

ESTUDO SOBRE OS DETERMINANTES
DO CONSUMO DE ÓLEO DIESEL

Relatório Final

Vol. 1

Convênio PG - 214/85.1
DNER/IPEA

ESTUDO SOBRE OS DETERMINANTES
DO CONSUMO DE ÓLEO DIESEL

Relatório Final

Vol. 1

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.

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

O argumento central do artigo é que há potencial para ganhos significativos em conservação de energia nos aspectos operacionais do setor de transportes. Um enfoque para analisar conservação energética em transportes é delineado. São apresentadas estimativas da influência dos principais fatores sócio-econômicos na determinação da demanda por energia consumida em transporte. As possibilidades de conservação de energia são analisadas tanto através de mudanças no tipo ou modo de transporte, como também através de mudanças na combinação dos insumos utilizados na produção de capacidade de transporte. São investigados os casos do transporte de carga e de passageiros.

A principal conclusão para o transporte de carga é que o maior potencial de conservação de energia está em melhorias no rendimento operacional (e, conseqüentemente, energético) dentro do próprio modal rodoviário. É pouco provável que se obtenham reduções, economicamente interessantes para o país, no consumo de energia, através de mudanças na distribuição intermodal de cargas, para o perfil atual da demanda.

Já no transporte de passageiros, a ênfase das políticas de conservação de energia deve se voltar para a qualidade do serviço de transporte de massa. O objetivo é atrair o usuário do automóvel particular para o transporte de massa, de rendimento energético substancialmente maior, proporcionando-lhe opções intermediárias no preço e maior qualidade de serviço do que as opções hoje disponíveis.

II. "Produção, Distribuição e Consumo: Determinantes da Demanda Derivada por Transporte e Energia", por Newton de Castro.

Um modelo para a determinação da demanda derivada por óleo diesel, no setor de transporte de carga, é especificado e estimado para uma dada estrutura de preços. Na especificação, incorporaram-se variáveis relativas à produção agrícola e industrial, à população e aos salários. O modelo é estimado com dados tipo cross-section para o ano de 1980, obtidos para 437 zonas de tráfego do País. Os resultados revelaram que a demanda por diesel é sensível principalmente a salários (médio e total), apresentando uma elasticidade quase unitária ($\epsilon=0,9$) com relação ao salário total (população constante e salário per capita variando). Segue-se em importância a produção agropecuária com uma elasticidade igual a 0,3. O valor específico dos produtos agrícolas também afeta significativamente a demanda por diesel ($\epsilon=0,6$), enquanto a produção industrial tem menos impacto ($\epsilon=0,1$).

III. "Estrutura e Desempenho do Setor de Transporte Rodoviário de Carga", por Newton de Castro.

O objetivo deste estudo foi avançar no conhecimento da estrutura e do desempenho econômico do segmento do transporte rodoviário de carga constituído pelas Empresas de Transporte Comercial (ETC). A partir de uma metodologia seguida em estudos de organização industrial, os principais aspectos investigados incluíram:

- definição do produto de transporte e estratificação do setor em subgrupos mais homogêneos, a partir dos condicionantes estruturais impostos pela demanda por serviços:

- condicionantes tecnológicos à produção de serviços de transporte - em particular, as dimensões das barreiras à entrada de novas firmas, e a mobilidade dos fatores de produção;

- a estrutura de custo de uma ETC no curto e no longo prazo, focalizando custos fixos e variáveis no curto prazo e as possibilidades de tarifação abaixo dos custos marginais de longo prazo, e os custos no longo prazo, economias de escala e de densidade, e economias oriundas das características da malha de transporte;

- estrutura de mercado e a rentabilidade das empresas, com atenção especial aos limites impostos pelo tamanho do mercado à expansão das empresas tanto em número como em tamanho.

