivos
-----
USE
SELECT SECONDARY
USE

```

Programa ALUCON - Calcula o valor do aluguel de containeres

-----  
Seleciona e abre os arquivos a serem usados em cada area  
-----

```
SELECT PRIMARY
USE FINAL
SELECT SECONDARY
USE FRECON INDEX FREIND
```

-----  
Le registros do arquivo FINAL  
-----

```
SELECT PRIMARY
DO WHILE .NOT. EOF
  STORE 0 TO AUX
```

-----  
Se embalagem nao e container nao e cobrado aluguel  
-----

```
IF ((EMBALAGEM<>'63' .AND. EMBALAGEM<>'65' ) .OR. ($(DESTINO,4,2)='99'))
  REPLACE FRECON WITH 0
  ELSE
```

-----  
Indices para containeres de 20'  
-----

```
IF ( EMBALAGEM = '63' )
  STORE '20' TO AUXTAM
ENDIF
```

-----  
Indices para containeres de 40'  
-----

```
IF ( EMBALAGEM = '65' )
  STORE '40' TO AUXTAM
ENDIF
```

-----  
Indices especiais para carnes e cafe para BEB  
(valores especiais de aluguel)  
-----

```
IF ( MERCAD = '02000' )
  STORE '2' TO AUX TIP
ELSE
  IF ( MERCAD = '21021' .AND. $(CONFER , 1 , 2) = '04' )
    STORE '7' TO AUX TIP
    STORE 1 TO AUX
  ELSE
    STORE '1' TO AUX TIP
  ENDIF
ENDIF
```

-----  
Monta a chave para buscar valor do aluguel  
-----

\*  
\*  
\*  
\*

STORE CONFER+AUXTAM+AUXTIP+ANOVAL TO CHAVE

-----  
Busca valor do aluguel no arquivo FRECON  
-----

SELECT SECONDARY  
FIND &CHAVE  
STORE ALUGUEL TO AUXALU

\*  
\*  
\*  
\*

-----  
Calcula valores totais e os insere no arquivo FINAL  
-----

SELECT PRIMARY  
IF AUX = 0  
    REPLACE FRECON WITH AUXALU\*VOLUMES  
    ELSE  
        REPLACE FRECON WITH ( (PESO/DENMED) \* AUXALU )  
ENDIF

    ENDIF  
    SKIP

ENDDO

\*  
\*  
\*

-----  
Fecha os arquivos  
-----

USE  
SELECT SECONDARY  
USE

Programa ALUCON1 - Calcula o aluguel de contêineres

-----  
Selecionando arquivos a serem usados em cada area  
-----

```
SELECT PRIMARY
USE FINAL1
SELECT SECONDARY
USE FRECON INDEX FREIND
```

-----  
Le registros de PRIMARY  
-----

```
SELECT PRIMARY
DO WHILE .NOT. EOF
  STORE 0 TO AUX
```

-----  
Se e contelner nao tem aluguel  
-----

```
IF ((EMBALAGEM = '63' .OR. EMBALAGEM = '65' ) .OR. ($(DESTINO,4,2)='99'))
  REPLACE FRECON WITH 0
ELSE
```

-----  
Determina se TEU ou FEU  
-----

```
STORE PESO*1.00/VOLUMES TO PESMED
STORE PESMED/DENMED TO VOLMED
STORE 18000/PESMED TO MAXPES
STORE 33.00/VOLMED TO MAXVOL
IF (MAXPES<1.0 .OR. MAXVOL<1.0)
  STORE 27000/PESMED TO MAXPES
  STORE 61.00/VOLMED TO MAXVOL
  IF (MAXPES<1.0 .OR. MAXVOL<1.0)
    REPLACE FRECON WITH 0
    STORE '00' TO AUXTAM
  ELSE
    STORE '40' TO AUXTAM
    STORE INT(MAXPES) TO MAXPES
    STORE INT(MAXVOL) TO MAXVOL
    IF (MAXPES<MAXVOL)
      STORE VOLUMES/MAXPES TO LOTE
    ELSE
      STORE VOLUMES/MAXVOL TO LOTE
    ENDIF
    IF ((LOTE-INT(LOTE))<>0.)
      STORE (INT(LOTE)+1) TO UNITS
    ELSE
      STORE (INT(LOTE)) TO UNITS
    ENDIF
  ENDIF
ELSE
  STORE '20' TO AUXTAM
  STORE INT(MAXPES) TO MAXPES
  STORE INT(MAXVOL) TO MAXVOL
```

```

IF (MAXPES<MAXVOL)
  STORE VOLUMES/MAXPES TO LOTE
ELSE
  STORE VOLUMES/MAXVOL TO LOTE
ENDIF
IF ((LOTE-INT(LOTE))<>0.)
  STORE (INT(LOTE)+1) TO UNITS
ELSE
  STORE (INT(LOTE)) TO UNITS
ENDIF
ENDIF

```

```

-----
Se opcao preterida e container e mercadoria e contelnerizav
-----

```

```

IF (AUXTAM<>'00')

```

```

-----
Garnes
-----

```

```

IF ( $(MERCAD,1,2) = '02' )
  STORE '2' TO AUXTIP
ELSE

```

```

-----
Cafe e BEB
-----

```

```

IF ( MERCAD = '21021' .AND. $(CONFER , 1 , 2) = '0'
  STORE '7' TO AUXTIP
  STORE 1 TO AUX
ELSE

```

```

-----
Outros
-----

```

```

STORE '1' TO AUXTIP

```

```

ENDIF

```

```

ENDIF
STORE CONFER+AUXTAM+AUXTIP+ANO TO CHAVE

```

```

-----
Buscando registro na area secundaria
-----

```

```

SELECT SECONDARY
FIND &CHAVE
STORE ALUGUEL TO AUXALU

```

```

-----
Calculando valores
-----

```

```

SELECT PRIMARY
IF AUX = 0
  STORE AUXALU*UNITS TO VAR
  REPLACE FREGON WITH VAR
ELSE
  STORE ( (PESO/DENMED) * AUXALU ) TO VAR
  REPLACE FREGON WITH VAR

```

```

ENDIF
ENDIF

```

ENDIF  
SKIP  
ENDDO

\* -----  
\* Fecha archivos  
\* -----

USE  
SELECT SECONDARY  
USE

\*  
\* PROGRAMA TARROD.PRG : Calcula a tarifa rodoviaria para a opcao esco  
\*  
\* -----

\* Selecciona e abre os arquivos para cada area de trabalho  
\* -----

```
SELECT PRIMARY
USE FINAL
SELECT SECONDARY
USE TARROD INDEX TARIND
```

\* -----  
\* Valor mensal do dolar  
\* -----

```
STORE 1020.42 TO V0184
STORE 1130.00 TO V0284
STORE 1263.13 TO V0384
STORE 1387.17 TO V0484
STORE 1507.13 TO V0584
STORE 1644.40 TO V0684
STORE 1814.39 TO V0784
STORE 1992.48 TO V0884
STORE 2201.00 TO V0984
STORE 2452.26 TO V1084
STORE 2720.40 TO V1184
STORE 3010.70 TO V1284
STORE 3351.42 TO V0185
STORE 3756.93 TO V0285
STORE 4162.13 TO V0385
STORE 4719.00 TO V0485
STORE 5223.87 TO V0585
STORE 5738.67 TO V0685
STORE 6227.74 TO V0785
STORE 6716.13 TO V0885
STORE 7473.85 TO V0985
STORE 8190.00 TO V1085
STORE 8926.67 TO V1185
SELECT PRIMARY
DO WHILE .NOT. EOF
```

\* -----  
\* Determina o codigo tarifa e fator de correcao da distancia e  
\* carga containerizada a partir do codigo de origem  
\* -----

```
IF (ORIGEM='17700')
  STORE '190' TO AUXTAR
  STORE 1.83 TO FAT
ELSE
  IF (ORIGEM='14000')
    STORE '340' TO AUXTAR
    STORE 2.00 TO FAT
  ELSE
    IF (ORIGEM='13700')
      STORE '045' TO AUXTAR
      STORE 1.56 TO FAT
    ELSE
      IF (ORIGEM='14700')
```



```

* -----
* Monta chave e busca valor de tarifa no arquivo TARROD
* -----
STORE AUXTAR+MES+ANO TO CHAVE
SELECT SECONDARY
FIND &CHAVE
* -----
* Le valor das taxas em cruzeiros
* -----
STORE FREPES TO VAR1
STORE FREVAL TO VAR2
STORE FREIND TO VAR3
STORE FREMAS TO VAR4
STORE FREVIN TO VAR5
STORE FREQUA TO VAR6
SELECT PRIMARY
* -----
* Armazena valor taxa de conversao do dolar no mes
* -----
STORE 'V'+MES+ANO TO VAR
STORE &VAR TO DOLAR
IF (EMBALAGEM<>'63' .AND. EMBALAGEM<>'65' )
* -----
* Determina fator de correcao para cargas de baixa densidade
* -----
IF (DENMED>300)
  STORE 1.00 TO FATOR
ELSE
  IF (DENMED<=300.AND.DENMED>250)
    STORE 1.10 TO FATOR
  ELSE
    IF (DENMED<=250.AND.DENMED>200)
      STORE 1.25 TO FATOR
    ELSE
      IF (DENMED<=200.AND.DENMED>150)
        STORE 1.70 TO FATOR
      ELSE
        IF (DENMED<=150.AND.DENMED>100)
          STORE 2.00 TO FATOR
        ELSE
          IF (DENMED<=100.AND.DENMED>50)
            STORE 3.50 TO FATOR
          ELSE
            STORE 7.50 TO FATOR
          ENDIF
        ENDIF
      ENDIF
    ENDIF
  ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
* -----
* Calcula e armazena o frete total no arquivo FINAL
* -----
IF (EMBALAGEM='63')

```

```

REPLACE TARROD WITH ((VOLUMES*FAT*VAR5)+(VALOR*VAR2/100.00))/DOLAR
ELSE
IF (EMBALAGEM='65')
REPLACE TARROD WITH ((VOLUMES*FAT*VAR6)+(VALOR*VAR2/100.00))/DOLAR
ELSE
IF ((MERCAD='68161'.OR. $(MERCAD,1,2)='87'.OR. $(MERCAD,1,2)='84').AND.
PESO>4000)
REPLACE TARROD WITH (((VAR4*PESO/1000.00)*FATOR)+;
(VALOR*VAR2/100.00))/DOLAR
ELSE
IF (PESO>4000)
REPLACE TARROD WITH (((VAR3*PESO/1000.00)*FATOR)+;
(VALOR*VAR2/100.00))/DOLAR
ELSE
REPLACE TARROD WITH (((VAR1*PESO/1000.00)*FATOR)+;
(VALOR*VAR2/100.00))/DOLAR
ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
SKIP
ENDDO
* -----
* Fecha os arquivos
* -----
USE
SELECT SECONDARY
USE

```



```

STORE '080' TO AUXTAR
STORE 1.68 TO FAT
ELSE
  IF (ORIGEM='17100')
    STORE '110' TO AUXTAR
    STORE 1.75 TO FAT
  ELSE
    IF (ORIGEM='11600')
      STORE '260' TO AUXTAR
      STORE 1.87 TO FAT
    ELSE
      IF (ORIGEM='16200')
        STORE '150' TO AUXTAR
        STORE 1.80 TO FAT
      ELSE
        IF (ORIGEM='15000')
          STORE '240' TO AUXTAR
          STORE 1.86 TO FAT
        ELSE
          IF (ORIGEM='11300')
            STORE '180' TO AUXTAR
            STORE 1.81 TO FAT
          ELSE
            IF (ORIGEM='15300')
              STORE '280' TO AUXTAR
              STORE 1.87 TO FAT
            ELSE
              IF (ORIGEM='11900')
                STORE '055' TO AUXTAR
                STORE 1.60 TO FAT
              ELSE
                IF (ORIGEM='17400')
                  STORE '040' TO AUXTAR
                  STORE 1.54 TO FAT
                ELSE
                  IF (ORIGEM='15600')
                    STORE '001' TO AUXTAR
                    STORE 1.11 TO FAT
                  ENDIF
                ENDIF
              ENDIF
            ENDIF
          ENDIF
        ENDIF
      ENDIF
    ENDIF
  ENDIF
ENDIF

```

```

* -----
* Monta a chave para buscar na area secundaria o valor da tarifa
* -----
STORE AUXTAR+MES+ANO TO CHAVE

```

SELECT SECONDARY

-----  
Busca e armazena todos os valores de tarifa associados a origem  
-----

FIND &CHAVE

STORE FREPES TO VAR1  
STORE FREVAL TO VAR2  
STORE FREIND TO VAR3  
STORE FREMAS TO VAR4  
STORE FREVIN TO VAR5  
STORE FREQUA TO VAR6  
SELECT PRIMARY

-----  
Determina o valor do dolar no periodo da movimentacao  
-----

STORE 'V'+MES+ANO TO VAR  
STORE &VAR TO DOLAR

-----  
Se embalagem escolhida e' container  
-----

IF (EMBALAGEM='63' .OR. EMBALAGEM='65')

-----  
Determina fator de acrescimo do frete rodoviario por baixa densidade  
-----

IF (DENMED>300)  
  STORE 1.00 TO FATOR  
ELSE  
  IF (DENMED<=300.AND.DENMED>250)  
    STORE 1.10 TO FATOR  
  ELSE  
    IF (DENMED<=250.AND.DENMED>200)  
      STORE 1.25 TO FATOR  
    ELSE  
      IF (DENMED<=200.AND.DENMED>150)  
        STORE 1.70 TO FATOR  
      ELSE  
        IF (DENMED<=150.AND.DENMED>100)  
          STORE 2.00 TO FATOR  
        ELSE  
          IF (DENMED<=100.AND.DENMED>50)  
            STORE 3.50 TO FATOR  
          ELSE  
            STORE 7.50 TO FATOR  
          ENDIF  
        ENDIF  
      ENDIF  
    ENDIF  
  ENDIF  
ENDIF

-----  
Determina frete da opcao preterida por tipo de carga  
-----

IF ((MERCAD='68161'.OR. \$(MERCAD,1,2)='87'.OR. \$(MERCAD,1,2)='84').AND. ;  
  PESO>4000)  
  REPLACE TARROD WITH (((VAR4\*PESO/1000.00)\*FATOR)+(VALOR\*VAR2/100.00))/DOLAR

```

ELSE
  IF (PESO>4000)
    REPLACE TARROD WITH (((VAR3*PESO/1000.00)*FATOR)+(VALOR*VAR2/100.00))/DOLAR
  ELSE
    REPLACE TARROD WITH (((VAR1*PESO/1000.00)*FATOR)+(VALOR*VAR2/100.00))/DOLAR
  ENDIF
ENDIF
ELSE

```

```

* -----
* Se opcao escolhida nao e' contelner determina frete rodoviario.
* para transporte em contelner e armazena em FINAL
* -----

```

```

STORE PESO*1.00/VOLUMES TO PESMED
STORE PESMED/DENMED TO VOLMED
STORE 18000/PESMED TO MAXPES
STORE 33.00/VOLMED TO MAXVOL
IF (MAXPES<1.0 .OR. MAXVOL<1.0)
  STORE 27000/PESMED TO MAXPES
  STORE 61.00/VOLMED TO MAXVOL
  IF (MAXPES<1.0 .OR. MAXVOL<1.0)
    REPLACE TARROD WITH 0
  ELSE
    STORE INT(MAXPES) TO MAXPES
    STORE INT(MAXVOL) TO MAXVOL
    IF (MAXPES<MAXVOL)
      STORE VOLUMES/MAXPES TO LOTE
    ELSE
      STORE VOLUMES/MAXVOL TO LOTE
    ENDIF
    IF ((LOTE-INT(LOTE))<>0.)
      STORE (INT(LOTE)+1) TO UNITS
    ELSE
      STORE (INT(LOTE)) TO UNITS
    ENDIF
    REPLACE TARROD WITH ((FAT*VAR6*UNITS)+(VALOR*VAR2/100.00))/DOLAR
  ENDIF
ELSE
  STORE INT(MAXPES) TO MAXPES
  STORE INT(MAXVOL) TO MAXVOL
  IF (MAXPES<MAXVOL)
    STORE VOLUMES/MAXPES TO LOTE
  ELSE
    STORE VOLUMES/MAXVOL TO LOTE
  ENDIF
  IF ((LOTE-INT(LOTE))<>0.)
    STORE (INT(LOTE)+1) TO UNITS
  ELSE
    STORE (INT(LOTE)) TO UNITS
  ENDIF
  REPLACE TARROD WITH ((FAT*VAR5*UNITS)+(VALOR*VAR2/100.00))/DOLAR
ENDIF
ENDIF
SKIP
ENDDO

```

\* -----  
\* Fecha os arquivos  
\* -----  
USE  
SELECT SECONDARY  
USE

```

*
* Programa TARPOR : Calcula e grava o valor da taxa de capatazia a ser
* paga na opcao escolhida
*
* -----
* Seleciona e abre os arquivos para cada area de trabalho
* -----
SELECT PRIMARY
USE FINAL
SELECT SECONDARY
USE TARPOR INDEX TARIND
*
* -----
* Determina o codigo de tarifa a partir dos dados do arquivo FINAL
* -----
SELECT PRIMARY
DO WHILE .NOT. EOF
  IF (VOLUMES = 0)
    REPLACE TARPOR WITH 0
  ELSE
    STORE 1.00*PESO/VOLUMES TO PESMED
*
* -----
* Peso medio inferior ou igual a 100 kg
* -----
IF PESMED <= 100.
*
* -----
* Produtos siderurgicos
* -----
IF ($( MERCAD , 1 , 2 ) = '73' .OR. $( MERCAD , 1 , 2 ) = '78' )
  STORE '030114' TO AUXCOD
ELSE
*
* -----
* Outros produtos
* -----
  STORE '030102' TO AUXCOD
ENDIF
ELSE
*
* -----
* Peso medio sup a 100 , inf ou igual a 1000 kg
* -----
IF ( PESMED > 100. .AND. PESMED <= 1000. )
*
* -----
* Produtos siderurgicos
* -----
IF ($( MERCAD , 1 , 2 ) = '73' .OR. $( MERCAD , 1 , 2 ) = '78' )
  STORE '030214' TO AUXCOD
ELSE
*
* -----
* Outros produtos
* -----
  STORE '030202' TO AUXCOD
ENDIF
ELSE
*
* -----
* Peso medio superior a 1000 kg
* -----

```

```

IF ( PESMED > 1000. )
  IF ( EMBALAGEM='83' .OR. EMBALAGEM='85' .OR. EMBALAGEM='71' ;
    .OR. EMBALAGEM='72' .OR. EMBALAGEM='73' .OR. EMBALAGEM='74' ;
    .OR. EMBALAGEM='75' .OR. EMBALAGEM='76' .OR. EMBALAGEM='05' )
    STORE '030402' TO AUXCOD
  ELSE
    -----
    Produtos siderurgicos
    -----
    IF ($ ( MERCAD,1,2 ) = '73' .OR. $ ( MERCAD,1,2 ) = '76' )
      STORE '030314' TO AUXCOD
    ELSE
      -----
      Outros produtos
      -----
      STORE '030302' TO AUXCOD
    ENDIF
  ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
-----
*
* Monta a chave e busca valor da tarifa unitaria no arquivo TARPOR
*
-----
STORE MES+ANO+AUXCOD TO CHAVE
SELECT SECONDARY
FIND &CHAVE
-----
*
* Lendo o valor da taxa em dolar
*
-----
STORE VALDOL TO AUXVAL
-----
*
* Calcula o valor total da taxa e grava no arquivo FINAL
*
-----
SELECT PRIMARY
REPLACE TARPOR WITH AUXVAL*PESO/1000.00
ENDIF
SKIP
ENDDO
-----
*
* Fecha os arquivos
*
-----
USE
SELECT SECONDARY
USE

```

```

*
* Programa TARPOR1 : Calcula e grava o valor da taxa de capatazia a ser
* paga na opcao preterida
*
* -----
* Selecionando as areas primaria e secundaria
* -----
SELECT PRIMARY
USE FINAL1
SELECT SECONDARY
USE TARPOR INDEX TARIND
*
* -----
* Determinando o codigo de tarifa no arquivo primario
* -----
SELECT PRIMARY
DO WHILE .NOT. EOF
  IF (VOLUMES = 0)
    STORE 0 TO TARPOR
  ELSE
    STORE 1.00*PESO/VOLUMES TO PESMED
  -----
  *
  * Peso medio inferior ou igual a 100 kg
  * -----
  IF (PESMED <= 100.)
    -----
    *
    * Produtos siderurgicos
    * -----
    IF ($( MERCAD , 1 , 2 ) = '73' .OR. $( MERCAD , 1 , 2 ) = '78' )
      STORE '030114' TO AUXCOD
    ELSE
      -----
      *
      * Outros produtos
      * -----
      STORE '030102' TO AUXCOD
    ENDIF
  ELSE
    -----
    *
    * Peso medio sup a 100 , inf ou igual a 1000 kg
    * -----
    IF ( PESMED > 100. .AND. PESMED <= 1000. )
      -----
      *
      * Produtos siderurgicos
      * -----
      IF ($( MERCAD , 1 , 2 ) = '73' .OR. $( MERCAD , 1 , 2 ) = '78' )
        STORE '030214' TO AUXCOD
      ELSE
        -----
        *
        * Outros produtos
        * -----
        STORE '030202' TO AUXCOD
      ENDIF
    ELSE
      -----
      *
      * Peso medio superior a 1000 kg
      * -----

```