Foram detectadas amplas diferenças entre as ETC no que tange a suas estruturas tecnológicas. De uma maneira geral, os maiores investimentos encontrados no setor são minúsculos se comparados com os investimentos necessários para empreendimentos de médio porte em outros setores. As principais diferenças se encontram

entre as empresas de carga inteira e fracionada. Nas primeiras, os investimentos concentram-se principalmente em veículos enquanto nas últimas os investimentos em instalações fixas superam por ampla margem os investimentos em veículos, nas empresas de maior porte.

A estrutura de custos das ETC apresenta uma fração ponderável de custos fixos, no curto prazo, dando margem a cobrança de tarifas até 30% inferiores aos custos marginais de longo prazo. No longo prazo, os custos exibem fortes evidências de economias de densidade, decrescentes com o volume produzido e com a extensão média das linhas, porém ainda significativas para os valores do extremo superior da amostra (empresas inter-regionais produzindo acima de 1 bilhão de toneladas-quilômetro).

A análise da estrutura de mercado parece também indicar que o tamanho do mercado é o principal fator limitativo ao crescimento do tamanho médio das empresas. Notou-se ainda um certo grau de influência do grau de concentração do mercado na rentabilidade obtida sobre as vendas nas empresas.

IV. "Função de Custo das Transportadoras de Carga Fracionada em Rotas Fixas", por Antonio Edmundo Rezende e Edwin de la Sota Silva.

Este estudo apresenta resultados da função de custo translog estimada para as Empresas Transportadoras de Rotas Fixas. O texto está estruturado em cinco seções. A segunda seção descreve a operação das transportadoras de rota fixa e apresenta e especificação da função de custo. A terceira seção apresenta estatísticas sobre a base de dados (análise univariada das principais variáveis) e discute a formação dos índices de preço utilizados na função de custo. A quarta seção apresenta os resultados da função de custo e as elasticidades relativas aos preços dos insumos (diretas e cruzados). Finalmente, na quinta seção, apresentam-se comentários, conclusões e recomendações para pesquisas subseqüentes.

Os principais resultados foram:

- (1) A empresa rodoviária de rota fixa, com as características médias da amostra apresentou economia de escala na operação.
- (2) A separabilidade insumo-produto foi rejeitada nas empresas de rota fixa.
- (3) A substituição de capacidade própria por capacidade contratada (carreteiros) foi confirmada.
- (4) Energia e capacidade própria são substitutos.
- (5) Energia e capacidade contratada são complementares (Esse resultado surpreende e merece cuidados de interpretação. No entanto suporta a evidência de que veículos próprios fazem a coleta-entrega e veículos contratados fazem o transporte de longa-distância).

A função de custo apresenta as seguintes novidades de especificação relativas a estudos anteriores (Reck; Rezende 1984) de carga rodoviária:

- (1) Relaxamento da hipótese de retornos constantes de escala, com a inclusão da variável tonelada-quilômetro na função de custo.
- (2) Estimativa das toneladas-quilômetro geradas pelo carreteiro autônomo para fins de cálculo do preço da capacidade contratada.

V. "Determinantes do Consumo de Óleo Diesel no Transporte Intramunicipal de Carga", por Joffre D. Swait.

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 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.

VI. "Caracterização das Decisões Logísticas de Curto Prazo de Firms Comerciais e Industriais", por Joffre D. Swait.

Esse trabalho teve 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 firms comerciais e industriais;
- (2) investigar a relação entre estoque e transporte em função do tipo de mercadoria, natureza de operação comercial, destino, etc.

Na seção 2 apresenta-se uma descrição dos testes efetuados para depurar as informações dos 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 neste estudo. Conclui-se o relatório na seção 5 com algumas observações sobre os resultados obtidos, e sugestões sobre possíveis continuações da pesquisa realizada.

A análise dos dados do CIVI para a Cidade do Rio de Janeiro no ano de 1980, usada nesse estudo, ressalta uma importante constatação, qual seja, a predominância dos pequenos lotes (abaixo de 300 kg) transportados. Como as indústrias e comércios atacadistas localizados na cidade são predominantemente 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 firms cariocas para outras Unidades de Federação implicam que o serviço ofertado deve ter flexibilidade para a

tingir os mais diversos locais num tempo e a custo razoáveis. O único modal analisado que atende a esses critérios é o rodoviário, o que explica sua predominância na amostra. Implica também, para o transportador do setor rodoviário, na 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 de 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 lo-tes, suficientes para ocupar um caminhão médio mas não um vagão, 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) sendo limitada pelo tamanho reduzido no mercado que ela serve.

Os modais aéreo e postal, embora pouco expressivos na a mostra, representam serviços especializados que encontram seus "nichos" no mercado de movimentação de carga que busca comprar rapidez e confiabilidade no deslocamento. 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 se esperar. Apesar de algumas deficiências relacionadas à qualidade dos dados do CIVI para efeitos de estimação, os resultados da modelagem foram bastante satisfatórios.

Os modelos desenvolvidos neste estudo, enquanto 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 a estímulos do sistema econômico (preços relativos, taxa de juros,...) e o estado 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.

VII. "Determinantes das Decisões Logísticas Industriais: O Caso da Exportação de Manufaturados", por Adriana Teixeira Bernardino.

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.

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

São investigados, neste 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 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. Fundamenta-se 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 particula-

res, 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 intermunicipal de curta expansão, é o trabalho, fazendo com que a elasticidade-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, pode-se 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.

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

O setor agropecuário é, depois dos transportes, o segundo maior consumidor de óleo diesel no país, sendo responsável por cerca de 14% do consumo nacional. Assim sendo, o principal objetivo deste estudo é analisar o consumo de óleo diesel na produção a gropecuária, incluindo:

- qualificar e classificar as atividades agrícolas geradoras de consumo;
- identificar os tipos de cultivo e as regiões onde a mecanização mais intensa determina maiores níveis de consumo;
- estabelecer relações estatísticas entre os níveis de consumo e as frotas existentes de tratores e outras máquinas agrícolas;
- estimar parâmetros de equações econométricas que permitam quantificar a sensibilidade do consumo em relação aos preços dos fatores e à escala de produção;
- confrontar os resultados a serem obtidos com similares publicados em outros estudos sobre a demanda derivada por insumos no setor a gropecuário.

O estudo está dividido em três partes. A primeira descreve a base de dados utilizada, os critérios de inclusão ou exclusão de observações, e as definições de variáveis auxiliares. Seguem-se as estatísticas básicas das variáveis utilizadas e os coeficientes de correlação mais relevantes encontrados. Finalmente, a apresentam-se estimações de equações de demanda por óleo diesel, e de produção agrícola tendo o diesel explicitamente como fator de produção.

Os fatores principais determinantes do consumo de diesel na agropecuária é o número e a potência dos tratores e máquinas agrícolas (78%), e dos caminhões (22%). A extensão das terras tratadas também se destaca como fator determinante, evidenciando a importância do potencial de utilização dos equipamentos. Na estimção do valor da produção realizada nas atividades agropecuárias as variáveis relativas à potência dos tratores e ao consumo de óleo diesel são altamente significativas e de magnitudes também relativamente altas.

RELATÓRIO SINTÉTICO

"A Demanda por Energia em Transportes: Determinantes e Possibilidades de Conservação".