```

IF ( PESMED > 1000.. )
  IF ( EMBALAGEM='63' .OR. EMBALAGEM='85' .OR. ;
      EMBALAGEM='73' .OR. EMBALAGEM='74' )
    -----
    Produtos siderurgicos
    -----
    IF ( $( MERCAD,1,2 ) = '73' .OR. $( MERCAD,1,2 ) = '78' )
      STORE '030314' TO AUXCOD
    ELSE
      -----
      Outros produtos
      -----
      STORE '030302' TO AUXCOD
    ENDIF
  ELSE
    STORE '030402' TO AUXCOD
  ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
-----
*
* Montando a chave e buscando no arquivo secundario
*
* -----
* STORE MES+ANO+AUXCOD TO CHAVE
* SELECT SECONDARY
* FIND &CHAVE
*
* -----
* Lendo o valor da taxa em dolar
*
* -----
* STORE VALDOL TO AUXVAL
*
* -----
* Calculando o valor da taxa e gravando no primario
*
* -----
* SELECT PRIMARY
* REPLACE TARPOR WITH AUXVAL*PESO/1000.00
* ENDIF
* SKIP
* ENDDO
*
* -----
* Fechando os arquivos
*
* -----
* USE
* SELECT SECONDARY
* USE

```

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- PINDYCK , Robert S. - RUBINFELD , Daniel L. -  
- Econometric Models and Economic Forecast - 2nd  
Edition - 1981 - McGraw Hill Book Company
- 2- WONNACOTT , Ronald J. - WONNACOTT , Thomaz H. -  
- Econometria - 2a. Edição - 1978 - Livros Técnicos e  
Científicos Editora S.A.
- 3- RESENDE , Leone Soares de - GARCIA , Luiz Martins -  
- Exportação - Organização para Exportar  
- Rotinas e Procedimentos  
- Canais de Distribuição  
3a. Edição - 1984 - Editora Atlas S.A.
- 4- BES , J.  
- Chartering and Shipping Terms - Volume 1 - 9th Edition  
- 1975 - Barker and Howard Ltd.
- 5- MANHEIM , Marvin L.  
- Fundamentals of Transportation System Analysis -  
Volume 1 : Basic Concepts - 2nd Edition - 1979 - MIT  
Press
- 6- BEN-AKIVA , Moshe - LERMAN , Steven R. -  
- Discrete Choice Analysis : Theory and Application to  
Predict Travel Demand - 1985 - MIT Press
- 7- DATAMETRICA - Consultoria , Informação e Sistemas Ltda.  
- Laboratório de Tratamento Estatístico - Versão 2.0 -  
Manual do Usuário - 1985

- 8- BEN-AKIVA , Moshe - LERMAN , Steven R. -  
- Travel Behavior : Theories , Models and Prediction  
Methods - 1981 -MIT Press
- 9- MINISTERIO DOS TRANSPORTES - Empresa Brasileira de  
Planejamento de Transportes - GEIPOT -  
- Manual de Unitização de Cargas para Exportação -  
Aplicações ao Transporte Marítimo - 1984
- 10- SAMUELSON , Ralph D. - ROBERTS , Paul O. -  
- A commodity attribute data file for use in freight  
transportation studies - Novembro/75
- 11- SUNAMAM - Superintendência Nacional da Marinha Mercante  
- Informações aos Exportadores - Setembro/85 -
- 12- SEVERO , Cloraldino -  
- A Política de Transportes no Brasil 1979/85 -  
Julho/84
- 13- SAMUELSON , Ralph D.-  
- Modeling the Freight Rate Structure - MIT -  
February/77
- 14- Mc Fadden , Daniel L. -  
- The Theory and Practice of Disagregate Demand  
Forecasting for Various Modes of Urban Transportation
- 15- DAGENAIS , Marcel G. - MARTIN , Fernand -  
- Forecasting Containerized Traffic for the Port of  
Montreal ( 1981 - 1995 ) - January/85

- 16- NOVAES , Antônio Galvão -  
 - Economia e Tecnologia do Transporte Marítimo - Ed.  
 Almeida Neves - 1976
- 17- Lloyd's Maritime Atlas - Waterman Steamship Corporation  
 - Marine Distance and Speed Table
- 18- Associação Nacional das Empresas de Transportes  
 Rodoviários de Carga - NTC - Sistema Tarifário do  
 Transporte Rodoviário de Cargas - Manual.
- 19- ROBERTS , Paul O. - WANG , Kung -  
 - Predicting Freight Transport Level of Service  
 Attributes - MIT - Center for Transportation Studies -  
 Report 79 - 17 - December 1979
- 20- CONET/NTC - Transporte Rodoviário de Carga - Tabela de  
 Tarifas - 1984 a 1985
- 21- NEUFVILLE , Richard de - TSUNOKAWA , Koji -  
 - Productivity and Returns to Scale of Container Ports -  
 February , 1981 - Center of Transportation Studies - MIT
- 22- SHNEERSON , Dan -  
 - Investment in Port Systems - A Case Study of the  
 Nigerian Ports - September , 1981 - Journal of  
 Transport Economics and Policy
- 23- HALL , Randolph W. -  
 - Dependence between Shipment Size and Mode in Freight

Transportation - Transportation Science - vol.19, No.4 -  
November , 1985

24- PESTON , M. H. - REES , R. -

- Port Costs and the Demand for Port Facilities - 1971 ,  
National Ports Council

25- LEVIN , Richard G. -

- Allocation in Surface Freight Transportation : Does  
Rate Regulate Matter ? - Bell Journal of Economics -  
vol.9 , No.1 , 1978 Spring

26- AL-KAZILY , Joan -

- Choice of Technology for Containerized Shipping : A  
Study on Interaction between Vessels and Ports -  
Institute of Transportation Studies - University of  
California - September , 1979



TEXTO PARA DISCUSSÃO  
GRUPO DE ENERGIA  
Nº XXXVII

"O Consumo de Energia  
no Transporte Coletivo  
de Passageiros"

Flávio Freitas Faria

Abril de 1986

## SUMÁRIO

	<u>Páginas</u>
1 - INTRODUÇÃO .....	01
2 - O SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO DE PASSAGEIROS .....	03
2.1 - Propriedade .....	03
2.2 - Segmentação do mercado .....	05
2.3 - Estrutura empresarial .....	07
3 - A OFERTA DE SERVIÇOS DE TRANSPORTE COLETIVO DE PASSAGEIROS .....	08
3.1 - Função de custo "translog" .....	08
3.2 - Base de dados .....	17
3.3 - Estatísticas básicas .....	22
3.4 - Estimacões para o segmento urbano .....	29
3.5 - Estimacões para o segmento rodoviário .....	35
4 - A DEMANDA POR TRANSPORTE COLETIVO DE PASSAGEIROS .....	41
4.1 - Fatores determinantes .....	41
4.2 - Transporte urbano .....	43
4.3 - Transporte rodoviário .....	47
5 - CONCLUSÕES .....	51
BIBLIOGRAFIA .....	53

O CONSUMO DE ENERGIA NO TRANSPORTE  
COLETIVO DE PASSAGEIROS\*

Flávio Freitas Faria\*\*

*São investigados nesse estudo os principais fatores determinantes da oferta e da demanda por transporte coletivo de passageiros, com especial atenção para os efeitos das decisões dos agentes econômicos sobre o consumo de óleo Diesel. Uma abordagem qualitativa sobre os aspectos institucionais e de segmentação do mercado antecede as análises de caráter econométrico sobre a oferta e sobre a demanda. A análise da oferta fundamenta-se na estimação de uma função de custo do tipo "translog", com base em dados censitários a nível de empresa. A análise da demanda limita-se à investigação da proporcionalidade de crescimento em relação à população. A principal conclusão obtida dessas análises é que o consumo de óleo Diesel no transporte coletivo de passageiros revela-se relativamente pouco sensível ao preço desse combustível.*

1 - INTRODUÇÃO

Dentre as atividades econômicas consumidoras de óleo Diesel, o transporte coletivo de passageiros merece atenção especial por dois motivos. Em primeiro lugar, por suas dimensões absolutas, tanto em termos restritos de consumo de óleo Diesel, como em termos mais amplos, como elo de grande importância na cadeia de atividades de uma economia de características cada vez mais urbanas. Em segundo lugar, pelas peculiaridades de sua operação nos aspectos institucional e geográfico.

De fato, o Transporte Coletivo de Passageiros (TCP) é responsável por uma parcela de aproximadamente 15% do volume total de óleo Diesel consumido no País, o que o coloca como alvo impor-

---

\* Agradeço à Superintendência do Instituto de Pesquisas do IPEA por ter viabilizado a realização desse estudo; à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) pelo suporte financeiro concedido; à Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) pelo acesso aos dados utilizados na análise de oferta; ao Newton de Castro pelo apoio e comentários valiosos ao longo de todo o trabalho bem como ao Joffre Swait (COPPE-UFRJ) pelas sugestões quanto aos procedimentos computacionais; e a Diva de Mattos pela datilografia das duas versões parciais e do texto final.

\*\* Do ITA.

tante de medidas visando à racionalização do consumo deste combustível. Tais medidas devem ser, contudo, analisadas tendo em vista tratar-se de um setor extremamente sensível, responsável em seu segmento urbano por mais de 2/3 das viagens efetuadas por passageiros nas Regiões Metropolitanas.

Duas características da operação da TCP fazem com que as possibilidades de atuação governamental sobre o setor sejam proporcionalmente maiores do que no transporte de carga:

- a) a organização institucional da atividade, sob forma de permissão ou concessão de um serviço público, onde o poder concedente decide ou, pelo menos, afeta as decisões fundamentais de preço e de quantidade ofertada, faz com que seja grande o controle indireto sobre o consumo de óleo Diesel, insumo essencial ao TCP;
- b) a concentração geográfica da operação de cada frota vinculada do segmento urbano do serviço de TCP permite que medidas específicas sejam tomadas em caráter regional ou mesmo local, a exemplo das recentes experiências que vêm sendo realizadas com diversos combustíveis alternativos.

O propósito deste estudo é efetuar análises de caráter econômico que permitam compreender e descrever os principais fatores determinantes da oferta e da demanda por TCP, com especial atenção para os efeitos das decisões dos agentes econômicos sobre o consumo de óleo Diesel.

A abordagem inicial trata dos aspectos institucionais e da segmentação do mercado de TCP e sua leitura pode ser dispensada por quem já tenha conhecimentos básicos sobre o setor.

Segue-se a análise da oferta, que tornou-se a mais rica em resultados. A partir da especificação de uma função de custo

do tipo "translog", a estimação de parâmetros permitiu avaliar a existência de economias de escala, bem como investigar a substituíbilidade entre fatores de produção, dentre os quais o combustível (Óleo Diesel) foi individualizado.

O estudo completa-se por uma sucinta análise de demanda para a qual os dados disponíveis não se mostraram tão adequados quanto para a abordagem da oferta. Ainda assim, algumas indicações úteis são obtidas, permitindo consolidar conclusões relevantes apresentadas no final.

## 2 - O SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO DE PASSAGEIROS

### 2.1 - Propriedade

O transporte coletivo de passageiros é considerado, no Brasil e em muitos outros países, um serviço público. Como tal, o poder público pode delegar a operação do mesmo a empresas particulares, através de instrumentos cujas formas mais comuns são a concessão e a permissão. Por meio desses instrumentos tais empresas comprometem-se a prestar um determinado serviço de transporte, pelo qual cobram dos passageiros uma tarifa, de valor fixado pelo poder público concedente, que constitui sua principal fonte de receita.

Em algumas cidades, o próprio poder público realiza os serviços de transporte, diretamente ou através de empresas públicas. Isto ocorre com maior frequência nos meios de transporte urbano de massa, tais como os metrô ou os trens suburbanos. Nesses meios de transporte os altos investimentos exigidos em sua implantação, frente à baixa remuneração proporcionada por tarifas geralmente subsidiadas, contribuem decisivamente para excluir a participação da iniciativa privada.

Existem ainda alguns casos de empresas públicas explorando diretamente o transporte coletivo por ônibus em concorrência às empresas particulares. Embora seja pequeno o número de em-

presas nessas condições, a sua localização em capitais (São Paulo, Rio de Janeiro, Porto Alegre, Recife) ou em grandes cidades (Santos), e o tamanho de suas frotas, bem superior à média das congêneres particulares, fazem com que sua presença não possa ser considerada. Os argumentos, explícitos ou não, comumente apresentados para a existência de empresas públicas são:

- assegurar a oferta regular de serviços em linhas deficitárias que não interessam à iniciativa privada;
- diminuir o poder de pressão dos empresários do transporte coletivo pela existência de uma frota capaz de ser redistribuída em caso de necessidade;
- facilitar a integração, física e tarifária, com os meios de transporte de massa e substituí-los em caso de interrupção;
- permitir melhor avaliação dos custos dos serviços de Transporte, por ocasião de reajustes tarifários.

Certamente esses argumentos podem ser contestados e são, de fato. Ainda que tais razões sejam aceitas, existem outras que contra-indicam a operação dos transportes de passageiros por empresas públicas e que decorrem basicamente da proverbial ineficiência destas empresas nos seus variados aspectos: empreguismo, lentidão de decisões, excessiva burocracia e falta de motivação.

Quanto às empresas particulares, predominantes em número e em oferta de assentos, deve-se destacar a ausência de firmas individuais, como as que existem em grande número no transporte rodoviário de carga. A maior parte das empresas operadoras pode ser classificada como pequenas ou médias mas, ainda assim, é obrigada a atender padrões mínimos impostos pelo poder concedente quanto a sua capacidade técnica (veículos, garagem) e estrutura administrativa.

## 2.2 - Segmentação do mercado

A localização geográfica das linhas regulares de transporte coletivo de passageiros determina qual o órgão competente para outorgar concessões ou permissões, regulamentar os serviços e fiscalizá-los. Esta definição, por sua vez, dá origem à segmentação de mercado freqüentemente utilizada.

Os serviços internacionais são estabelecidos com base em acordos bilaterais (ou multilaterais) de tráfego, cabendo ao DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem a responsabilidade pela observância dos mesmos na parte brasileira. Essas linhas têm importância qualitativa pelo seu caráter internacional, mas pouco representam quantitativamente em termos de volume de tráfego, pois grande parte das pessoas que precisam deslocar-se para outros países da América do Sul optam pelo modo aéreo. Como referência pode-se observar que apenas uma linha como São Paulo-Recife apresenta volume de tráfego quase igual ao total do tráfego internacional (medido em passageiros x quilômetro).

Os serviços interestaduais, também estão sob jurisdição do DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, que possui uma Diretoria de Transportes de Passageiros responsável pela organização, regulamentação e fiscalização desses serviços. Em geral as linhas desse segmento podem ser consideradas médias (de 250km a 750km) ou longas (acima de 750km). Neste caso as viagens não costumam ser de ida e volta no mesmo dia e duram várias horas, sendo interrompidas uma ou mais vezes com paradas para as refeições, ou sendo feitas no período noturno com oferta alternativa de ônibus-leito, além do serviço comum. As características operacionais dessas linhas obrigam as empresas permissionárias a utilizar apenas ônibus do tipo rodoviário (uma só porta, bagageiro, poltronas individuais, banheiro a bordo etc.) e a manter garagens descentralizadas além de serviços de apoio nas estradas ou paradas. No entanto, a jurisdição do DNER alcança também serviços que, embora sendo formalmente interestaduais, têm características regi

onais, locais (menos de 75km de extensão) e mesmo urbanas, interligando cidades vizinhas de ambos os lados de fronteiras estaduais (como Petrolina-PE/Juazeiro-BA, ou Teresina-PI/Timon-MA, ou Rio Negro-PR/Mafra-SC, todas com grande volume de passageiros transportados).

Num terceiro nível têm-se os serviços intermunicipais, constituídos pelas linhas entre cidades do mesmo Estado. O órgão competente para tais serviços é da esfera estadual, sendo, em geral, o Departamento de Estrada de Rodagem respectivo. As linhas intermunicipais de maior movimento são raras vezes longas (acima de 750km), ou mesmo médias (de 250km a 750km). Predominam linhas curtas (de 75km a 250km), locais (menos de 75km) ou de características tipicamente urbanas. Este último caso é muito freqüente nas Regiões Metropolitanas que, por vezes, substituem os DER's, ou colaboram com os mesmos, nas atribuições de regulamentar e fiscalizar as linhas de caráter urbano entre os municípios integrantes da Região Metropolitana. As viagens em linhas locais ou de caráter urbano são tipicamente de ida e volta no mesmo dia, por motivo de trabalho ou estudo, e apresentam picos de demanda diários semelhantes aos das linhas urbanas propriamente ditas. Além disso, muitos passageiros tomam ou deixam o ônibus em pontos intermediários do trajeto. Em decorrência dessas características, muitas destas linhas são operadas por ônibus do tipo urbano (duas portas, roleta, cobrador, assentos para dois passageiros, lugares em pé) em lugar do tipo rodoviário que é adotado para as demais linhas intermunicipais, e que é muito semelhante aos ônibus interestaduais.

O último nível pela ordem, e que sob muitos aspectos é o mais importante, compreende as linhas com origem e destino dentro de um mesmo município. O poder concedente é o próprio município, cuja atuação se dá através de algum órgão da própria Prefeitura ou, de alguma empresa pública, operadora ou não de transporte coletivo. As linhas são quase todas nitidamente urbanas, excetuando-se algumas que atendem áreas rurais ou interligam distritos à sede do município. Os ônibus são do tipo urbano e circulam

sem interrupção ao longo de todo o dia e parte ou toda a noite. A demanda apresenta nítidos picos no início e fim de horário comercial e é de baixa elasticidade em relação à tarifa em função da motivação de viagens ser predominantemente o trabalho.

### 2.3 - Estrutura empresarial

As empresas particulares de transporte coletivo de passageiros são, em geral, pequenas empresas organizadas na forma de sociedades por quotas de responsabilidade limitada, controladas por um único empresário ou grupo familiar. Em muitos casos, tais empresas iniciaram suas atividades no pós-guerra, em decorrência do processo de urbanização e de desenvolvimento industrial verificado no país. Os proprietários foram, por vezes, motoristas dos veículos com os quais as empresas iniciaram seus serviços.

O processo pouco controlado de criação de empresas de transporte permitiu que elas proliferassem em todo o país. No entanto, a partir da década de 70, muitas empresas tiveram dificuldades em expandir o capital na proporção necessária à aquisição de novos ônibus, mais modernos e mais caros, para fazer frente ao rápido crescimento da demanda. Deu-se início então a um processo de fusão ou incorporação de empresas menores pelas maiores. Esse processo foi incentivado pelo poder concedente nos respectivos níveis, na suposição de existirem economias de escala no serviço de transporte e visando melhorar o desempenho do sistema.

No segmento interestadual, algumas empresas alcançaram porte considerável, operando atualmente frotas superiores a mil ônibus. No segmento urbano são menos comuns empresas deste porte. Nas capitais o mercado é dividido em base zonal, o que permite às empresas realizarem seus serviços a partir de uma única garagem, acomodando até duzentos ou trezentos veículos. Nas cidades de porte médio as empresas operam quase sempre em regime de monopólio, com frotas que raramente chegam a cem veículos. A concentração no setor de transporte urbano de passageiros é, todavia, algo maior do que aparenta. Vários empresários são proprietários de diversas

empresas, individualmente ou em conjunto. Existe também uma prática de mútua participação minoritária em empresas concorrentes, o que certamente contribui para a cartelização do sistema de transporte, aumentando o poder de pressão dos empresários sobre o poder concedente.

Apesar do processo de concentração verificado no mercado, o inquérito especial sobre transportes, realizado pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística por ocasião do IX Recenseamento Geral do Brasil, em 1980, cadastrou 1.728 empresas operando no transporte coletivo urbano de passageiros, e 1.259 empresas no segmento rodoviário (intermunicipal e interestadual). Nesse mesmo ano o SERPRO registrava pelo cadastro da TRU - Taxa Rodoviária Única, a existência de cerca de 122.000 ônibus circulando no país. Deduz-se destes valores uma frota média de 40 veículos por empresa. Uma terceira fonte de informação, a EBTU - Empresa Brasileira de Transportes Urbanos, registrava em 1980 a existência de 565 empresas nas capitais estaduais e regiões metropolitanas, operando frota de 43.306 ônibus, resultando a média de 77 ônibus por empresa. Conclui-se, portanto, existir maior concentração nas capitais, embora mantida a ordem de grandeza do tamanho médio das empresas.

### 3 - A OFERTA DE SERVIÇOS DE TRANSPORTE COLETIVO DE PASSAGEIROS

#### 3.1 - Função de custo "translog"

A estrutura de custos em empresas de transporte coletivo de passageiros tem sido objeto de investigação econométrica em diversos países. Em geral, tais estudos são motivados por um mesmo tipo de questão: como assegurar a eficiência econômica em um mercado no qual, pelo seu próprio caráter de serviço público concedido, muitas ou quase todas as formas de concorrência são limitadas pela intervenção do poder concedente. Essa intervenção pode ser, em cada caso, de maior ou menor grau, implicando algumas ou todas as seguintes restrições à concorrência:

- barreiras à entrada de novas firmas;
- regulamentação de tarifas;
- regulamentação de serviços;
- concessão de subsídios.

As análises econométricas desenvolvidas em diversos estudos desse tipo visam estabelecer evidências quanto à existência ou não de economias de escala e de escopo (produção simultânea de serviços regulares e não regulares, urbanos e interurbanos), e medir o grau de substituibilidade entre os fatores de produção. Essas questões têm sido freqüentemente abordadas a partir da estimação de parâmetros de uma função de custo do tipo "translog" (transcendental "logarithmic"), com base em amostras "cross-section", série temporal, ou mista, a partir da qual são obtidas as estatísticas de teste para as diversas hipóteses formuladas. As conclusões obtidas a partir dessas análises podem, então, servir como orientação ao órgão concedente/regulamentador.

A análise da estrutura de produção e custos a partir da calibração de funções especificadas na forma "translog" apresentou seus primeiros resultados positivos quando aplicada ao setor de geração de energia elétrica (Berndt/Wood - 1975 ou Christensen/Greene - 1976, por exemplo). A metodologia foi substancialmente enriquecida e ampliada desde então e encontrou, no setor de transportes, amplas possibilidades de aplicação. Quase sempre o interesse da análise decorre do fato de haver regulamentação no setor, o que limita a concorrência, gerando preocupação quanto à (in) eficiência dos operadores.

No caso do transporte rodoviário podem ser citados alguns trabalhos, cujos procedimentos e resultados podem servir para comparação com os do presente estudo:

- 1) Tauchen/Fravel/Gilbert - 1983 estudam economias de

escala e de escopo, com base em amostra "cross-section" de 340 em presas (das 950 existentes em 1975) americanas envolvidas no trans porte intermunicipal. Os fatores de produção consideradas são: ca pital, trabalho e combustível. O caráter multi-produto dos servi ços é caracterizado pela contabilização distinta do transporte e fetuado: (a) em linhas intermunicipais regulares, (b) por fretamento, (c) em linhas locais, e (d) de escolares. Os autores con cluem pela existência de economia de escopo e também pela presen ça de economia de escala até uma faixa de aproximadamente  $0,5 \times 10^6$  milhas anuais, valor muito próximo da média realizada pelas em presas pertencentes à classe das pequenas.

2) Gillen/Oum - 1984 efetuam análise muito semelhante para as empresas canadenses. A amostra utilizada restringe-se, con tudo a 17 firmas (dentre 65 existentes) escolhidas dentre as 20 maiores empresas de transporte público intermunicipal, responsáveis por 96% da receita do setor. São utilizados dados anuais, do período 1974-1978. Os fatores de produção considerados são: capit al, trabalho e combustível. O nível de produção é medido separadamente, em termos de quantidade física e de receita auferida, pa ra (a) serviço em linhas regulares, (b) serviços fretados, e (c) carga expressa. Os autores concluem pela existência de economia de escopo e pela presença de economias de escala até uma faixa de  $2 \times 10^6$  até  $15 \times 10^6$  milhas anuais (dependendo da composição dos servi ços). Concluem ainda pela existência de forte substituibilidade entre fatores de produção.

3) Berechman/Giuliano - 1984 efetuam suas estimações com base em série temporal de observações trimestrais referentes a 7 anos de operação de uma única empresa da Califórnia (EUA), prestadora de serviços urbanos e interurbanos em área geograficamente restrita, dispondo de 800 ônibus. Os fatores de produção con siderados são: capital, trabalho, combustível e serviços de ma nuten ção. O nível de produção não compreende desagregações e é me dido alternativamente pelo número de milhas percorridas pelos veí culos, ou pela receita auferida no transporte. Conclui-se pela ex ist ência de economia de escala no conceito de receita e pela ine

xistência da mesma no conceito de distância percorrida nos serviços. Quanto à relação entre fatores de produção, capital e trabalho são fracamente complementares (= proporções quase fixas), e serviços de manutenção fortemente complementares em relação a trabalho e combustível. Estes resultados são explicados com base na evolução temporal da tecnologia utilizada. As demais relações são identificadas como de substituibilidade.

4) Berechman - 1983 trabalha semelhantemente com série temporal de observações trimestrais, referentes ao período 1972-1979, a nível agregado de indústria, em Israel. Neste país o setor é altamente concentrado, com apenas duas empresas respondendo por 85% do transporte que, pela geografia e ocupação do país, é urbano ou interurbano com características quase urbanas. O trabalho é prejudicado pela explicitação de apenas dois fatores de produção, capital e trabalho, que são estimados como sendo francamente complementares, o que é um absurdo lógico cuja única interpretação é haver uma rigidez tecnológica na proporção de seus usos. A escala de produção, medida em termos de receita deflacionada, indica a existência de economias, justificando a concentração vigente.

Além desses, outros autores utilizam metodologias semelhantes na análise do transporte rodoviário de carga, tais como:

5) Spady/Friedlaender - 1978

6) Rezende - 1984

7) Harmatuck - 1981.

Também no transporte ferroviário (Caves/Christensen-1980) ou marítimo (Firmino-1982) a análise da produção e custos com base em especificação "translog" tem apresentado resultados proveitosos.

A função de custo "translog" é conveniente para o tipo pro

posto de análise por não fixar "a priori" restrições quanto à homoteticidade e quanto à separabilidade entre fatores, permitindo que hipóteses a este respeito sejam formuladas e testadas com base nos dados. Sendo a tecnologia de transformação do vetor de insumos  $x$  em um vetor de produtos caracterizada por uma função de produção implícita.

$$f(q_1, q_2 \dots q_m, x_1, x_2 \dots x_n) = 0$$

basta que  $f$  seja estritamente convexa nos insumos para que seja garantida a existência e unicidade de uma função de custo dual de  $f$ . Esta função é escrita genericamente como

$$C = g(q_1, \dots, q_m, p_1, p_2 \dots p_n)$$

onde  $p$  é o vetor de preços dos insumos e  $C$  é o custo total, dado pela identidade:

$$C = \sum_{i=1}^n p_i x_i$$

A função  $g$  deverá ser contínua, não decrescente, côncava e homogênea de grau um nos preços dos insumos.

A função de custo do tipo "translog" permite atender todas estas exigências.

Sua forma geral é:

$$C = \alpha_0 + \sum_{j=1}^m \alpha_j Q_j + \sum_{i=1}^n \beta_i P_i + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^m \delta_{jl} Q_j Q_l + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n \gamma_{ik} P_i P_k + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \rho_{ij} P_i Q_j$$

onde  $C$  é o logaritmo natural do custo total ( $C = \ln c$ )

$Q_j$  é o logaritmo natural da quantidade do produto  $j$  ( $Q_j = \ln q_j$ )

$P_i$  é o logaritmo natural do preço do insumo  $i$  ( $P_i = \ln p_i$ )

sendo impostas as condições de

a) simetria

$$\delta_{j\ell} = \delta_{\ell j} \quad , \quad j = 1 \dots m, \ell = 1 \dots m$$

$$\gamma_{ik} = \gamma_{ki} \quad , \quad i = 1 \dots n, k = 1 \dots n$$

b) homogeneidade de grau um nos preços dos insumos

$$\sum_{i=1}^n \beta_i = 1$$

$$\sum_{k=1}^n \gamma_{ik} = 0 \quad , \quad i = 1 \dots n$$

$$\sum_{i=1}^n \rho_{ij} = 0 \quad , \quad j = 1 \dots m$$

A função é contínua para valores estritamente positivos de quantidades e preços. Diferenciando-a em relação aos preços dos insumos e usando o lema de Shephard obtém-se

$$\frac{\partial C}{\partial P_i} = \frac{\partial \ln c}{\partial \ln p_i} = \frac{\partial c}{\partial p_i} \frac{P_i}{c} = \frac{x_i P_i}{c} = S_i \quad i = 1 \dots n$$

onde  $x_i$  é a quantidade do insumo  $i$  que minimiza  $c$  e  $S_i$  é a parcela ("share") do custo de produção devida ao insumo  $i$ .

Aplicando a diferenciação obtém-se o sistema de equações:

$$S_i = \frac{x_i p_i}{c} = \beta_i + \sum_{k=1}^n \gamma_{ik} \ln p_k + \sum_{j=1}^m p_{ij} \ln q_j$$

ou:

$$S_i = \beta_i + \sum_{k=1}^n \gamma_{ik} p_k + \sum_{j=1}^m p_{ij} q_j \quad i = 1 \text{ --- } n$$

A consideração explícita dessas equações no procedimento de estimação permite trabalhar com um maior número de graus de liberdade sem aumentar o número de parâmetros a estimar.

A especificação da função de custo do tipo "translog" permite calcular as elasticidades parciais de substituição de Allen entre os fatores  $i$  e  $k$ , na forma:

$$\sigma_{ii} = \frac{\gamma_{ii} + S_i^2 - S_i}{S_i^2} \quad i = 1 \text{ --- } n$$

e

$$\sigma_{ik} = \sigma_{ki} = \frac{\gamma_{ik} + S_i S_k}{S_i S_k} \quad i, k = 1 \text{ --- } n$$

Os insumos  $i$  e  $k$  serão substitutos se  $\sigma_{ik} > 0$  e complementares se  $\sigma_{ik} < 0$ . Se  $\sigma_{ik} = 0$ , a proporção entre os insumos  $i$  e  $k$  é fixa no processo produtivo.

As auto-elasticidades e as elasticidades cruzadas das quantidades dos insumos em relação aos preços são definidas por:

$$\epsilon_{ik} = \frac{\partial \ln x_i}{\partial \ln p_k} \quad i, k = 1 \text{ --- } n$$

sendo calculadas a partir das elasticidades parciais de substituição por:

$$\epsilon_{ik} = \sigma_{ik} S_k \quad i, k = 1 \dots n$$

Observe-se que a simetria entre  $\epsilon_{ik}$  e  $\epsilon_{ki}$  não é necessariamente preservada.

A existência ou não de economias de escala é determinada por:

$$\frac{\partial \ln c}{\partial \ln q_j} = \left( \frac{\partial c}{\partial q_j} \cdot \frac{q_j}{c} \right) = \alpha_j + \sum_{\ell=1}^m \delta_{j\ell} \ln q_\ell + \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln p_i$$

A função de custo do tipo "translog" engloba, como casos particulares, diversas outras especificações mais restritivas da função custo, que podem ser objeto de teste estatístico. Dentre estas hipóteses restritivas são especialmente importantes:

- estrutura homotética  $\rightarrow (p_{ij} = 0)$
- separabilidade linear  $\rightarrow (\gamma_{ik} = 0)$

No presente estudo as funções custo serão estimadas considerando os serviços de transporte coletivo de passageiros fornecido pelas empresas como produto único ( $m=1$ ), sendo tomados explicitamente quatro fatores de produção ( $n=4$ ): energia (E), trabalho (T), capital (C) e manutenção (M).

Na prática, existem empresas de transporte coletivo de passageiros que são multi-produtoras, vendendo também outros serviços tais como transporte fretado ou transporte de carga. Essa possibilidade será tratada a nível da base de dados, eliminando-se da amostra as empresas em que receitas provenientes de outros serviços tenham grande participação na formação da receita total.

Como em todo problema de transporte, a quantidade de serviço produzida no TCP não será necessariamente igual à quantidade de serviço consumida, e ambas poderão ser objeto de medição por diversos critérios. A indivisibilidade da oferta decorrente do tamanho fixo dos veículos faz com que o serviço ofertado seja apenas em parte aproveitado.

Do ponto de vista da quantidade produzida, algumas medidas técnicas possíveis são:

- veículos x hora,
- veículos x quilômetro,
- assento x quilômetro,

onde a primeira converte-se na segunda por um fator de velocidade, e a segunda na terceira por um fator de capacidade dos veículos.

Do ponto de vista de utilização da oferta, a medida correspondente a uma dada produção de assentos x quilômetro é o número de passageiros x quilômetro. Se a etapa de viagem dos passageiros for relativamente uniforme entre as diversas linhas, o número de passageiros transportados será também uma medida adequada de utilização. Essa simplificação pode, em geral, ser aceita no caso do transporte coletivo de passageiros urbano (TCPU), mas será sofrível para o segmento rodoviário, pela diversidade das extensões de suas linhas.

Uma outra medida da quantidade de serviço ofertada e utilizada é dada pela receita proveniente dos serviços de TCP. No caso urbano, pratica-se muitas vezes o sistema de tarifa única, decorrente de relativa uniformidade entre as linhas. Neste caso, a receita será diretamente proporcional ao número de passageiros transportados. Entretanto, no caso interurbano de forma geral, e

no caso urbano com linhas heterogêneas, a tarifa é fixada em base quilométrica. Nessas situações, a receita dos serviços de TCP será uma medida da quantidade de serviço ofertada e utilizada melhor do que o número de passageiros transportados.

Neste estudo, não sendo disponíveis informações de quilometragem (a não ser indiretamente, pelo consumo de combustível, o que prejudicaria outros tipos de análise), a quantidade de serviço ofertada e utilizada será medida alternativamente pelos passageiros transportados ou pela receita gerada neste transporte, para o caso urbano, e apenas por este último critério no caso interurbano.

O custo de produção é obtido por soma das despesas com cada um dos insumos considerados: energia, trabalho, capital e manutenção. Essas mesmas despesas, divididas por seus índices de quantidade respectivos, levam à determinação dos preços médios "ex-post", pelos quais cada empresa adquiriu os insumos necessários à produção dos serviços. Detalhes de definição das variáveis são comentados na seção seguinte:

### 3.2 - Base de dados

As funções de custo foram estimadas com base em amostra "cross-section" a nível de empresas, referentes ao exercício de 1980. Os dados pertinentes a cada empresa têm por origem um dos inquéritos especiais de 1980 (IE-03 - TRANSPORTES), do IX Recenseamento Geral do Brasil realizado pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Os arquivos de dados montados a partir destas informações censitárias contêm observações referentes a 1.728 empresas de TCP Urbano de 1.259 empresas de TCP Rodoviário.

Com base nos arquivos originais foram montados dois arquivos de trabalho:

CUSTURB - contendo as informações necessárias ao estudo da função de custo do segmento urbano do TCP;

CUSTROD - contendo as informações necessárias ao estudo da função de custo do segmento interurbano (rodoviário) do TCP.

Os arquivos de trabalho para o estudo da oferta de TCP foram montados incluindo todas as empresas de transporte de passageiros que satisfizessem simultaneamente aos seguintes critérios:

- o período de referência dos dados iniciasse em 01/01/80 e terminasse em 31/12/80;

- o total de receitas operacionais não excedesse em mais do que 50% a receita com transporte de passageiros;

- o total de veículos de transporte movidos a óleo Diesel não excedesse em mais do que 50% o número de ônibus Diesel na frota;

- o número de ônibus diesel na frota fosse igual ou superior a dez unidades.

O primeiro desses critérios visa assegurar a homogeneidade das informações, eliminando distorções de caráter sazonal a que poderiam estar sujeitos os dados com períodos de referência menores, e evitando-se assim precisar corrigir os valores monetários.

O segundo critério tem o propósito de excluir da amostra empresas em que receitas de outros tipos de transporte (carga, fretamento) tenham participação muito forte na economia da empresa; o terceiro critério tem o propósito similar de excluir da amostra empresas em que a composição da frota seja muito diferenciada (incluindo caminhões de diversos tipos, microônibus, auto-socorro, etc.), caracterizando a importância de outros serviços.

O último critério exclui da amostra empresas excessivamente pequenas, supondo que as mesmas sejam em geral menos organizadas e forneçam informações de menor confiabilidade e, ao mesmo

tempo, considerando a pequena importância relativa dessas empresas num mercado que tende cada vez mais à concentração.

Dentre todas as empresas com registros nos arquivos censitários originais, apenas 608 no segmento urbano e 641 no interurbano satisfizeram os quatro critérios acima descritos. Os dados sobre essas empresas foram então utilizados para montar os arquivos de trabalho CUSTURB e CUSTROD.

Das observações contidas em cada um dos arquivos de trabalho foram a seguir excluídas as observações incompletas (com "missing values") e aquelas que apresentassem utilização nula de algum dos insumos, pois resultariam em pontos de descontinuidade na especificação "translog" da função custo. Após tais exclusões, as amostras ficaram reduzidas a 531 observações no arquivo CUSTURB e 543 no arquivo CUSTROD.

Ao comparar as estatísticas básicas de ambos os arquivos, contudo, foi surpresa encontrar-se o transporte de 615,3 pessoas em média, por ônibus, por dia, no segmento urbano e de 681,9 pessoas em média, por ônibus, por dia, no segmento rodoviário. A ordem de grandeza destes valores, embora aceitável para o transporte urbano é inconcebível, como média, para o transporte rodoviário, que envolve etapas mais longas. Após algum trabalho de investigação sobre os dados chegou-se à origem de tal paradoxo: no preenchimento de quase todos os campos do inquérito, os valores são dados em unidades, enquanto que o número de passageiros transportados deve ser indicado em milhares. Em alguns poucos casos, a questão de unidade confundiu as empresas que, em consequência, informaram transporte de ordem de grandeza 1.000 vezes superior ao efetivamente realizado. As observações em que esse tipo de erro foi identificado (uma no urbano e seis no interurbano) e que eram responsáveis por distorções extremas nas estatísticas básicas e nas regressões posteriormente efetuadas, foram então excluídas. As amostras finais resultaram, portanto, em 530 observações úteis no arquivo CUSTURB e 537 no arquivo CUSTROD, com os índices de transporte por ônibus, por dia, caindo para os valores médios, plenamente aceitáveis de 535,9 e de 135,9, respectivamente.

Os arquivos foram montados contendo as seguintes variáveis:

- CODMUN - código do município onde a empresa está estabelecida;
- SEQCIAL - código seqüencial de identificação da empresa;
- DEPRAM - despesas de depreciação e amortização;
- IMTRAN - imobilizado em meios de transporte;
- TRIPET - tripulação e pessoal de tráfego (masculino + feminino);
- SALTPT - salário pago à tripulação e pessoal de tráfego;
- DESPMA - despesa de manutenção incluindo: salário pago ao pessoal de manutenção, despesas com peças e acessórios, pneus, materiais auxiliares, serviços prestados na empresa e serviços prestados por terceiros;
- DESPTO - despesa operacional total (inclui licenciamento, seguro, indenizações, etc.);
- DIESEL - consumo de diesel em milhares de litros;
- VALDIE - despesa com compra de óleo diesel;
- RECTRP - receita do transporte de passageiros;
- PAXTRP - total de passageiros transportados (em milhares);
- MICRO - número de microônibus diesel na frota;

ÔNIBUS - número de ônibus diesel na frota.

Outras variáveis são definidas a partir destas:

$CUSTO = DEPRAM + SALTPT + DESPMA + VALDIE$

que é o valor tomado como custo total de produção;

$SHAREE = VALDIE/CUSTO$

que é a participação do insumo energia (óleo diesel) no custo total;

$SHAREC = DEPRAM/CUSTO$

que é a participação do insumo capital no custo total;

$SHARET = SALTPT/CUSTO$

que é a participação do insumo trabalho no custo total;

$SHAREM = DESPMA/CUSTO$

que é a participação do insumo manutenção no custo total;

$PRECOE = VALDIE/DIESEL$

que é o preço médio do insumo energia pago pela empresa;

$PRECOC = DEPRAM/ÔNIBUS$

que é o preço médio do insumo capital pago pela empresa;

$PRECOT = SALTPT/TRIPET$

que é o salário médio de tripulação e pessoal de tráfego pago pela empresa; e

$PRECOM = DESPMA/ÔNIBUS$

que é o preço médio do insumo manutenção pago pela empresa.

### 3.3 - Estatísticas básicas

A partir das amostras de dados de empresas operadoras de transporte coletivo de passageiros contidas nos arquivos CUSTURB e CUSTROD, para os segmentos urbano e rodoviário, respectivamente, foram calculadas as estatísticas básicas das variáveis primárias, constantes da Tabela 3-1 a seguir.

Uma primeira análise dos valores constantes dessa tabela permite verificar uma razoável semelhança no tamanho médio das empresas de ambos os segmentos. Isto pode ser constatado para quase todas as variáveis listadas. As principais diferenças ocorrem quanto ao número de passageiros transportados e quanto ao número de empregados nas funções de tripulação e pessoal de tráfego, e respectivos salários. A razão destas diferenças é facilmente compreendida comparando as médias de algumas variáveis auxiliares convenientemente definidas. Assim, tem-se que:

1) o número de passageiros transportados por veículo, por dia, é definido por:  $PXVDIA = \frac{1}{365} \times \frac{PAXTRP \times 1.000}{ONIBUS}$ , esta variável, calculada para as empresas de ambas as amostras, revelou uma média de 535,9 passageiros/veículo x dia, no transporte urbano, e de 135,9 passageiros/veículo x dia, no transporte rodoviário; a diferença é evidentemente devida à maior lotação e à taxa de renovação mais elevada comumente verificadas no transporte urbano; ainda assim, o valor médio obtido para o segmento rodoviário significa o transporte diário de cerca de quatro vezes a lotação (passageiros sentados) do ônibus rodoviário típico, indicando a predominância de trajetos relativamente curtos na amostra;