Newton de Castro

SUMÁRIO

	<u>Páginas</u>
1. Introdução.....	1
2. Transportes e Energia.....	3
3. Um Enfoque para Analisar Conservação de Energia em Transportes.....	6
4. Transporte de Carga: Determinantes do Consumo de Energia e Possibilidades de Conservação.....	11
4.1. - Determinantes do Consumo.....	11
4.2. - Qualidade de Serviço e Escolha de Modo de Transporte.....	16
4.3. - Determinantes do Consumo de Energia e Possibilidades de Substituição entre Insumos nas Empresas de Transporte Rodoviário de Carga.....	22
5. Transporte de Passageiros: Determinantes do Consumo de Energia e Possibilidades de Conservação	25
5.1. - Determinantes do Consumo.....	25
5.2. - Modo de Transporte e Consumo de Energia	26
5.3. - Possibilidades de Substituição entre Insumos nas Empresas de Transporte de passageiros.....	29
6. Conclusão.....	30
Referências.....	32

A DEMANDA POR ENERGIA EM TRANSPORTES:

DETERMINANTES E POSSIBILIDADES DE CONSERVAÇÃO*

Newton de Castro**

O argumento central do artigo é que há potencial para ganhos significativos em conservação de energia nos aspectos operacionais do setor de transportes. Um enfoque para analisar conservação energética em transportes é delineado. São apresentadas estimativas da influência dos principais fatores econômicos que atuam sobre a demanda de energia para transporte. As possibilidades de conservação de energia são analisadas tanto através de mudanças no tipo ou modo de transporte, como também através de mudanças na combinação dos insumos utilizados na produção de capacidade de transporte.

1. Introdução

Com as duas grandes mudanças nos preços relativos do petróleo e derivados, em 1974 e em 1979, o setor de transportes foi alvo de uma série de políticas governamentais que, pelo menos em tese, objetivavam atenuar os impactos dessas variações de preço sobre o consumidor, assim como estimular a substituição desses derivados. Sem embargo, essas políticas foram concebidas e implementadas sem que se dispusesse de um acervo suficiente de informações qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento do setor de transportes. Some-se a isso a complexidade advinda da natureza do serviço de transporte, onde a qualidade é um fator endogenamente

* Este trabalho apresenta resultados parciais do estudo sobre os determinantes do consumo de óleo diesel no Brasil, conduzido no IPEA/INPES através de convênio com o DNER. Recebi valiosos comentários de Eustáquio J. Reis e de Milton da Mata numa primeira versão deste texto. Agradeço a assistência na pesquisa do economista Henrique Corrêa da Silva, e o apoio logístico de Diva de Mattos.

** Do IPEA/INPES.

determinado pela interação entre oferta e demanda por serviços. Isto é, o ofertador de serviços de transporte não pode estabelecer a priori qual será a qualidade do serviço a ser produzido. Esta só será determinada no ato da prestação do serviço quando são conhecidas as condições de demanda e de oferta. Numa indústria, distintamente, o ofertador pode estabelecer univocamente a qualidade dos produtos antes de colocá-los no mercado. Conforme pretendemos de mostrar, a consideração explícita dos atributos de qualidade do serviço é fundamental para uma correta avaliação de medidas de intervenção no setor de transportes.

O sucesso na confecção de políticas de transportes que visem a uma maior eficiência produtiva e, possivelmente (mas não necessariamente), uma menor intensidade no uso de energia, só pode ser fruto de um longo processo de acumulação de conhecimento. No caso brasileiro, essas políticas não foram além dos esforços de substituição de derivados de petróleo por outros energéticos. Dentre estas, destaca-se a substituição da gasolina pelo álcool etílico, no transporte individual por automóvel.

A argumentação central deste trabalho é que uma compreensão global do setor de transporte, incluindo aspectos tanto da oferta como da demanda por serviços, é um pré-requisito para a confecção de políticas adequadas. É também nossa tese que um grande potencial para ganhos de eficiência nesse setor se localiza em seus aspectos operacionais. Estes, por apresentarem maior complexidade para a confecção e implementação de políticas, não tiveram a mesma atenção nos programas até agora concebidos.

Nosso primeiro objetivo é apresentar uma estrutura conceitual — um enfoque — com base para analisar a questão energética nos transportes. A importância desse enfoque é realçada pela complexidade, no caso dos transportes, de se estabelecerem relações causais entre as possíveis variáveis relevantes, e de se proceder à verificação e à quantificação dessas relações. Isto porque hã, em transportes, dimensões bastante distintas onde as substituições econômicas entre energia e outros insumos podem se processar. Enquanto em certas dimensões esse processo de substituição é clara-

mente identificável,¹ em outras ele tem origem indiretamente nas atividades produtivas ou de lazer das quais a demanda por transporte é derivada.