2) a tarifa média recebida por cada empresa é facilmente calculada por:  $TARIFA = \frac{RECTRP}{PAXTRP \times 1.000}$ ; esta variável, calculada para as empresas de ambas as amostras, apresentou uma tarifa média de Cr\$ 36,03 para o transporte urbano e de Cr\$ 86,34 para o transporte rodoviário, confirmando a predominância neste último segmento de trajetos curtos;

Tabela 3-1 - Estatísticas básicas das variáveis primárias das amostras de empresas de TCPU e de TCPR\*

VARIÁVEL	DEFINIÇÃO	URBANO		RODOVIÁRIO					
		MÉDIA	DESVIO	MÉDIA	DESVIO				
DEPRAM	Despesas de depreciação e de amortização	0,1058	€08	0,2973	€08	0,1056	€08	0,1774	€08
TRIPET	Tripulação e pessoal de tráfego	224,1		554,7		123,0		204,9	
SALTPT	Salário pago a tripulação e pessoal de tráfego	0,2657	€08	0,9567	€08	0,1508	€08	0,3107	€08
DESPMA	Despesas de manutenção (material + mão-de-obra)	0,2242	€08	0,8116	€08	0,2179	€08	0,5123	€08
DIESEL	Volume de óleo Diesel consumido (mil litros)	1749		3688		1619		3223	
VALDIE	Despesa com compra de óleo Diesel	0,2567	€08	0,4930	€08	0,2511	€08	0,4845	€08
RECTRP	Receita do transporte de passageiros	0,1111	€09	0,2355	€09	0,1055	€09	0,2147	€09
PAXTRP	Milhares de passageiros transportados	14280		28510		3206		5469	
ÔNIBUS	Número de Ônibus Diesel na frota	68,66		121,0		60,69		81,29	
Tamanho da amostra		530		537					

\* Elaborada a partir de dados do Inquérito Especial IE-03, Recenseamento Geral - 1980, Fundação IBGE.

3) a proporção entre a mão-de-obra direta, constituída por tripulação e pessoal de tráfego, e o número de ônibus na frota de cada empresa, também apresenta diferenças significativas entre os dois segmentos; esta proporção, definida pela variável auxiliar TRIONI =  $\frac{\text{TRIPET}}{\text{ONIBUS}}$  apresentou os seguintes valores médios: 2,780 para o transporte urbano e 1,845 para o rodoviário; a razão principal da diferença é a presença de cobrador no interior do veículo, o que ocorre quase na totalidade das linhas urbanas, e a sua ausência na maior parte das linhas rodoviárias.

Outros aspectos importantes para validação das amostras utilizadas são depreendidos da análise das estatísticas básicas referentes às variáveis de preço e de participação nos custos, já definidas anteriormente por:

$$\text{CUSTO} = \text{DEPRAM} + \text{SALTPT} + \text{VALDIE} + \text{DESPMA},$$

$$\text{SHAREE} = \frac{\text{VALDIE}}{\text{CUSTO}};$$

$$\text{SHAREC} = \frac{\text{DEPRAM}}{\text{CUSTO}};$$

$$\text{SHARET} = \frac{\text{SALTPT}}{\text{CUSTO}};$$

$$\text{SHAREM} = \frac{\text{DESPMA}}{\text{CUSTO}};$$

$$\text{PRECOE} = \frac{\text{VALDIE}}{\text{DIESEL}};$$

$$\text{PRECOC} = \frac{\text{DEPRAM}}{\text{ONIBUS}};$$

$$\text{PRECOT} = \frac{\text{SALTPT}}{\text{TRIPET}};$$

$$\text{PRECOM} = \frac{\text{DESPMA}}{\text{ONIBUS}}$$

Para estas variáveis, as estatísticas básicas calculadas para as amostras dos segmentos urbano e rodoviário apresentaram os valores da Tabela 3-2.

Observa-se, nessa tabela, uma composição de custos semelhante em ambos os segmentos. A maior diferença está na participação do fator trabalho, referente à tripulação e pessoal de tráfego: pela ausência de cobrador, o transporte de caráter rodoviário apresenta menor participação desse item no custo total, em relação ao transporte urbano. Em consequência da redução no fator

Tabela 3-2 - Estatísticas básicas das variáveis de preço e de participação nos custos

VARIÁVEL	DEFINIÇÃO	URBANO		RODOVIÁRIO					
		MÉDIA	DESVIO	MÉDIA	DESVIO				
SHAREE	Participação do fator energia nos custos	0,3420	0,07723	0,3560	0,07660				
SHAREC	Participação do fator capital nos custos	0,1285	0,07844	0,1606	0,09039				
SHARET	Participação do fator trabalho nos custos	0,2709	0,08999	0,1953	0,07913				
SHAREM	Participação do fator manutenção nos custos	0,2586	0,07659	0,2880	0,08812				
PRECOE	Preço implícito do fator energia	0,1556	€05	0,2619	€04	0,1613	€05	0,3062	€04
PRECOC	Preço implícito do fator capital	0,1314	€06	0,1053	€06	0,1654	€06	0,1157	€06
PRECOT	Preço implícito do fator trabalho	0,1024	€06	0,3636	€05	0,1106	€06	0,4539	€05
PRECOM	Preço implícito do fator manutenção	0,2646	€06	0,1320	€06	0,3018	€06	0,1655	€06

trabalho, todos os demais fatores apresentam participação relativa mais elevada no segmento rodoviário do que no segmento urbano. Esta elevação não se dá, entretanto, de maneira uniforme: o fator capital apresenta uma diferença (urbano x rodoviário) na participação relativa consideravelmente maior que os demais. Isto não constitui surpresa, uma vez que os ônibus rodoviários são mais caros do que os ônibus urbanos, o que pode ser confirmado pelos respectivos preços implícitos do fator capital.

Quanto aos preços implícitos dos demais fatores, observam-se sempre valores maiores para o segmento rodoviário. No caso dos preços de manutenção, a diferença é, em grande parte, atribuível à própria diferença no preço dos veículos, com reflexo no preço de componentes e peças de reposição. No caso do preço do trabalho, o salário médio dos motoristas rodoviários costuma ser maior do que o de seus colegas empregados no transporte urbano. Além disto, a inclusão dos cobradores na tripulação, no caso urbano, tem como efeito uma redução no preço que é computado com base na mesma.

Uma primeira avaliação da interação entre os fatores pode ser obtida com base nas matrizes de coeficientes de correlação, calculadas tanto para as variáveis de preço como para as variáveis de participação nos custos; estas matrizes são apresentadas nas Tabelas 3-3 e 3-4, respectivamente. Dada sua estrutura simétrica, foram colocados sempre acima da diagonal principal os valores obtidos para o segmento urbano e, abaixo da mesma, os valores obtidos para o segmento rodoviário.

Da observação dos coeficientes de correlação entre os preços implícitos dos fatores, apresentados na Tabela 3-3, cabe ressaltar que:

- os coeficientes de correlação são, em geral, não significativos para os pares de preços, nos dois segmentos;

Tabela 3-3 - Matrizes de coeficientes de correlação entre os preços implícitos dos fatores utilizados pelas empresas de transporte coletivo de passageiros

	URBANO				
RODOVIÁRIO		PRECOE	PRECOC	PRECOT	PRECOM
PRECOE		1,000	-0,0608	-0,1187	-0,0613
PRECOC		0,0084	1,000	0,0667	0,2844
PRECOT		-0,0912	0,1146	1,000	0,2389
PRECOM		-0,0021	0,2692	0,2545	1,000

Tabela 3-4 - Matrizes de coeficientes de correlação entre as participações dos fatores no custo das empresas de transporte coletivo de passageiros

	URBANO				
RODOVIÁRIO		SHAREE	SHAREC	SHARET	SHAREM
SHAREE		1,000	-0,3239	-0,3562	-0,2583
SHAREC		-0,3425	1,000	-0,3875	-0,2415
SHARET		-0,2116	-0,3652	1,000	-0,4190
SHAREM		-0,3284	-0,3998	-0,3392	1,000

- Os maiores coeficientes, em ambos os segmentos, ocorrem entre os preços implícitos de capital e de manutenção, o que pode ser explicado pelo fato de peças de reposição, cujos custos são contabilizados dentro do item manutenção, terem seus preços vinculados aos preços dos ônibus, que definem, através da depreciação, o item capital;

- outros coeficientes de mesma ordem de grandeza, em ambos os segmentos, são verificados entre os preços implícitos de trabalho e de manutenção, o que provavelmente ocorre em função da vinculação existente entre os salários pagos aos tripulantes (motoristas e cobradores) e pessoal de tráfego, contabilizados no fator trabalho, e os salários pagos ao pessoal de oficina, incluídos no fator manutenção.

Já os coeficientes de correlação entre as participações dos fatores no custo total revelam-se todos negativos, como seria de esperar, e com ordem de grandeza semelhante, em geral, seja entre pares, seja entre os segmentos.

### 3.4 - Estimações para o segmento urbano

Nesta segunda etapa, conforme previsto no relatório anterior, foram efetuadas as estimas de sistema completo (função custo + equações de participação) tanto para o segmento urbano como para o segmento rodoviário. Em ambos os casos, o nível de produção foi medido por duas variáveis diferentes: número de passageiros transportados (PAXTRP) e receita auferida no transporte de passageiros (RECTRP). A restrição de homogeneidade de grau um nos preços foi, como na etapa anterior, implicitamente imposta, utilizando-se o preço de manutenção (PRECOM) para normalização dos demais.

Na Tabela 3-5 são apresentados os resultados das estimas conjuntas para o segmento urbano. Os coeficientes referentes a manutenção, apresentados entre colchetes, foram obtidos aplicando as condições de homogeneidade.

Tabela 3-5 - Resultados de Estimação conjunta da função custo e das equações de participação, no transporte coletivo de passageiros urbano.

VARIÁVEL	COEFICIENTE	1º SISTEMA			2º SISTEMA		
		VALOR ESTIMADO	DESVIO PADRÃO	ESTATÍSTICA T	VALOR ESTIMADO	DESVIO PADRÃO	ESTATÍSTICA T
$\ln PAXTRP$	$\alpha_p$	-1,210	0,04687	-25,81	-	-	-
$\ln RECTRP$	$\alpha_r$	-	-	-	-0,4161	0,1151	-3,617
$\ln PRECOE$	$\beta_e$	0,3627	0,04878	7,434	0,5379	0,07481	7,191
$\ln PRECOC$	$\beta_c$	0,2457	0,04114	5,972	0,2466	0,05920	4,165
$\ln PRECOT$	$\beta_t$	-0,2069	0,04892	-4,228	-0,3621	0,07137	-5,074
$\ln PRECOM$	$\beta_n$	[0,5985]	-	-	[0,5776]	-	-
$(\ln PAXTRP)^2$	$\frac{1}{2} \delta_{pp}$	0,2365	0,00576	41,08	-	-	-
$(\ln RECTRP)^2$	$\frac{1}{2} \delta_{rr}$	-	-	-	0,07518	0,00664	11,32
$(\ln PRECOE) (\ln PAXTRP)$	$\rho_{ep}$	0,02269	0,00634	3,581	-	-	-
$(\ln PRECOE) (\ln RECTRP)$	$\rho_{er}$	-	-	-	0,00430	0,00499	0,8634
$(\ln PRECOC) (\ln PAXTRP)$	$\rho_{cp}$	-0,01695	0,00494	-3,431	-	-	-
$(\ln PRECOC) (\ln RECTRP)$	$\rho_{cr}$	-	-	-	-0,00650	0,00352	-0,1847
$(\ln PRECOT) (\ln PAXTRP)$	$\rho_{tp}$	0,05036	0,00608	8,286	-	-	-
$(\ln PRECOT) (\ln RECTRP)$	$\rho_{tr}$	-	-	-	0,03473	0,00448	7,810
$(\ln PRECOM) (\ln PAXTRP)$	$\rho_{np}$	[-0,05610]	-	-	-	-	-
$(\ln PRECOM) (\ln RECTRP)$	$\rho_{mr}$	-	-	-	[-0,03253]	-	-
$(\ln PRECOE) (\ln PRECOC)$	$\frac{1}{2} (\gamma_{ec} + \gamma_{ce})$	-0,01946	0,00758	-2,566	-0,01311	0,00468	-2,805
$(\ln PRECOE) (\ln PRECOT)$	$\frac{1}{2} (\gamma_{et} + \gamma_{te})$	-0,04497	0,01491	-3,016	-0,04429	0,00932	-4,753
$(\ln PRECOE) (\ln PRECOM)$	$\frac{1}{2} (\gamma_{em} + \gamma_{me})$	[-0,14617]	-	-	[0,1616]	-	-
$(\ln PRECOC) (\ln PRECOT)$	$\frac{1}{2} (\gamma_{ct} + \gamma_{tc})$	-0,02345	0,00701	-3,345	-0,01609	0,00429	-3,754
$(\ln PRECOC) (\ln PRECOM)$	$\frac{1}{2} (\gamma_{cm} + \gamma_{mc})$	[-0,06327]	-	-	[-0,08576]	-	-
$(\ln PRECOT) (\ln PRECOM)$	$\frac{1}{2} (\gamma_{tm} + \gamma_{mt})$	[-0,18898]	-	-	[-0,19662]	-	-
$(\ln PRECOE)^2$	$\frac{1}{2} \gamma_{ee}$	0,1053	0,01993	5,285	0,1095	0,01280	8,554
$(\ln PRECOC)^2$	$\frac{1}{2} \gamma_{cc}$	0,05309	0,00517	10,28	0,05748	0,00316	18,17
$(\ln PRECOT)^2$	$\frac{1}{2} \gamma_{tt}$	0,1287	0,01692	7,607	0,1285	0,01038	12,38
$(\ln PRECOM)^2$	$\frac{1}{2} \gamma_{mm}$	[0,1992]	-	-	[0,2220]	-	-
CONSTANTE	$\alpha_0$	7,904	2,033	38,88	2,205	1,004	2,196
COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO	$R^2$	0,9923	-	-	0,9971	-	-
SOMA DOS QUADRADOS DOS RESÍDUOS	$\Sigma e^2$	76,49	-	-	28,67	-	-

Observa-se que os coeficientes são quase todos altamente significativos, e que ambos os sistemas de equações apresentam elevados coeficientes de determinação.

A partir dos coeficientes estimados e dos valores médios das participações no custo total (Tabela 3-2) são obtidas as estimativas de elasticidades parciais de substituição de Allen. Estas elasticidades são apresentadas na Tabela 3-6, com as estimativas acima das diagonais referentes ao primeiro sistema (nível de produção medido por passageiros transportados), e as abaixo das diagonais referentes ao segundo sistema (nível de produção medido por receita auferida no transporte).

Observam-se as seguintes relações de substituibilidade/complementaridade com base nos valores da Tabela 3-6:

- os fatores energia, capital e trabalho são sempre substitutos entre si, sob ambos os critérios de medição do nível de produção;

- o fator manutenção é complementar aos demais três fatores;

- apenas o insumo energia tem a auto-elasticidade de substituição com sinal consistentemente correto (negativo) enquanto o fator capital só quando o nível de produção é medido pelo número de passageiros transportados.

Estes resultados conflitam parcialmente com os que são obtidos na estimação isolada da função custo. As principais diferenças ocorrem em relação ao fator manutenção que, na estimação isolada, é identificado como substituto de energia e de capital, e que, na estimação do sistema completo, resulta complementar em relação a ambos. Este resultado, que não corresponde à expectativa decorrente da prática, deve ser atribuído à imperfeição da medida de preço do fator manutenção. De fato, observando a definição de tal preço:

Tabela 3-6 - Estimativas de elasticidades parciais  $\sigma_{ik}$  de substituição de Allen, para valores médios de participações nos custos (segmento urbano)

i \ k					SHARE <sub>i</sub>
	E	C	T	M	
E	-0,123 -0,052	0,557 0,702	0,515 0,522	-0,653 -0,827	0,3420
C	0,557 0,702	-0,352 0,180	0,326 0,538	-0,904 -1,581	0,1285
T	0,515 0,522	0,326 0,538	0,816 0,811	-1,698 -1,807	0,2709
M	-0,653 -0,827	-0,904 -1,581	-1,698 -1,807	3,091 3,772	0,2586

E - Energia  
 C - Capital  
 T - Trabalho  
 M - Manutenção

$$\text{PRECOM} = \frac{\text{DESPMA}}{\text{ÔNIBUS}}$$

percebe-se que o mesmo sendo uma razão entre as despesas de manutenção e o número de ônibus na frota, é na verdade um múltiplo aproximado do verdadeiro preço, que seria definido pela razão entre as despesas de manutenção e a quantidade de insumos empregados nessa atividade. A dificuldade de medição decorrente da heterogeneidade da composição do fator manutenção (mão-de-obra + peças + serviços) impediu a adoção da definição apropriada, optando-se pela definição utilizada, que só será uma boa aproximação na medida em que a razão entre a quantidade de insumos de manutenção utilizados e o número de ônibus na frota for razoavelmente estável.

Quanto à auto-elasticidade do fator trabalho, pode-se cogitar uma explicação satisfatória para seu sinal positivo: é justamente nas cidades onde a força de trabalho é mais organizada que as empresas são obrigadas a pagar maiores salários e, simultaneamente, atender cláusulas de contrato coletivo, que implicam em maior utilização de mão-de-obra.

A partir das estimativas de elasticidades parciais de substituição de Allen, calculam-se as estimativas de auto-elasticidades e de elasticidades cruzadas  $\epsilon_{ik}$  das quantidades dos insumos em relação aos preços, referentes aos valores médios de participação nos custos, conforme apresentado na Tabela 3-7, seguir, com as estimativas para o 1º e o 2º sistemas (nível de produção medido por passageiros ou por receita), respectivamente, acima e abaixo das diagonais.

Examinando os valores estimado da Tabela 3-7 observa-se que, excetuando o insumo manutenção, já comentado, as elasticidades calculadas para os demais insumos são relativamente pequenas, evidenciando uma rigidez tecnológica na produção do transporte coletivo de passageiros urbano.

Tabela 3-7 - Estimativas de autoelasticidades e de elasticidades cruzadas  $\epsilon_{ik}$  das quantidades dos insumos em relação aos preços, para valores médios de participação nos custos (segmento urbano)

i \ k	E	C	T	M
E	-0,042 -0,018	0,072 0,090	0,140 0,141	-0,169 -0,214
C	0,190 0,240	-0,045 0,023	0,088 0,146	-0,234 -0,409
T	0,176 0,179	0,042 0,069	0,221 0,220	-0,439 -0,467
M	-0,223 -0,282	-0,116 -0,203	-0,460 -0,490	0,799 0,975

E - Energia  
 C - Capital  
 T - Trabalho  
 M - Manutenção

Uma última questão analisada para o segmento urbano é a de existência ou não de economia de escala. Com a escala de produção medida pelo número de passageiros (PAXTRP) tem-se:

$$\begin{aligned}\epsilon_p &= \frac{\partial \ln \text{CUSTO}}{\partial \ln \text{PAXTRP}} = \left( \frac{\partial \text{CUSTO}}{\partial \text{PAXTRP}} \cdot \frac{\text{PAXTRP}}{\text{CUSTO}} \right) = \\ &= \alpha_p + \rho_{ep} (\ln \text{PRECOE}) + \rho_{cp} (\ln \text{PRECOC}) + \\ &+ \rho_{tp} (\ln \text{PRECOT}) + \rho_{mp} (\ln \text{PRECOM}) + \frac{1}{2} \delta_{pp} (\ln \text{PAXTRP})\end{aligned}$$

Para os valores médios dos preços dos insumos tem-se:

$$\epsilon_p = -1,310 + 0,2365 (\ln \text{PAXTRP})$$

significando que a elasticidade  $\epsilon_p$  será unitária para um valor de  $\ln \text{PAXTRP} = 9,767$ , o que corresponde a um volume de cerca de 17.456 milhares de passageiros transportados anualmente. Assim, existirão economias de escala, até um nível de atividade que pode ser alcançado no transporte urbano com cerca de 90 ônibus, resultado que parece corresponder à realidade do setor.

Com a escala de produção medida pela receita auferida (RECTRP) a equação análoga será:

$$\begin{aligned}\epsilon_r &= \frac{\partial \ln \text{CUSTO}}{\partial \ln \text{RECTRP}} = \left( \frac{\partial \text{CUSTO}}{\partial \text{RECTRP}} - \frac{\text{RECTRP}}{\text{CUSTO}} \right) = \\ &= \alpha_r + \rho_{er} (\ln \text{PRECOE}) + \rho_{cr} (\ln \text{PRECOC}) + \\ &+ \rho_{tr} (\ln \text{PRECOT}) + \rho_{mr} (\ln \text{PRECOM}) + \frac{1}{2} \rho_{rr} (\ln \text{RECTRP})\end{aligned}$$

Para os valores médios dos preços dos insumos resulta

$$\epsilon_r = -0,4567 + 0,0752 \ln(\text{RECTRP})$$

significando que a elasticidade  $\epsilon_r$  será unitária para um valor de  $\ln \text{RECTRP} = 19,371$ , o que corresponde a uma receita anual de Cr\$ 258,65 milhões frente à receita média da amostra (Cr\$ 111,1 milhões), confirmando a existência de economias de escala até um certo nível de atividade cerca de 150% superior à média das empresas.

### 3.5 - Estimações para o segmento rodoviário

Para o segmento rodoviário, a medição do nível de produção pela receita auferida no transporte (RECTRP) é conceitualmente preferível à medição pelo número de passageiros transportados (PAXTRP): a relativa diversidade das etapas de viagem realizadas neste segmento faz com que duas empresas que transportem um número aproximadamente igual de passageiros possam, na verdade, estar realizando quantidades de serviço totalmente diferentes. Já a receita gerada por este serviço é determinada não apenas pelo número de passageiros transportados mas também pela tarifa paga pelos mesmos; tarifa que, por sua vez, costuma ser razoavelmente proporcional à distância da viagem.

Apesar da preferência, "a priori", pela receita como parâmetro de medição do nível de serviço, as estimações conjuntas das equações de custo total e de participações dos insumos foram efetuadas também como medição do nível de produção pelo número de passageiros transportados, de forma a manter a mesma seqüência utilizada para o segmento urbano, e permitir comparações.

Da mesma forma que no caso urbano, os preços dos insumos capital (PRECOC), energia (PRECOE) e trabalho (PRECOT) foram todos normalizados pelo preço do insumo manutenção (PRECOM), de forma a satisfazer a restrição de homogeneidade de grau um nos preços. Esta condição é utilizada para obter os coeficientes relativos ao insumo manutenção, apresentados entre colchetes na Tabela 3-8, da mesma forma que haviam sido apresentados os resultados para o segmento urbano na Tabela 3-5.

Tabela 3-8 - Resultados de estimação conjunta da função custo e das equações de participação, no transporte coletivo de passageiros rodoviário

VARIÁVEL	COEFICIENTE	1º SISTEMA			2º SISTEMA		
		VALOR ESTIMADO	DESVIO PADRÃO	ESTATÍSTICA T	VALOR ESTIMADO	DESVIO PADRÃO	ESTATÍSTICA T
$\ln \text{PAXTRP}$	$\alpha_p$	0,1530	0,07861	1,947	-	-	-
$\ln \text{RECTRP}$	$\alpha_r$	-	-	-	-0,02595	0,1246	-0,2082
$\ln \text{PRECOE}$	$\beta_e$	0,2357	0,07497	3,144	0,4028	0,08646	4,659
$\ln \text{PRECOC}$	$\beta_c$	0,1459	0,05721	2,551	0,2558	0,07079	3,614
$\ln \text{PRECOT}$	$\beta_t$	-0,02411	0,06755	0,3570	-0,0664	0,08149	-0,8148
$\ln \text{PRECOM}$	$\beta_n$	0,6425	-	-	[0,4078]	-	-
$(\ln \text{PAXTRP})^2$	$\frac{1}{2} \delta_{pp}$	0,06141	0,01070	5,738	-	-	-
$(\ln \text{RECTRP})^2$	$\frac{1}{2} \delta_{rr}$	-	-	-	0,05063	0,00722	7,006
$(\ln \text{PRECOE})(\ln \text{PAXTRP})$	$\rho_{ep}$	0,03162	0,00899	3,518	-	-	-
$(\ln \text{PRECOE})(\ln \text{RECTRP})$	$\rho_{er}$	-	-	-	0,00672	0,00563	1,193
$(\ln \text{PRECOC})(\ln \text{PAXTRP})$	$\rho_{cp}$	-0,00296	0,00778	-0,3810	-	-	-
$(\ln \text{PRECOC})(\ln \text{RECTRP})$	$\rho_{cr}$	-	-	-	-0,00620	0,00423	-1,467
$(\ln \text{PRECOT})(\ln \text{PAXTRP})$	$\rho_{tp}$	0,02381	0,00864	2,756	-	-	-
$(\ln \text{PRECOT})(\ln \text{RECTRP})$	$\rho_{tr}$	-	-	-	0,01500	0,00502	2,992
$(\ln \text{PRECOM})(\ln \text{PAXTRP})$	$\rho_{np}$	[-0,05247]	-	-	-	-	-
$(\ln \text{PRECOM})(\ln \text{RECTRP})$	$\rho_{nr}$	-	-	-	[-0,01552]	-	-
$(\ln \text{PRECOE})(\ln \text{PRECOC})$	$\frac{1}{2}(\gamma_{ec} + \gamma_{ce})$	-0,01565	0,01221	-1,282	-0,01249	0,00509	-2,453
$(\ln \text{PRECOE})(\ln \text{PRECOT})$	$\frac{1}{2}(\gamma_{et} + \gamma_{te})$	-0,02897	0,02076	-1,396	-0,02284	0,00888	-2,572
$(\ln \text{PRECOE})(\ln \text{PRECOM})$	$\frac{1}{2}(\gamma_{em} + \gamma_{me})$	[-0,1312]	-	-	[-0,08783]	-	-
$(\ln \text{PRECOC})(\ln \text{PRECOT})$	$\frac{1}{2}(\gamma_{ct} + \gamma_{tc})$	-0,02174	0,01162	-1,872	-0,02162	0,00462	-4,683
$(\ln \text{PRECOC})(\ln \text{PRECOM})$	$\frac{1}{2}(\gamma_{cm} + \gamma_{mc})$	[-0,0627]	-	-	[-0,1146]	-	-
$(\ln \text{PRECOT})(\ln \text{PRECOM})$	$\frac{1}{2}(\gamma_{tm} + \gamma_{mt})$	[-0,1217]	-	-	[-0,12246]	-	-
$(\ln \text{PRECOE})^2$	$\frac{1}{2} \gamma_{ee}$	0,08792	0,02676	3,286	0,06158	0,01243	4,953
$(\ln \text{PRECOC})^2$	$\frac{1}{2} \gamma_{cc}$	0,05005	0,01082	4,624	0,07437	0,00428	17,38
$(\ln \text{PRECOT})^2$	$\frac{1}{2} \gamma_{tt}$	0,08621	0,02472	3,488	0,08346	0,00970	8,529
$(\ln \text{PRECOM})^2$	$\frac{1}{2} \gamma_{mm}$	[0,1578]	-	-	[0,1624]	-	-
CONSTANTE	$\alpha_0$	3,495	0,3046	11,48	-1,100	1,086	-1,013
COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO	$R^2$	0,9780	-	-	0,9965	-	-
SOMA DOS QUADRADOS DOS RESÍDUOS	$\Sigma e^2$	209,3	-	-	33,01	-	-

Os resultados das calibrações dos dois sistemas revelam, como era esperado, que os coeficientes do sistema que utiliza receita auferida para medir nível de produção são, quase sempre, mais significativos que os correspondentes coeficientes obtidos para a medição feita pelo número de passageiros transportados. Além disso, também em termos absolutos, as estatísticas indicam ser o modelo perfeitamente aceitável.

Para os valores médios de participações dos insumos no custo total, apresentados na Tabela 3-2, foram calculadas as elasticidades parciais de substituição de Allen, com base nos coeficientes estimados. Estas elasticidades são apresentadas na Tabela 3-9, na qual, da mesma forma que na Tabela 3-6 aplicável ao segmento urbano, as estimativas acima das diagonais referem-se ao primeiro sistema (nível de produção medida por passageiros transportados), enquanto as abaixo das mesmas referem-se ao segundo sistema (nível de produção medido por receita auferida).

As estimativas de elasticidades de Allen, apresentadas nessa tabela, levam às seguintes relações de substituíbilidade/complementaridade:

- os fatores energia, capital e trabalho são sempre substitutos entre si, sob ambos os critérios de medição do nível de produção;
- o fator manutenção é complementar aos fatores capital e trabalho em ambos os sistemas;
- o fator manutenção é complementar ao fator energia no primeiro sistema e substituto ao mesmo no segundo sistema, quando o nível de produção é medido pela receita auferida no transporte;
- apenas o insumo energia tem a auto-elasticidade de substituição com sinal consistentemente correto (negativo), enquanto o fator capital só o tem quando o nível de pro



dução é medido pelo número de passageiros transportados.

Estes resultados são muito semelhantes aos obtidos para o segmento urbano. A inesperada complementaridade do fator manutenção em relação ao capital pode ser atribuída ao problema de medição do preço de manutenção, anteriormente comentado.

A partir das estimativas de elasticidades parciais de substituição de Allen, calculam-se as estimativas de auto-elasticidades e de elasticidades cruzadas  $\epsilon_{ik}$  das quantidades de insumos em relação aos preços, referentes aos valores médios de participação nos custos, conforme apresentado na Tabela 3-10, com as estimativas para os dois sistemas (nível de produção medido por passageiros ou por receita) respectivamente acima e abaixo das diagonais.

As estimativas de elasticidades, sendo todas inferiores a 0,5 e, em muitos casos inferiores a 0,1, indicam uma relativa dificuldade de adaptação tecnológica em função de diferenças nos preços dos insumos. A rigidez tecnológica de curto prazo no transporte rodoviário é semelhante à que já havia sido detectada para o segmento urbano.

Finalmente, quanto ao aspecto de existência ou não de economia de escala, as elasticidades obtidas para os valores médios dos preços dos insumos são:

$$\begin{aligned} \epsilon_p = & \alpha_p + \rho_{ep} (\ln \text{PRECOE}) + \rho_{cp} (\ln \text{PRECOC}) + \\ & \rho_{tp} (\ln \text{PRECOT}) + \rho_{mp} (\ln \text{PRECOM}) + \\ & + \frac{1}{2} \delta_{pp} (\ln \text{PAXTRP}) = 0,03828 + 0,06141 \ln (\text{PAXTRP}) \end{aligned}$$

medindo o nível de produção pelo número de passageiros, e

Tabela 3-10 - Estimativas de autoelasticidades e de elasticidades cruzadas  $\epsilon_{jk}$  das quantidades de insumos em relação aos preços, referentes aos valores médios de participação nos custos (segmento rodoviário)

$j$	$k$	E	C	T	M
E		-0,150	0,117	0,114	-0,081
		-0,298	0,126	0,131	0,041
C		0,258	-0,216	0,060	-0,103
		0,278	0,087	0,061	-0,426
T		0,208	0,049	0,078	-0,335
		0,239	0,050	0,050	-0,339
M		-0,100	-0,057	-0,227	0,384
		0,051	-0,237	-0,230	0,416

E - Energia  
 C - Capital  
 T - Trabalho  
 M - Manutenção

$$\begin{aligned} \epsilon_r = & \alpha_r + \rho_{er} (\ln \text{PRECOE}) + \rho_{cr} (\ln \text{PRECOC}) + \\ & \rho_{tr} (\ln \text{PRECOT}) + \rho_{tr} (\ln \text{PRECOM}) + \\ & + \delta_{rr} (\ln \text{RECTRP}) = -0,05696 + 0,05063 (\ln \text{RECTRP}) \end{aligned}$$

medindo o nível de produção pela receita gerada no transporte.

As elasticidades unitárias ocorreriam para 6.329 milhões de passageiros transportados anualmente ou para receitas anuais de Cr\$ 1.165,2 milhões. O volume de passageiros neste caso corresponderia, aproximadamente ao serviço de 127.000 ônibus, o que supera o total da frota brasileira. Concluir-se-ia pela existência, na prática, de uma ilimitada economia de escala. Este resultado, no entanto, deve ser aceito sob reserva, pela impropriedade do número de passageiros como medida de nível de produção no transporte rodoviário, conforme discutido anteriormente. Ainda assim, ao adotar o conceito de receita auferida para medir o nível de produção, a economia de escala permanece até um nível alto, correspondente a mais de 10 vezes a receita média das empresas do segmento rodoviário. Isto não chega a ser surpreendente, se lembrarmos a existência de empresas com frotas superiores a 1.000 ônibus neste segmento.

#### 4 - A DEMANDA POR TRANSPORTE COLETIVO DE PASSAGEIROS

##### 4.1 - Fatores determinantes

Ao analisar a demanda por serviços de transporte de qualquer espécie é preciso considerar, antes de mais nada, o seu caráter de demanda derivada. Um indivíduo que utiliza um transporte coletivo normalmente não obtém satisfação por ser transportado, mas sim por chegar a seu destino. Exceto em alguns casos de viagens de lazer, o passageiro ficaria mais satisfeito se pudesse consumir menos transporte. No entanto, ao tomar as decisões relativas à residência, ao trabalho, ao estudo ou ao lazer, o indivíduo

estará implicitamente aceitando consumir serviços de transporte entre os locais dessas atividades. Restará ainda decidir quanto ao tipo (privado/público, individual/coletivo) e modo (automóvel, ônibus, metrô, trem, avião) que utilizará.

A abordagem desagregada da demanda com base nas decisões individuais é certamente promissora e de grande importância para o planejamento viário, urbano e interurbano, bem como para a tomada de decisões sobre investimentos em transporte (Swait-1985). No entanto, a obtenção de base amostral de dados adequada para tal análise e a realização da mesma ultrapassam o escopo desse estudo. Ficamos, portanto, restritos a uma análise simplificada, com alto nível de agregação, que permitisse ao menos verificar algumas hipóteses triviais sobre a demanda por transporte coletivo de passageiros. A idéia inicial foi utilizar a mesma base de dados proveniente do Inquérito Especial de 1980 (IE-03 - Transportes) - FIBGE, enriquecida por informações censitárias do sistema SIDRA da Fundação IBGE. Essa idéia foi inviabilizada quando se procurou definir variáveis explicativas da demanda que incorporassem o fator renda, o fator preço e ainda o efeito da rede.

O preço, no caso, foi o fator mais fácil de mensurar a partir da base de dados do inquérito: a tarifa média efetivamente recebida por cada empresa é obtida pelo quociente entre a receita auferida no transporte de passageiros (variável RECTRP) e o número total de passageiros transportados (variável PAXTRP).

Já para o fator renda surgiu a primeira dificuldade: as variáveis de caráter sócio-econômico provenientes dos censos demográfico, agropecuário, comercial e industrial de 1980, foram obtidas do sistema SIDRA da Fundação IBGE agregadas a nível de município. Assim, duas empresas localizadas na mesma cidade teriam valores idênticos para a variável renda, na geração de suas respectivas demandas, independentemente da região coberta por suas linhas. Para cidades pequenas ou médias atendidas por empresa monopolista, não existiria qualquer problema. No entanto, principalmente nas grandes regiões metropolitanas, é comum existirem diferenças

notáveis entre os segmentos de população servidos pelas empresas: algumas, em geral mais antigas, têm suas linhas concentradas em bairros de classe média, enquanto outras atendem exclusivamente os bairros proletários de periferia.

Igualmente problemática foi a aferição do efeito da rede sobre a demanda. A total inexistência de informação sobre as linhas de cada empresa, até mesmo a nível de quilometragem média dessas linhas, impediu a obtenção de uma medida razoável para o efeito de rede. Até mesmo a avaliação da participação relativa de cada empresa na oferta local, em termos de frota, ficou prejudicada pelo fato de não haver informação quanto ao número de veículos engajados em cada segmento (urbano ou rodoviário) do transporte coletivo num município. Dispõe-se apenas do número total de ônibus cadastrados no município, sem distinção de sua vinculação a um serviço.

Finalmente, a própria medição da demanda carece de uma variável uniforme, uma vez que a informação disponível, sobre o número de passageiros transportados, não incorpora a informação sobre a etapa de viagem dos mesmos. Assim, um deslocamento residência trabalho no qual o passageiro tenha sido obrigado a fazer um transbordo será contado duplamente, em relação a uma viagem com extensão até maior feita em um único veículo.

#### 4.2 - Transporte urbano

A realização de serviços de transporte coletivo de passageiros exige, antes de mais nada, a existência de pessoas a serem transportadas e de veículos que possam efetuar este transporte. Em princípio, quanto maior a população de uma cidade, maior o número potencial de passageiros. E, também "ceteris paribus", quanto maior for o número de ônibus vinculados ao serviço de transporte, melhor será a oferta, e maior será o número de passageiros transportados. Partindo dessas suposições triviais podemos estimar parâmetros de relações do tipo:

Passageiros = f (População, Frota)

Evidentemente existem outros fatores importantíssimos na determinação da demanda: preço (tarifa), renda, geografia/topografia/ocupação urbana, extensão/capilaridade/qualidade da rede de transportes etc. A exclusão de todos esses fatores obriga-nos a considerar sob reserva os resultados obtidos, qualificando-os como meros indicadores de sensibilidade da demanda aos fatores incluídos na análise.

As equações estimadas tiveram por base os dados referentes a 1980 de 22 capitais estaduais (todas exceto Rio Branco-AC) e da capital federal. O número médio diário de passageiros transportados e o número de Ônibus da frota vinculada aos serviços urbanos foram obtidos de estatísticas da EBTU - Empresa Brasileira de Transportes Urbanos (DERIN/DIVAT). A população das cidades foi obtida do IX Censo Demográfico - 1980 da Fundação IBGE.

Foram definidas então as variáveis:

PAXD - número médio diário de passageiros transportados  
(em milhares)

PMUN - população residente no município (em milhares)

FROTA - número de Ônibus no transporte coletivo urbano.

A primeira equação estimada, para um modelo log-linear, apresentou o resultado (com estatísticas t de Student apresentadas entre parênteses sob os coeficientes);

$$\ln PAXD = -0,5652 + 0,3573 \ln PMUN + 0,6733 \ln FROTA$$

$$(-1,012) \quad (1,649) \quad (4,496)$$

$$R^2 = 0,9637 \quad \text{Desvio Padrão} = 0,2815 \quad N = 23$$

Observa-se, portanto, que aumentos de frota proporcionais ao aumento de população refletem-se em aumentos também de mes

ma proporção aproximada nos passageiros transportados, em decorrência da soma dos coeficientes ter valor  $(0,3573+0,6733 = 1,0306)$  aproximadamente unitário. Este fato não é surpreendente, considerando válidas como aproximações as hipóteses "ceteris paribus" com respeito aos demais fatores determinantes da demanda. Para verificar de outra forma essa suposição foi estimada a equação com imposição de soma um nos coeficientes, obtendo-se:

$$\ln \left( \frac{\text{PAXD}}{\text{PMUN}} \right) = -0,3595 + 0,7131 \ln \left( \frac{\text{FROTA}}{\text{PMUN}} \right)$$

$$(-5,966) \quad (6,989)$$

$$R^2 = 0,6994 \quad \text{Desvio Padrão} = 0,2757 \quad N = 23$$

correspondendo, em sua forma expandida a:

$$\begin{aligned} \ln \text{PAXD} &= -0,3595 + 0,7131 \ln \text{FROTA} + \\ &+ (1-0,7131) \ln \text{PMUN} = -0,3595 + \\ &+ 0,7131 \ln \text{FROTA} + 0,2869 \ln \text{PMUN} \end{aligned}$$

Apesar de decréscimo no coeficiente de determinação, os valores estimados com a restrição de soma um não chegam a se afastar muito dos valores estimados sem a mesma. Sob outro ponto de vista, a equação com restrição, na sua primeira forma, permite uma interpretação interessante do ponto de vista de demanda e oferta "per capita". Observa-se, nesse sentido, que o número diário de viagens "per capita"  $\left( \frac{\text{PAXD}}{\text{PMUN}} \right)$  é significativamente sensível ao nível de oferta médio por indivíduo  $\left( \frac{\text{FROTA}}{\text{PMUN}} \right)$ .

Seria interessante verificar também a qualidade do ajuste em relação ao tamanho das cidades e em relação à região. A obtenção de equações separadas para cada região torna-se impraticável pelo insuficiente número de graus de liberdade da amostra disponível. Quanto ao tamanho, a equação foi calibrada separadamente para dois grupos de cidades:

- as capitais sedes de regiões metropolitanas (9 cidades);

- as demais capitais (14 cidades).

Foram obtidos os seguintes resultados:

- para as regiões metropolitanas

$$\begin{aligned} \ln PAXD &= -0,3694 + 0,4153 \ln PMUN + 0,5920 \ln FROTA \\ &\quad (-0,4397) \quad (1,611) \quad (3,278) \\ R^2 &= 0,9628 \quad \text{Desvio-Padrão} = 0,2168 \quad N = 9 \end{aligned}$$

- para as demais capitais

$$\begin{aligned} \ln PAXD &= -0,7353 + 0,3303 \ln PMUN + 0,7342 \ln FROTA \\ &\quad (-0,6845) \quad (0,9402) \quad (3,055) \\ R^2 &= 0,8743 \quad \text{Desvio-Padrão} = 0,3387 \quad N = 14 \end{aligned}$$

Verifica-se que a ordem de grandeza dos coeficientes do fator população e do fator frota mudam relativamente, embora mantendo sua soma praticamente inalterada e pouco superior a um.

Da redução de graus de liberdade resultam desvios-padrão dos coeficientes de maior magnitude, diminuindo o valor das estatísticas t de Student. Assim, as diferenças entre os coeficientes de ambas as equações não chegam a ser estatisticamente significativas ao nível de 5%, o que nos leva a manter a agregação das 23 cidades.

Finalmente, foram estimados os coeficientes da equação obtida com exclusão da variável frota. Isto foi feito tendo em vista a alta correlação entre as variáveis explicativas população e frota, que torna os coeficientes estimados (principalmente para população) pouco significativos. Resultou a equação:

$$\begin{aligned} \ln PAXD &= -2,416 + 1,297 \ln PMUN \\ &\quad (-4,623) \quad (16,33) \\ R^2 &= 0,9270 \quad \text{Desvio-Padrão} = 0,3895 \quad N = 23 \end{aligned}$$

Embora o desvio-padrão da regressão aumente substancialmente (lembrando que o modelo é logarítmico), obtém-se maior significância para o estimador do coeficiente relativo à população, que absorve parte da explicação anteriormente atribuída à frota.

Acreditamos que uma base de dados de maior abrangência, envolvendo não capitais, com menor nível de agregação e com informações capazes de evidenciar os demais fatores determinantes da demanda, permitirá não apenas confirmar os poucos resultados acima apresentados mas também aprofundar e testar suposições sobre o transporte coletivo urbano que são consideradas válidas mais por tradição do que por evidência científica.

#### 4.3 - Transporte rodoviário

No caso do transporte coletivo interurbano de passageiros foram igualmente estimados modelos muito simples relacionando o tráfego com a população. Naturalmente, tratando-se de ligações interurbanas, são relevantes as populações tanto da origem como do destino em cada linha. A amostra utilizada envolveu ligações de extensões muito variadas, e a distância entre duas cidades é importante fator de determinação da capacidade de atração e geração de viagens. Simplificadamente, as relações consideradas foram do tipo:

$$\text{Passageiros}_{AB} = f (\text{População}_A, \text{População}_B, \text{Distância}_{AB}).$$

A variável de distância entre cidades é, além do mais, uma boa "proxy" do preço, em razão de prevalecer no transporte interurbano a tarifa com base quilométrica. A forma funcional de amplo uso nesse tipo de formulação é o chamado modelo gravitacional generalizado:

$$\text{Passageiros}_{AB} = K. \frac{(\text{População}_A)^{\alpha A} \cdot (\text{População}_B)^{\alpha B}}{(\text{Distância}_{AB})^{\alpha AB}}$$

assim chamado por analogia com a lei física de gravitação.

Em sua forma log-linear, a equação seria:

$$\ln \text{Passageiros}_{AB} = \alpha_0 + \alpha_A \ln \text{População}_A + \alpha_B \ln \text{População}_B - \alpha_{AB} \ln \text{Distância}_{AB}$$

Equações dessa forma foram estimadas sobre uma amostra de 105 ligações interestaduais entre capitais (incluindo Brasília). Os números de passageiros transportados e as distâncias foram obtidas do anuário do DNER. As populações foram tomadas do IX Censo Demográfico da Fundação IBGE (1980). Pelo fato de serem ligações entre capitais acreditou-se ser conveniente ampliar o conceito de atração/geração para além das fronteiras dos respectivos municípios. Isso porque entre os passageiros que se utilizaram de uma linha Recife-São Paulo, por exemplo, existem certamente alguns que residiam em Jaboatão-PE, ou que tinham por destino final Osasco-SP, ou até ambas as coisas. Assim, como alternativas à medida de capacidade de atração/geração por meio da população dos municípios foram consideradas: população da mesorregião e população do estado. A população do estado é uma medida imperfeita, principalmente quando existem no mesmo outras cidades de porte considerável geograficamente afastadas e que concentram tráfego de sua própria região diretamente com outros estados. Já a população da mesorregião, quase sempre coincidente com a da região metropolitana, quando existe esta última, parece refletir melhor a capacidade de atração/geração de viagens.

Para estabelecer corretamente a distinção entre atração (predominante na cidade maior) e geração (predominante na cidade menor), a amostra foi tomada com o índice A sempre atribuído à capital de maior população, sob cada conceito. Definimos então as variáveis:

PMUNA/PMUNB - populações do maior e do menor município

PMESA/PMESB - populações da maior e da menor mesorregião

PESTA/PESTB - populações do maior e do menor estado

DISTA - distância rodoviária entre as cidades A e B

PAXTA - passageiros transportados entre as cidades A e B.

As equações obtidas para a amostra completa de 105 observações foram:

$$\begin{aligned} \ln PAXTA &= 6,645 + 0,8831 \ln PMUNA + 0,3997 \ln PMUNB - 1,735 \ln DISTA \\ &\quad (7,404) \quad (10,50) \quad (3,717) \quad (-7,404) \\ R^2 &= 0,7574 \quad \text{Desvio-Padrão} = 0,7515 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln PAXTA &= 5,287 + 0,8134 \ln PMESA + 0,5076 \ln PMESB - 1,737 \ln DISTA \\ &\quad (5,263) \quad (9,870) \quad (0,079) \quad (-15,50) \\ R^2 &= 0,7628 \quad \text{Desvio-Padrão} = 0,7430 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln PAXTA &= 5,092 + 0,7471 \ln PESTA + 0,2563 \ln PESTB - 1,442 \ln DISTA \\ &\quad (3,812) \quad (5,699) \quad (1,729) \quad (-10,99) \\ R^2 &= 0,6163 \quad \text{Desvio-Padrão} = 0,9450 \end{aligned}$$

Confirma-se, portanto, a inconveniência da população do estado como medida de capacidade de atração/geração do respectivo capital. Já as outras duas equações apresentam resultados bastante semelhantes, seja no valor dos estimadores, seja na significância dos mesmos. Observa-se que o tráfego interestadual de passageiros acompanha mais do que proporcionalmente o crescimento populacional simultâneo de duas capitais (com distância mantida fixa), enquanto que para a ligação de uma capital com duas outras de população aproximadamente igual entre si, o decréscimo de tráfego é mais do que proporcional ao aumento da distância.

Tendo obtido esses resultados, resolvemos verificar a possível existência de diferenças entre os segmentos regional (li