O enfoque apresentado será utilizado na organização e no encadeamento do nosso segundo objetivo, qual seja, apresentar e discutir estimativas empíricas dos determinantes do consumo de energia em transportes, assim como das possibilidades de sua conservação. Destacamos tanto as possibilidades de conservação via mudança de tipo ou modo de transporte, como também através de mudanças na combinação dos insumos utilizados na produção de capacidade de transporte.

2. Transportes e Energia

Dada a magnitude de seu consumo energético, o setor de transportes tem uma importância significativa para o planejamento estratégico do suprimento de energia do País. A participação do setor de transportes no consumo global de energia no Brasil aproxima-se da média encontrada para países em desenvolvimento — em torno de 24% (O.E.C.D., 1975), conforme mostra a Tabela 1.

Enquanto o setor industrial triplicou seu consumo nos últimos 15 anos, o setor de transporte, que iniciou a década de 70 no mesmo ritmo de evolução, teve seu consumo estagnado na década de 80; a desaceleração ocorreu ainda com mais intensidade no setor residencial. Estes dois últimos setores deverão retomar ritmos mais vigorosos de crescimento do consumo, em 1986 e nos anos futuros, em função do esperado crescimento da renda pessoal disponível do País.

No que se refere ao consumo de derivados de petróleo, o setor de transporte destaca-se como o principal consumidor, respondendo por, aproximadamente, 50% do consumo. Embora o crescimento do consumo do álcool etílico, predominantemente no transporte individual por automóvel, tenha se intensificado nos últimos anos, o

¹Por exemplo, a substituição de energia por capital numa empresa o fertadora de serviços de transporte.

Tabela 1 - Evolução do Consumo Final de Energia por Setor (10^6 tEP)

Setor	Ano	1970	1974	1979	1985
Industrial		19 (33)	30 (36)	47 (41)	56 (41)
Residencial		18 (32)	20 (25)	23 (20)	25 (18)
Transportes		13 (23)	20 (25)	26 (23)	28 (21)
Outros		7 (12)	12 (14)	18 (16)	27 (20)
Total		57 (100)	82 (100)	114 (100)	136 (100)

FONTE: Balanço Energético Nacional - 1986

setor depende maciçamente de derivados de petróleo, conforme pode-se constatar na Tabela 2.

Tabela 2 - Consumo de Energia em Transportes Segundo as Fontes (%)

Ano	Derivados de Petróleo	Alcool Etílico	Eletricidade	Outros	Total
1970	97,2	1,1	1,4	0,3	100
1974	98,2	0,7	1,0	0,1	100
1979	92,6	6,5	0,8	0,1	100
1985	78,7	20,1	1,2	0,0	100

FONTE: Balanço Energético Nacional - 1986

Cabe ainda ressaltar que os derivados de petróleo consumidos mais intensivamente nos transportes - gasolina e óleo diesel -, são exatamente os que apresentam preços internacionais mais

elevados do que outros derivados ou energéticos consumidos na indústria. Portanto, caso se considerem as diferenças nos custos de oportunidade desses derivados para o País, a importância relativa do setor de transportes ganha ainda maior destaque.

Outro aspecto importante é a mudança no perfil da demanda por derivados de petróleo. Acompanhando uma tendência observada em quase todos os países, constata-se também no Brasil um crescimento da participação dos destilados médios — óleo diesel (transporte de carga e passageiros) e querosene (transporte aéreo) — em detrimento das participações relativas da gasolina e do óleo combustível. Assim, entre 1974 e 1984, a participação dos destilados médios no consumo de derivados em transportes passou de 39 para 53%. Essa tendência, no caso brasileiro, foi ainda mais acentuada devido ao aumento do diferencial de preço de venda ao consumidor entre a gasolina e o óleo diesel, que acelerou o processo de "dieselização" da frota nacional de caminhões.² Também contribuíram para esse crescimento da participação relativa dos destilados médios os esforços de substituição da gasolina pelo álcool etílico; assim como os do óleo combustível por eletricidade, carvão vapor e vegetal, e coque de carvão mineral, na indústria.