gações entre capitais da mesma região) e inter-regional (ligações entre capitais de diferentes regiões). Sob o conceito de população da mesorregião foram obtidas as equações:

- para ligações regionais (N = 41 ligações)

$$\ln PAXTA = 5,723 + 0,6836 \ln PMESA + 0,6431 \ln PMESB - 1,690 \ln DISTA$$

$$(2,845) \quad (3,207) \quad (2,442) \quad (-7,428)$$

$$R^2 = 0,7411 \quad \text{Desvio-Padrão} = 0,8521$$

- para ligações inter-regionais (N = 64 ligações)

$$\ln PAXTA = 4,579 + 0,8460 \ln PMESA + 0,4765 \ln PMESB - 1,551 \ln DISTA$$

$$(2,450) \quad (9,308) \quad (3,185) \quad (-8,105)$$

$$R^2 = 0,7425 \quad \text{Desvio-Padrão} = 0,6874$$

A principal modificação a observar é que nas ligações regionais diminui sensivelmente a diferença entre os coeficientes das populações das cidades tomadas como A e como B, diferença que aumenta ainda um pouco mais para as ligações inter-regionais. Conclui-se que, no primeiro grupo, os papéis de atração/geração se confundem, o que não ocorre no segundo.

Uma tentativa adicional foi feita, sobre o grupo de ligações regionais no sentido de identificar diferenças entre regiões (atribuíveis à renda, por exemplo). Para isso foram definidas variáveis booleanas ("dummies") para todas as regiões exceto uma. Realizada nova estimação de parâmetros para a amostra desse grupo, nenhum dos coeficientes das booleanas resultou significativo ao nível de 10%, abandonando-se em consequência a hipótese de existirem tais diferenças.

Da mesma forma que para o caso urbano, também aqui os resultados devem ser encarados com reserva, tanto pela ausência das variáveis explicativas potencialmente importantes, como pela

pouca abrangência das amostras examinadas. Análises mais amplas e profundas poderiam não apenas confirmar a validade das indicações obtidas como ainda abordar aspectos aqui não examinados.

## 5 - CONCLUSÕES

Os resultados apresentados permitem estabelecer algumas conclusões úteis sobre a estrutura de oferta e de demanda por transporte coletivo de passageiros e, especificamente, sobre as conseqüências sobre o consumo de óleo diesel no setor.

A principal conclusão que podemos deduzir das análises efetuadas é que o consumo de óleo diesel no transporte coletivo de passageiros (TCP) é relativamente pouco sensível ao preço desse combustível. Fundamentamos essa conclusão nos seguintes pontos, apresentados e discutidos ao longo do estudo:

- a oferta de TCP é caracterizada por grande rigidez tecnológica, evidenciada pelas baixas elasticidades das quantidades dos insumos em relação ao preço, tanto próprio, como dos demais;

- sendo limitadas as possibilidades de substituição entre fatores, ao menos no curto prazo, a participação atual de cerca de um terço do insumo combustível no custo total faria com que alterações no preço do óleo diesel tivessem reflexos naquela proporção sobre o custo total;

- a organização institucional do TCP, na forma de serviço público outorgado por concessão ou permissão a empresas particulares, cabendo ao poder concedente fixar tarifas na base "cost-plus", exclui a concorrência tarifária entre empresas e permite integral repasse de qualquer aumento nos preços dos insumos;

- o motivo de viagem dominante na geração de demanda por TCP, em seu segmento urbano e também no segmento intermuni-

pal de curta extensão, é o trabalho, fazendo com que a elasticidade de-preço da demanda por transporte seja reduzida.

Dentre todos os pontos que fundamentam a conclusão apresentada, esse último é o que está mais fracamente fundamentado por evidências empíricas desenvolvidas no presente estudo. Embora faltem medidas quantitativas da baixa elasticidade preço da demanda por transporte, essa proposição tem sido amplamente aceita por especialistas em transporte, fundamentada na sua própria racionalidade e na experiência acumulada no setor.

Como conclusões secundárias, também de interesse para o poder concedente, podemos acrescentar:

- a constatação de existência de economias de escala diferenciadas: até cerca de 170 ônibus no transporte urbano e até cerca de 600 ônibus no transporte rodoviário;

- a proporcionalidade da demanda no segmento urbano em relação à população, desde que a frota disponível também acompanhe tal proporcionalidade;

- a demanda no segmento rodoviário sendo mais do que proporcional à população das cidades interligadas, revelando uma propensão à interdependência entre as mesmas crescente com seus tamanhos;

- as constatações de que a mesorregião homogênea é o verdadeiro pelo gerador de viagens interestaduais, e de que a distinção entre atração e geração de viagens é mais nítida nas ligações inter-regionais do que nas ligações entre cidade de uma mesma região.

## BIBLIOGRAFIA

- BERECHMAN, J. Costs, economies of scale and factor demand in bus transport. Journal of Transport Economics and Policy, London, 17(1):7-24, Jan. 1983.
- BERECHMAN, J. e GIULIANO, G. Analysis of the cost structure of an urban bus transit property. Transportation Research, New York, 1984.
- BERNDT, E. e WOOD, D. Technology, prices and the derived demand for energy. The Review of Economics and Statistics, Cambridge, Mass., 57(3):259-68, Aug. 1975.
- BORGER, B. Cost and productivity in the regional bus transportation: the Belgian case. Journal of Industrial Economics, Oxford, 33(1):37-54, Sep. 1984.
- CAVES, D., CHRISTENSEN, L. e SWANSON, J. Productivity in U.S. railroads, 1951-1974. The Bell Journal of Economics, New York, 11(1):166-81, Spring 1980.
- CHRISTENSEN, L. e CAVES, D. Global properties of flexible functional forms. The American Economic Review, Nashville, 70(3):422-32, June 1980.
- CHRISTENSEN, L. e GREENE, W. Economies of scale in U.S. electric power generation. Journal of Political Economy, Chicago, 84(4):655-76, Aug. 1976.
- CHRISTENSEN, L. JORGENSON, D. e LAU, L. Transcendental logarithmic utility functions. The American Economic Review, Nashville, 65(3):367-83, June 1975.
- DENNY, M. e FUSS, M. The use of approximation analysis to test for separability and the existence of consistent aggregates. The American Economic Review, Nashville, 67(3):404-18, June 1977.

- FIRMINO, A. C. A estimação de funções custo tipo translog: aplicação à cabotagem brasileira. São Paulo, USP/Faculdade de Economia e Administração, 1982. Tese (M) USP.
- GILLEN, D. e OUM, T. A study of the cost structures of the Canadian intercity motor coach industry. Canadian Journal of Economics, Toronto, 17(2):369-85, May 1984.
- HARMATUCK, D. A motor carrier joint cost function; a flexible functional form with activity prices. Journal of Transport Economics and Policy, London, 15(2):135-53, May 1981.
- REZENDE, A. E. Análise da demanda por insumos das empresas profissionais de transporte rodoviário de carga. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1984. (IPEA/INPES. Texto para Discussão. Grupo de Energia, 21).
- SPADY, R. e FRIEDLANDER, A. Hedonic cost functions for the regulated trucking industry. The Bell Journal of Economics, New York, 9(1):159-79, Spring 1978.
- SWAIT, J. D. O impacto da acessibilidade sobre a posse de automóveis. São José dos Campos, ITA, 1984. (Publicação interna).
- TAUCHEN, H., FRAVEL, F. e GILBERT, G. Cost structure of the intercity bus industry. Journal of Transport Economics and Policy, London, 17(1):25-47, Jan. 1983.

CONSUMO DE ÓLEO DIESEL NA  
AGROPECUÁRIA BRASILEIRA

Flávio Freitas Faria

Abril 1987

## 1 - INTRODUÇÃO

O presente relatório engloba os principais resultados da etapa final prevista no estudo "Consumo de Óleo Diesel na Agropecuária Brasileira". Nesta etapa foram montados os arquivos de trabalho, efetuadas verificações básicas de consistência, calculadas estatísticas básicas e estimativas econométricas preliminares.

O relatório apresenta estes resultados em três seções. A Seção seguinte descreve a base de dados utilizada, os critérios de inclusão ou exclusão de observações, e as definições de variáveis auxiliares.

A Seção 3 inclui os valores médios das variáveis originais e auxiliares, tomadas em base nacional e também segmentadas em bases regionais. Contêm, além disso, os coeficientes de correlação mais relevantes entre as variáveis.

Os últimos resultados dessa etapa são apresentados na Seção 4, consistindo basicamente de estimações de equações de demanda por óleo diesel, lineares e logarítmicas, e de equações de produção agrícola, tendo o óleo Diesel explicitamente como fator de produção.

O relatório encerra-se com alguns comentários sobre os resultados obtidos e sobre a continuidade do estudo nas etapas subsequentes.

## 2 - BASE DE DADOS

A base de dados do estudo foi constituída predominantemente pelas informações, a nível de município, do Censo Agropecuário de 1980 da Fundação IBGE. Além das variáveis seleccionadas do Censo, foram agregadas outras informações, também a nível de município, fornecidas pelo CNP.

As variáveis seleccionadas para o estudo nessa etapa exploratória são as constantes da Tabela 1. Constan da tabela os identificadores utilizados nos arquivos da fita fornecida pelo IPEA em associação aos respectivos códigos AG80XXXX definidos pelo IBGE para as variáveis do Censo Agropecuário. Para cada variável foi escolhida uma denominação mnemônica apresentada junto à correspondente descrição.

Tendo em vista os objetivos do estudo, relacionados ao consumo de óleo Diesel no setor agropecuário, foram adotados os seguintes critérios de inclusão para formação da amostra básica.

(i) - número total de tratores no município superior a 5 (cinco unidades); e

(ii) - quantidade de óleo Diesel consumido nas atividades agropecuárias (fonte IBGE) superior a 1000 litros; e

(iii) - valor do óleo Diesel consumido nas atividades agropecuárias (fonte IBGE) superior a Cr\$ 10000,00 (dez mil cruzeiros - 1980).

Como resultado da adoção de tais critérios, aplicados aos 4176 municípios do Censo de 1980 resultaram:

- 3438 municípios com mais de cinco tratores;
- 3839 municípios com mais de mil litros de óleo Diesel consumidos em atividades agropecuárias;
- 3895 municípios com consumo de óleo Diesel em atividades agropecuárias superior a Cr\$ 10000,00 em valor de 1980;

Da interseção desses critérios resultou uma amostra básica de trabalho de 3423 municípios, distribuídos regionalmente da seguinte forma:

- 89 municípios na região Norte
- 1006 municípios na região Nordeste
- 1291 municípios na região Sudeste
- 716 municípios na região Sul
- 321 municípios na região Centro-Oeste.

Após efetuadas as conversões de unidades necessárias para as variáveis CNP, foram definidas algumas variáveis auxiliares, cujos valores foram calculados para cada município incluído na amostra básica. Foram elas:

(a) PTOTT - Potência total dos tratores

resulta da soma das potências médias dos tratores de cada classe ponderada pelo respectivo número de unidades, segundo a expressão:

$$PTOTT = 5m TME10 + 15 \times T1020 + 35 \times T2050 + 75 \times T5010 + 150 \times TM100$$

(b) PDAGR - Participação de empresas agropastoris nas vendas de óleo Diesel

resulta da razão entre as vendas de Diesel a empresas agropastoris e as vendas totais de Diesel no município, segundo a expressão:

$$PDAGR = \frac{DEAGR}{DTMUN}$$

- (c) PDCAG - Participação dos cotistas CNP classificados em agricultura, pecuária ou reflorestamento (A/P/R) no consumo de óleo Diesel nas atividades agrícolas

resulta da razão entre os consumos, exclusivamente dos cotistas do CNP, relativos às atividades agrícolas, sendo contabilizados no denominador todos os cotistas e no numerador apenas os classificados nas categorias A/P/R, segundo a expressão:

$$PDCAG = \frac{DCAAG}{DCTAG}$$

- (d) DMCAG - Consumo médio de óleo Diesel em atividades agrícolas dos cotistas classificados nas categorias A/P/R

resulta da divisão do consumo de óleo Diesel em atividades agrícolas dos cotistas classificados nas categorias A/P/R pelo número de cotistas de tais categorias, segundo a expressão:

$$DMCAG = \frac{DCAAG}{NCOAM}$$

- (e) AMEST - Área média dos estabelecimentos

resulta da divisão da área total dos estabelecimentos pelo respectivo número de estabelecimentos, segundo a expressão:

$$\text{AMEST} = \frac{\text{AESTA}}{\text{NESTA}}$$

(f) PAIRR - Participação da área irrigada

resulta do quociente entre a área irrigada e a área to  
tal dos estabelecimentos, segundo a expressão:

$$\text{PAIRR} = \frac{\text{AIRRA}}{\text{AESTA}}$$

(g) PESAD - Participação dos estabelecimentos com uso de fer  
tilizantes/adubos

resulta do quociente entre o número de estabelecimentos  
que usam fertilizantes/adubos e o número total de estabe  
lecimentos, segundo a expressão:

$$\text{PESAD} = \frac{\text{NESAD}}{\text{NESTA}}$$

(h) PRECD - Preço médio do óleo Diesel

resulta da divisão da quantidade de óleo Diesel consumi  
da na agropecuária (fonte IBGE) e respectivo valor, se  
gundo a expressão:

$$\text{PRECD} = \frac{\text{VDCON}}{\text{QDCON}}$$

(i) TTRAT - Área de terra tratada

resulta da soma da área das lavouras permanentes, área  
das lavouras temporárias e área das pastagens plantadas,  
segundo a expressão:

$$\text{TTRAT} = \text{TLPER} + \text{TLTEM} + \text{TPPLA}$$

(j) PTRAT - Fração de terra tratada

resulta da divisão da área de terra tratada pela área total dos estabelecimentos, segundo a expressão:

$$PTRAT = \frac{TTRAT}{AESTA}$$

(l) PTPER - Fração de terra aproveitada para lavoura permanente

resulta da divisão da área dedicada às lavouras permanentes pela área de terra tratada, segundo a expressão:

$$PTPER = \frac{TLPER}{TTRAT}$$

(m) PTTEM - Fração de terra aproveitada para lavoura temporária

resulta da divisão da área dedicada às lavouras temporárias pela área de terra tratada, segundo a expressão:

$$PTTEM = \frac{TLTEM}{TTRAT}$$

(n) PVPER - Participação das lavouras permanentes no valor da produção

resulta do quociente entre o valor da produção vegetal nas lavouras permanentes e o valor da produção na agropecuária, segundo a expressão:

$$PVPER = \frac{VPLPE}{VPAGR}$$

(o) PVTEM - Participação das lavouras temporárias no valor da produção

resulta do quociente entre o valor da produção vegetal

nas lavouras temporárias e o valor da produção na agro  
pecuária, segundo a expressão:

$$PVTEM = \frac{VPLTE}{VPAGR}$$

### 3 - ESTATÍSTICAS BÁSICAS

O levantamento das estatísticas básicas das variáveis originais e auxiliares consideradas nesta etapa exploratória visa estabelecer algumas evidências quanto aos fatores geradores de consumo de óleo Diesel na agropecuária, que sirvam de orientação à seqüência do estudo. Nesse sentido, são especialmente úteis os valores médios das variáveis anteriormente definidas e alguns dos coeficientes de correlação entre elas.

Os valores médios das variáveis, tomadas em base nacional e também em bases regionais, são apresentados nas tabelas 2 e 3.

A tabela 2, subdividida em duas partes apresenta, em sua metade superior, valores médios das variáveis referentes aos equipamentos nos quais se verifica o consumo de óleo Diesel na agropecuária e, na sua metade inferior, valores médios das variáveis de consumo de óleo Diesel nos municípios onde existem cotistas do CNP classificados nas categorias A/P/R.

A observação dos valores referentes aos equipamentos (metade superior da tabela 2) revela, dentre outros, os seguintes fatos relevantes:

- A mecanização das atividades agropecuárias é nitidamente mais elevada na região Sul, que apresenta números médios de tratores e de outras máquinas por município bem superiores aos de outras regiões, seguindo-se as regiões Sudeste e Centro-Oeste, em

Oposição a uma mecanização incipiente na região Nordeste;

- em termos de equipamento por área tratada torna-se ainda mais evidente a maior mecanização das atividades na região Sul, que possui áreas tratadas por município de ordens de grandeza semelhantes às verificadas nas regiões Nordeste e Sudeste, mas significativamente inferiores às extensas áreas dos municípios das regiões Norte e Centro-Oeste (vide tabela 3);

- tanto em termos nacionais como regionais os tratores das faixas de pequena potência (até 50 cv) são pouco representativos, predominando em número os tratores de 50 cv a 100 cv, que constituem, em média, mais de 50% da frota dos municípios (exceto na região Norte);

- os tratores de mais de 100 cv, embora sejam numericamente menos frequentes do que os da faixa de 20 cv a 50 cv (exceto na região Centro-Oeste), são presumivelmente responsáveis por maior parcela do consumo de óleo Diesel na agropecuária do que aqueles, em virtude da maior potência de seus motores;

- o consumo médio de óleo Diesel é mais elevado nos municípios da região Centro-Oeste, o que pode ter origem na implantação mais recente da mecanização, com predominância de tratores e máquinas de maior potência, e na provável maior utilização destes equipamentos, em razão das maiores extensões de terras tratadas.

A observação dos valores apresentados na metade inferior da tabela 2, referentes ao consumo de óleo Diesel nos municípios onde existem cotistas do CNP classificados nas categorias A/P/R, revela:

- a concentração de cotistas dessas categorias em um número de municípios inferior a 25% do total, indicando que, nos demais municípios, o abastecimento de óleo Diesel para os equipamentos utilizados na agropecuária é feito a partir da rede de postos varejistas;

- o pequeno número médio de cotistas do CNP classificados nas categorias A/P/R, frente ao elevado número médio de estabelecimentos por município (vide tabela 3), indicando que, mesmo nos municípios com cotistas, é grande o número de estabelecimentos que devem recorrer a fontes externas de abastecimento de óleo Diesel (postos varejistas ou cooperativas agrícolas que sejam cotistas);

- a baixa participação de empresas agropastoris nas vendas de óleo Diesel, frente à ordem de grandeza estimada por outras fontes (Balanço Energético Nacional, por exemplo) para a participação do setor agropecuário no consumo de óleo Diesel;

- a discrepância entre as quantidades médias de consumo de óleo Diesel na agricultura contabilizados pelo CNP para todos os seus cotistas (com forte predominância dos cotistas classificados nas categorias A/P/R) e os valores médios registrados pelo IBGE com base nas informações dos estabelecimentos agrícolas, em geral cerca de três vezes superiores, indicando a grande parcela de consumo atribuível a não cotistas,

- pequenas diferenças no preço médio do óleo Diesel entre regiões, possivelmente devidas à não incidência da margem dos varejistas nas despesas com óleo Diesel dos estabelecimentos cotistas e, também a diferenças de preço médio unitário decorrentes de

distribuições sazonais diversas no consumo, em função dos ciclos agrícolas diferenciados dos produtos e regiões.

A tabela 3, subdividida em três segmentos, apresenta os valores médios, também em bases nacionais e regionais, das variáveis que serão posteriormente consideradas no estudo de consumo de óleo Diesel na agropecuária. O primeiro segmento engloba dados sobre área dos estabelecimentos e indicadores de utilização de recursos "modernos" (irrigação e adubação). O segundo segmento contém as variáveis que indicam as participações absoluta e relativa das áreas "tratadas": lavouras permanentes, lavouras temporárias e pastagens plantadas. O terceiro segmento contém as mesmas classificações em termos de valor da produção.

Observando os valores do primeiro segmento da tabela 3 constata-se que:

- em relação à área média dos estabelecimentos das regiões Nordeste e Sul, da ordem de 50 ha, os estabelecimentos das regiões Sudeste, Norte e Centro-Oeste são, respectivamente e em média, duas, quatro e dez vezes maiores;

- a irrigação é praticamente inexistente nas regiões Norte e Centro-Oeste, e pouco significativa nas demais regiões, podendo apresentar concentração em algumas micro-regiões a serem posteriormente investigadas;

- a adubação é prática adotada, em média, por cerca de dois terços dos estabelecimentos dos municípios das regiões Sudeste e Sul e por um terço dos estabelecimentos dos municípios da

região Centro-Oeste, tendo presença bem menor nas regiões Norte e Nordeste.

Dos valores apresentados no segundo segmento da tabela 3 ressalta-se que:

- as áreas de terra consideradas como "tratadas", incluindo lavouras permanentes e temporárias, bem como pastagens plantadas, e excluindo pastagens naturais, matas e florestas naturais ou plantadas e áreas de lavouras em descanso, correspondem a valores médios relativos pouco diferenciados entre regiões (exceto a região Norte);

- as lavouras permanentes, que representam frações médias de terra "tratada" significativas nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste, são pouco importantes na região Sul e praticamente desprezíveis na região Centro-Oeste;

- a maior participação média relativa das lavouras temporárias verifica-se na região Sul, onde responde por dois terços das terras "tratadas", sendo ainda presente, em termos significativos, em todas as outras regiões;

- em média, 75% das áreas "tratadas" na região Centro-Oeste, e 50% das áreas "tratadas" na região Norte são utilizadas como pastagens plantadas.

Do terceiro e último segmento tiram-se conclusões semelhantes quanto às importâncias relativas das lavouras permanentes e temporárias e da produção animal em relação ao valor da produção agropecuária.

Além dos valores médios das variáveis selecionadas para estudo nesta etapa exploratória, foram também determinados os respectivos desvios bem como alguns dos coeficientes de correlação mais relevantes. Esses coeficientes são apresentados nas tabelas 4, 5 e 6.

A tabela 4 inclui os coeficientes de correlação entre os equipamentos agrícolas (tratores, máquinas e caminhões) e o consumo de Óleo Diesel nos estabelecimentos agropecuários calculados para a amostra básica dos 3423 municípios. Observa-se nesta tabela que, embora fortemente correlacionadas entre si, as variáveis TRATO (número total de tratores) e PTOTT (potência total dos tratores) são as que melhor se correlacionam com QDCON (quantidade de Óleo Diesel consumida nos estabelecimentos agropecuários), sendo que a segunda, que tem unidade conceitualmente mais homogênea, possui correlação em grau ligeiramente maior com o consumo de Óleo Diesel. Constata-se, ainda na tabela 4, que os coeficientes de correlação são quase todos superiores a 0,5, indicando a ocorrência de alguma simultaneidade na mecanização das atividades agropecuárias.

A tabela 5 apresenta os coeficientes de correlação entre as medidas de consumo de Óleo Diesel contabilizadas pelo CNP e a registrada pelo IBGE. Para o cálculo desses coeficientes foram considerados apenas os 812 municípios onde existem cotistas do CNP classificados na categoria A/P/R. A variável DTMUN (venda total de Óleo Diesel no município) é fracamente correlacionada com todas as demais, que são restritas ao consumo agropecuário. Essas ou

tras variáveis são razoavelmente correlacionadas entre si, com coeficientes da ordem de grandeza de 0,50 ou superiores. A variável QDCON (medida pelo IBGE) apresenta coeficientes de correlação da ordem de 0,70 com as medidas de consumo de óleo Diesel na agropecuária contabilizadas para os cotistas do CNP (DCTAG - todos os cotistas, DCAAG - cotistas classificados na categoria A/P/R).

A tabela 6 mostra os restantes coeficientes de correlação considerados mais relevantes. Tendo sido dada preferência à variável QDCON sobre as outras medidas mais restritas de consumo de óleo Diesel nos estabelecimentos agropecuários, bem como à variável PTOTT como medida da capacidade disponível do fator máquina ("proxy" de capital), foi incluída a variável POCAG (pessoal ocupado na agropecuária) como medida do fator trabalho e duas variáveis alternativas (AESTA - área dos estabelecimentos agropecuários, TTRAT - área de terra tratada) como medida do fator terra. Na falta de uma medida unificada de quantidade produzida, foi tomada a variável de valor da produção agropecuária, cujos coeficientes de correlação foram calculados em relação aos fatores de produção citados.

Observa-se que a variável TTRAT é bem melhor correlacionada com a produção agrícola do que a variável AESTA. As outras medidas de fatores de produção são também razoavelmente correlacionadas com a produção agrícola. Já quanto à correlação mútua entre fatores de produção, que apresentam valores muito variáveis, são indicações de relações de complementariedade/substituibilidade que serão examinadas nas etapas posteriores do estudo.

#### 4 - ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS

Foram examinadas, nesta etapa exploratória, algumas equações simples, em forma linear e em forma logarítmica, procurando explicar o consumo de óleo Diesel nos estabelecimentos agropecuários; foram também efetuadas algumas tentativas com funções assemelhadas a funções de produção, com quantidades substituídas por valor como medida de "output".

As equações lineares mais consistentes para medida de consumo de óleo Diesel nos estabelecimentos agropecuários são apresentadas nas tabelas 7 e 8, tanto para a amostra básica como para suas segmentações de caráter regional. Nas equações da tabela 7 foram inicialmente incorporados termos relativos aos tratores de menor potência e às máquinas para plantio e para colheita. Os coeficientes obtidos para os tratores de menor potência foram, quase sempre, não significativos, negativos ou absurdos, o que não chega a ser surpreendente em função da sua pequena participação no número total, ou na potência total disponível. Os coeficientes obtidos para as variáveis de máquinas para plantio e para colheita apresentaram problemas semelhantes, exceto nas regiões Sudeste e Sul, onde sua presença é mais significativa. A importância dessas máquinas no consumo de óleo Diesel deverá ser melhor estudada posteriormente em amostras mais restritas.

A tabela 8 contém resultados de estimações de equações ainda lineares considerando agregadamente o número de tratores e o de caminhões e incorporando um termo referente à área de

terra tratada, que seria uma "proxy" para outros usos do óleo Diesel.

As tabelas subsequentes, de números 9 e 10, apresentam os resultados de estimações de equações, sob forma logarítmica, do consumo de óleo Diesel nos estabelecimentos agropecuários. Na ta be la 9 as equações têm o número total de tratores (TRATO) como va ri á ve l exp lic at iv a, substituída pela potência total dos tr at o r e s pot ên cia total dos tr at o r e s (PTOTT) nas equações da tabela 10. Em ambos os casos utilizou-se a va ri á ve l á r e a de ter ra tr at a d a (TTRAT) como ind ic ad o r a d e pot ên cia de uti liz a ç ã o dos eq ui p a m e n t o s agr í co l a s. O número de ob se r v a ç õ e s nas amostras foi um pouco reduzido pela exclusão d a q u e l a s q u e ap r e s e n t a v a m os val o r e s n u l o s para alg u m a s va ri á ve is con s i d e r a d a s, o que representaria descontinuidade na transformação logarítmica. As estatísticas t em ambos os conjuntos de equações são sempre sig n if ic a t i v a s, exceto para a va ri á ve l T T R A T na amostra da região N o r d e s t e. Equações semelhantes a essas, em amostras segmentadas por outros critérios serão melhor investigadas na seqüência do estudo.

Além das equações explicativas do consumo de ó l e o Diesel nos estabelecimentos agropecuários, foram também est i m a d o s os parâmetros de equações similares a fun ç õ e s de pr o d u ç ã o, com va l o r e s mon e t á r i o s de pr o d u ç ã o ou de re c e i t a d a v e n d a de pr o d u t o s ser v i n d o co m o m e d i d a " o u t p u t ". Embora tais medidas sejam de p e n d e n t e s de pr e ç o s, supostos ou realizados, esta deficiência é m e n o s grave por tr a t a r - s e de amo s t r a " c r o s s e c t i o n ", limitando a fl u t u aç ã o temp o r a l de pr e ç o s dos pr o d u t o s agr í co l a s a um ú n í c o ano.

Na tabela 11 as cinco primeiras equações tomam a amo s t r a

tra em base nacional para explicação do valor da produção agropecuária total (VPAGR) e de suas parcelas: valor da produção de lavouras permanentes (VPLPE), valor da produção de lavouras temporárias (VPLTE) e valor da produção animal (VPANM). Em seguida aparecem dois conjuntos de três equações cada, referentes respectivamente a 199 municípios "especializados" em lavoura permanente, e a 299 municípios "especializados" em lavoura temporária. Esta especialização foi definida por variáveis "booleanas" da seguinte forma:

- BOLPE (especialização em lavoura permanente): mais de 30% da terra tratada dedicada à lavoura permanente e mais de 50% do valor da produção agropecuária da lavoura permanente;
- BOLTE (especialização em lavoura temporária): mais de 50% da terra tratada dedicada à lavoura temporária e mais de 75% do valor da produção agropecuária proveniente da lavoura temporária.

Nas duas últimas equações, novamente, e para a amostra em termos nacionais, a receita da venda dos produtos é utilizada como medida de "output" em lugar do valor da produção

## 5 - COMENTÁRIOS

A heterogeneidade da produção agropecuária, em termos de regiões, atividades predominantes, formas de produção ou mesmo produtos específicos permite supor que um esforço maior no sentido de melhor segmentar a amostra básica, por critérios diversos, tenderá a produzir resultados mais esclarecedores sobre o consumo de óleo Diesel na agropecuária do que eventuais tentativas de ajuste de formas funcionais mais complexas sobre uma base amostral excessivamente diversificada. Assim, sem descartar ainda a possibilidade de um trabalho mais aprofundado em regiões onde predominem lavouras temporárias com maior grau de mecanização, pode-se prever que, para a maior parte dos municípios, será possível estabelecer apenas algumas relações triviais entre o consumo de óleo Diesel e as variáveis a ele correlacionadas. Essas diretrizes deverão, portanto, nortear a sequência do trabalho, alterando, em parte, alguns propósitos da proposta original.

**TABELA 1**  
**LISTA DE VARIÁVEIS**

IDENTIFICADOR			DESCRIÇÃO
IBGE-AG80	IPEA	MNEMÔNICO	
	CODE	ID	Código do município
	QUANT	DTMUN	Vendas totais de diesel no município
	Q1	DPREV	Vendas de diesel a postos de revenda
	Q2	DEACH	Vendas de diesel a empresas agro-pastoris
	NCF	NICOTM	Número de cotistas de derivados de petróleo
	QF6	DCTAG	Consumo de todos os cotistas em agricultura
	NCFA	NCOAM	Número de cotistas CNP em agric/pec/reflor.
	QFA6	DCAAG	Consumo em agr. dos cotistas agr/pec/ref.
0001	V1	NESTA	Número total de estabelecimentos agrícolas
0002	V2	AESTA	Área total dos estabelecimentos
0096	V4	AIRRA	Área irrigada
0097	V5	NESAD	Estabelecimentos que usam fertiliz/adubos
0172	V24	TLPER	Terra: área das lavouras permanentes
0174	V25	TLTEM	Terra: área das lavouras temporárias
0180	V28	TPPLA	Terra: área das pastagens plantadas
0187	V32	POCAG	Pessoal ocupado na agricultura
0259	T1	TRATO	Total de tratores
0260	T2	TME10	Tratores de menos de 10 CV
0261	T3	T1020	Tratores de 10 a menos de 20 CV
0262	T4	T2050	Tratores de 20 a menos de 50 CV
0263	T5	T5010	Tratores de 50 a menos de 100 CV
0264	T6	TM100	Tratores de 100 CV e mais
0270	T9	NMPLA	Número de máquinas para plantio
0272	T10	NMCOL	Número de máquinas para colheita
0275	T11	NCAMN	Veículos de tração mecânica-caminhões (num)
0302	T17	QDCON	Comb. consumido: óleo diesel - quantidade
0303	T18	VDCON	Comb. consumido: óleo diesel - valor
0318	T20	QECON	Qtde. energia elétrica consumida
0320	T22	VTBIM	Valor dos bens imóveis: total
0360	T25	VPAGR	Valor da produção na agropecuária
0361	T26	VPANM	Valor da produção animal (total)
0366	T28	VPLPE	Valor da produção: vegetal - lav. perm.
0367	T29	VPLTE	Valor da produção: vegetal - lav. temp.
0373	T32	RVPVE	Receita: venda de produto vegetal
0374	T33	RVPAN	Receita: venda animais e prod. origem animal

TABELA 2 \*

## VALORES MÉDIOS DAS VARIÁVEIS DE EQUIPAMENTOS E CONSUMO DE ÓLEO DIESEL

	DESCRIÇÃO	UNIDADE	BASE GEOGRÁFICA					
			Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
AMOSTRA BÁSICA	Número de municípios com tratores	-	3 423	89	1 006	1 291	716	321
	Número de tratores de todos os tipos	-	158,9	69,9	36,8	156,7	328,1	197,4
	Número de tratores de menos de 10 cv	-	8,0	5,0	2,2	6,2	21,4	4,5
	Número de tratores de 10 a menos de 20 cv	-	11,6	9,9	3,2	9,3	30,2	6,7
	Número de tratores de 20 a menos de 50 cv	-	25,9	17,8	7,0	31,7	43,3	25,4
	Número de tratores de 50 a menos de 100 cv	-	96,0	27,4	19,8	94,8	206,7	110,7
	Número de tratores de 100 cv e mais	-	17,4	9,8	4,6	14,7	26,5	50,1
	Potência total dos tratores	cv	10 920	4 319	2 476	10 600	21 550	16 830
	Número de máquinas para plantio	-	83,3	14,4	11,1	73,7	202,5	101,6
	Número de máquinas para colheita	-	34,6	6,3	4,9	17,1	113,4	30,5
	Número de caminhões	-	36,9	56,0	16,7	39,7	58,6	34,9
Óleo diesel consumido (IBGE)	L	711 300	459 000	208 000	739 800	1 068 000	1 449 000	
AMOSTRA COTISTAS - CNP	Vendas totais de diesel	L	12 630 000	25 960 000	10 930 000	14 840 000	10 010 000	10 700 000
	Vendas de diesel a empresas agropecuárias	L	376 200	1 506 000	100 600	333 500	391 900	462 900
	Participação de empresas agropecuárias na venda	Z	8,33	9,62	11,70	9,42	5,96	7,61
	Consumo na agricultura - todos os cotistas	L	603 000	452 300	484 300	518 200	691 000	765 200
	Consumo na agricultura - cotistas A/P/R	L	465 800	319 300	236 800	358 600	593 000	684 400
	Participação dos cotistas A/P/R no consumo na agricultura dos cotistas	Z	85,89	91,82	76,54	84,03	87,73	92,62
	Número de cotistas CNP em A/P/R	-	4,79	2,10	1,42	3,00	8,34	5,36
	Consumo por cotista em A/P/R	L	113 200	186 900	173 000	118 400	72 820	127 600
	Óleo diesel consumido (IBGE)	L	1 926 000	1 259 000	626 300	1 682 000	2 295 000	2 839 000
	Valor do óleo diesel consumido	Cr\$ 1 000	29 800	19 730	10 450	25 910	34 750	45 130
Preço médio do óleo diesel	Cr\$/L	15,80	18,31	17,43	15,58	15,18	16,12	
Número de municípios com cotistas A/P/R	-	812	20	82	341	245	124	

TABELA 3

## VALORES MÉDIOS DAS VARIÁVEIS DE UTILIZAÇÃO DA TERRA

DESCRIÇÃO	UNIDADE	BASE GEOGRÁFICA					
		Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
Número de municípios incluídos	-	3 423	89	1 006	1 291	716	321
Área total dos estabelecimentos	Ha	100 200	376 500	77 360	55 420	66 880	349 200
Número de estabelecimentos	-	1 315	3 186	1 941	664,4	1 599	814,3
Área média por estabelecimento	Ha	118,1	193,5	57,0	100,4	49,3	513,6
Área irrigada	Ha	425,4	112,2	240,8	328,1	1 012	174,8
Participação da área irrigada	%	0,78	0,056	0,60	1,01	1,03	0,105
Estabelecimento com uso de fertilizante/adubo	-	465,6	232,7	274,3	404,8	974,0	239,9
Participação dos estabelecimentos c/uso adubo	%	47,76	8,97	18,74	67,81	63,83	32,98
Terra - área tratada	Ha	30 780	56 000	21 400	21 450	28 210	96 500
Fração de terra tratada	%	42,10	16,06	36,84	42,80	53,70	37,17
Terra - área de pastagem plantada	Ha	27 170	39 920	9 221	12 230	7 869	76 430
Terra - área de lavoura permanente	Ha	2 827	5 086	4 173	2 725	1 676	957,5
Fração da terra aproveitada p/lavoura permanente	%	15,67	16,47	22,53	18,36	7,36	1,76
Terra - área da lavoura temporária	Ha	10 780	10 920	8 008	6 496	18 660	19 120
Fração de terra aproveitada p/lavoura temporária	%	46,13	31,04	45,70	41,79	66,71	23,27
Valor dos bens imóveis	Cr\$ 1 000	3 189 000	1 867 000	1 213 000	3 411 000	4 304 000	6 377 000
Valor da produção agropecuária	Cr\$ 1 000	434 400	527 700	231 200	420 400	701 500	506 300
Valor da produção animal total	Cr\$ 1 000	172 400	141 900	76 160	179 900	243 600	293 400
Valor da produção vegetal - lavoura permanente	Cr\$ 1 000	53 300	80 190	43 430	77 210	39 750	108 100
Participação em valor da lavoura permanente	%	13,51	16,36	15,72	17,73	7,20	2,95
Valor da prod. vegetal - lavoura temporária	Cr\$ 1 000	186 600	201 800	102 700	140 900	386 700	183 700
Participação em valor da lavoura temporária	%	38,25	39,59	41,49	29,47	51,55	33,37

**TABELA 4**  
**COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS**  
**E CONSUMO DE ÓLEO DIESEL**

	TRATO	PTOTT	NMPLA	NMCOL	NCAMN	QDCON
TRATO	1,0000	0,9655	0,8368	0,6292	0,6885	0,8185
PTOTT	0,9655	1,0000	0,8636	0,6530	0,6732	0,8816
NMPLA	0,8368	0,8636	1,0000	0,6887	0,5476	0,6806
NMCOL	0,6292	0,6530	0,6887	1,0000	0,4186	0,5010
NCAMN	0,6885	0,6732	0,5476	0,4186	1,0000	0,6772
QDCON	0,8185	0,8816	0,6806	0,5010	0,6772	1,0000

**TABELA 5**  
**COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE CONSUMOS DE ÓLEO DIESEL**  
**CONTABILIZADOS PELO CNP E REGISTRADOS PELO IBGE**

	DTMUN	DEAGR	DCTAG	DCAAG	QDCON
DTMUN	1,0000	0,1475	0,1551	0,1243	0,1514
DEAGR	0,1475	1,0000	0,5764	0,5718	0,4529
DCTAG	0,1551	0,5764	1,0000	0,9224	0,6965
DCAAG	0,1243	0,5718	0,9224	1,0000	0,6907
QDCON	0,1514	0,4529	0,6965	0,6907	1,0000

**TABELA 6**  
**COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE VALOR DA PRODUÇÃO**  
**AGROPECUÁRIA E MEDIDAS DOS FATORES DE PRODUÇÃO**

	VPAGR	AESTA	TTRAT	FOCAG	PTOTT	QDCON
VPAGR	1,0000	0,3189	0,5466	0,4329	0,7980	0,7687
AESTA	0,3189	1,0000	0,6828	0,3263	0,2707	0,3577
TTRAT	0,5466	0,6828	1,0000	0,3715	0,5125	0,5917
FOCAG	0,4329	0,3263	0,3715	1,0000	0,2218	0,1618
PTOTT	0,7980	0,2707	0,5125	0,2218	1,0000	0,8816
QDCON	0,7687	0,3577	0,5917	0,1618	0,8816	1,0000

TABELA 7  
ESTIMACÃO DE PARÂMETROS DE EQUAÇÕES LINEARES DE CONSUMO DE ÓLEO DIESEL NOS  
ESTABELECIMENTOS AGROPECUÁRIOS

Constante	COEFICIENTES (estatísticas t)			COEF. DE DETERMINAÇÃO R <sup>2</sup>	DESVIO-PADRÃO DA REGRESSÃO S <sub>e</sub>	BASE GEOGR. (nº obser-vações)
	TS010	TM100	NCAMN			
-	2 529 (32,69)	19 880 (56,84)	3 394 (18,31)	0,8475	534 700	Brasil (3 423)
-	-5 427 (-4,469)	23 400 (5,974)	6 024 (22,46)	0,8891	442 500	Norte (89)
-	2 890 (14,01)	5 173 (6,388)	8 048 (32,63)	0,7489	199 200	Nordeste (1 006)
-	4 090 (34,96)	12 940 (19,95)	4 185 (14,67)	0,8597	395 700	Sudeste (1 291)
-	3 046 (16,81)	25 840 (26,14)	-4 509 (-7,109)	0,8514	755 200	Sul (716)
-	5 812 (17,68)	16 330 (20,75)	1 352 (1,069)	0,9455	490 000	Centro-Oeste (321)

TABELA 8  
ESTIMACÃO DE PARÂMETROS DE EQUAÇÕES LINEARES DE CONSUMO DE ÓLEO DIESEL NOS  
ESTABELECIMENTOS AGROPECUÁRIOS

Constante	COEFICIENTES (estatísticas t)			COEF. DE DETERMINAÇÃO R <sup>2</sup>	DESVIO-PADRÃO DA REGRESSÃO S <sub>e</sub>	BASE GEOGR. (nº obser-vações)
	TRATO	NCAMN	TTRAT			
-152 800 (-10,46)	3 133 (47,61)	3 754 (14,68)	7 411 (27,91)	0,7512	683 000	Brasil (3 423)
126 100 (1,936)	-925,5 (-2,717)	6 126 (18,01)	0,9719 (1,389)	0,8643	492 300	Norte (89)
-17 130 (-1,923)	2 585 (17,11)	8 219 (31,26)	-0,3313 (-1,225)	0,7375	203 700	Nordeste (1 006)
- 82 500 (-4,812)	2 958 (27,37)	5 623 (16,72)	6,312 (11,95)	0,8116	458 700	Sudeste (1 291)
-418 400 (-7,645)	3 784 (18,54)	-3 939 (-3,721)	16,88 (8,198)	0,7082	1 059 000	Sul (716)
-246 700 (-4,646)	5 084 (14,41)	9 333 (5,124)	3 801 (6,775)	0,8925	689 100	Centro-Oeste (321)

TABELA 9  
ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS DE EQUAÇÕES LOGARÍTMICAS DE CONSUMO  
DE ÓLEO DIESEL NOS ESTABELECIMENTOS AGROPECUÁRIOS

COEFICIENTES (estatísticas t)			COEF. DE DETERMINAÇÃO R <sup>2</sup>	DESVIO-PADRÃO DA REGRESSÃO S <sub>e</sub>	BASE GEOGR. (número observações)
Constante	TRATO	TTRAT			
6,438 (60,27)	0,9112 (82,06)	0,2191 (17,27)	0,7783	0,7363	Brasil (3363)
6,745 (9,746)	0,6854 (6,959)	0,2346 (3,983)	0,5225	0,8988	Norte (88)
7,942 (24,25)	1,126 (29,65)	-0,0179 (-0,471)	0,5382	0,9184	Nordeste (969)
7,035 (53,82)	0,9360 (55,08)	0,1645 (9,278)	0,8394	0,5715	Sudeste (1284)
4,303 (22,75)	0,8099 (32,81)	0,4546 (17,96)	0,8470	0,5441	Sul (713)
6,362 (21,37)	0,9537 (27,31)	0,2326 (6,169)	0,9110	0,4251	Centro-Oeste (309)

TABELA 10  
ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS DE EQUAÇÕES LOGARÍTMICAS DE CONSUMO  
DE ÓLEO DIESEL NOS ESTABELECIMENTOS AGROPECUÁRIOS

COEFICIENTES (estatísticas t)			COEF. DE DETERMINAÇÃO R <sup>2</sup>	DESVIO-PADRÃO DA REGRESSÃO S <sub>e</sub>	BASE GEOGR. (número observações)
Constante	PTOTT	TTRAT			
3,686 (38,53)	0,9435 (95,81)	0,08711 (7,258)	0,8215	0,6606	Brasil (3363)
3,915 (4,880)	0,7111 (7,809)	0,2618 (3,807)	0,5636	0,8593	Norte (88)
3,908 (12,05)	1,024 (31,51)	-0,0035 (-0,097)	0,5649	0,8914	Nordeste (969)
4,062 (35,71)	0,9400 (63,54)	0,0659 (3,934)	0,8697	0,5147	Sudeste (1284)
3,084 (21,33)	0,9756 (47,37)	0,0894 (3,678)	0,9075	0,4231	Sul (713)
2,802 (12,08)	0,9470 (29,52)	0,1806 (4,939)	0,9204	0,4018	Centro-Oeste (309)

TABELA 11

ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS DE EQUAÇÕES LOGARÍTMICAS DE VALOR DA PRODUÇÃO E DE RECEITA AUFERIDA NAS ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS

VARIÁVEL DEPENDENTE	COEFICIENTES (estatísticas t)									COEF. DE DETERMINA- ÇÃO R <sup>2</sup>	DESVIO-PA- DRÃO DA RE- GRESSÃO S <sub>e</sub>	BASE AMOS- TRAL (nº observações)
	Constante	TRATO	PTOTT	QDCON	POCAG	TTRAT	TLPER	TLTEM	TPPLA			
VPAGR	4,385 (42,15)	-	0,2695 (18,07)	0,1992 (14,62)	0,4008 (32,67)	0,126 (1,050)	-	-	-	0,7351	0,5180	Brasil (3 363)
VPAGR	5,547 (46,44)	0,3233 (24,65)	-	0,1669 (13,91)	0,3633 (30,98)	0,0524 (4,655)	-	-	-	0,7539	0,4993	Brasil (3 363)
VPLPE	2,421 (13,14)	-	0,2512 (9,613)	-0,0443 (-1,856)	-0,0911 (-5,011)	-	0,9270 (98,40)	-	-	0,7733	0,9190	Brasil (3 363)
VPLTE	1,828 (12,94)	-	0,2091 (10,23)	0,0604 (3,319)	0,0969 (5,559)	-	-	0,7164 (43,89)	-	0,7495	0,6988	Brasil (3 363)
VPANH	5,632 (29,94)	-	0,2671 (10,01)	0,0295 (1,211)	0,1960 (10,81)	-	-	-	0,1956 (21,95)	0,4160	0,9348	Brasil (3 363)
VPAGR	2,778 (4,848)	-	0,0901 (1,225)	0,1572 (2,236)	0,5564 (6,250)	0,2634 (2,559)	-	-	-	0,6403	0,6406	Bolpe (199)
VPAGR	4,033 (5,573)	0,2401 (3,019)	-	0,0554 (0,8008)	0,5486 (6,349)	0,2467 (2,410)	-	-	-	0,6538	0,6285	Bolpe (199)
VPLPE	2,166 (3,382)	-	0,0872 (1,073)	0,1342 (1,695)	0,4999 (5,068)	-	0,3932 (3,590)	-	-	0,5955	0,7194	Bolpe (199)
VPAGR	3,952 (15,18)	-	0,0816 (3,000)	0,2901 (10,50)	0,2238 (7,739)	0,2559 (5,642)	-	-	-	0,8540	0,3365	Bolpe (299)
VPAGR	4,440 (14,83)	0,1086 (4,247)	-	0,2811 (10,67)	0,2250 (7,775)	0,2437 (5,564)	-	-	-	0,8582	0,3316	Bolpe (299)
VPLTE	3,942 (14,61)	-	0,0426 (1,467)	0,3077 (10,42)	0,2026 (6,383)	-	-	0,2823 (5,415)	-	0,8398	0,3502	Bolpe (299)
RVPVE	7,308 (57,73)	-	0,4114 (22,46)	0,1927 (11,74)	0,1971 (11,40)	-	0,0193 (2,861)	-0,0552 (-3,583)	-	0,6746	0,6260	Brasil (3 366)
RVPAN	5,594 (28,93)	-	0,2560 (9,333)	0,0506 (2,023)	0,1428 (7,668)	-	-	-	0,2138 (23,33)	0,4142	0,9608	Brasil (3 366)