Em termos de projeções, os dados para o consumo de derivados, nos E.U.A., apresentam sistematicamente um crescimento do consumo de óleo diesel e de querosene (jet fuel), e um decréscimo da demanda por gasolina e óleo combustível. As projeções de Pace (1983), para os E.U.A., indicam uma queda na razão de consumo de gasolina com relação aos demais derivados de 1,72 em 1978 para 1,00 no ano 2000. Subjacente a essas modificações, encontram-se movi-

²A razão de preços gasolina/diesel estava em torno de 1,2 no período de 1966 a 1973 quando disparou, atingindo um pico de 2,1 em 1976 e 2,6 em fins de 1980. A razão média entre 1973 e 1981 foi igual a 1,88. Não obstante, Pinheiro (1983) nos mostra que o processo de dieselização da frota nacional de caminhões foi determinado, basicamente, pela mudança do nível de preços relativos entre capital (veículo) e energia (diesel e gasolina), e não simplesmente pela variação do preço da gasolina vis-à-vis o do diesel. Basta lembrar que em meados dos anos 50 a relação de preço gasolina/diesel girava em torno de 3. Nessa época predominavam os veículos a gasolina; no entanto, o preço da gasolina de então correspondia a cerca de 30% do valor médio que vigorou em 1980/81.

mentos nas relações de preços internacionais dos derivados. O preço médio do diesel, tradicionalmente 10 a 15% inferior ao da gasolina, nos últimos anos já acompanha, ao par, o preço deste último derivado. Por sua vez, as mudanças no mix do consumo mundial de derivados também está acarretando modificações estruturais significativas na indústria de refino.

3. Um Enfoque para Analisar Conservação de Energia em Transportes

Conservação de energia é essencialmente um processo econômico de substituição, seja entre insumos produtivos nas empresas ofertadoras ou demandantes de serviços de transporte (e.g. energia por capital); seja por outro bem de consumo quando a energia é demandada por consumidores finais (e.g. menos viagens em automóveis particulares, economizando gasolina ou álcool, e uma maior consumo de eletrodomésticos ou roupas). É fundamental caracterizar o processo de conservação de energia dentro da teoria microeconômica de maneira a evitar falácias de raciocínio, e, principalmente, para podermos usufruir, dentro da análise proposta, do arcabouço conceitual econômico. A associação simplista de conservação de energia à idéia de redução de "desperdícios" não resiste a uma avaliação mais detalhada do processo produtivo ou de consumo individual. Isto é, uma vez especificados corretamente os fatores de produção e o processo produtivo (ou o equivalente para o consumo individual), podemos sempre identificar o processo de substituição que dá origem à conservação de energia.

Para se reduzir um "desperdício" faz-se sempre necessária uma contrapartida de algum agente econômico, caracterizada pela alocação adicional de outros insumos (e.g. homens-hora de técnicos para localizar os "desperdícios", avaliar e monitorar o consumo energético; a preocupação constante de um consumidor de manter as "luzes não mais necessárias devidamente apagadas"; etc.). Tal investimento ou "esforço" adicional em troca de uma redução no consumo de energia é exatamente o que a teoria econômica classifica como um processo de substituição, para um dado nível de produção (i.e. na mesma isoquanta) ou de utilidade do consumidor.

O processo de substituição entre energia e outros insumos, entendido como conservação energética, fica ainda mais claro quando se examina uma troca de insumos energéticos. Quando se troca um insumo energético por outro (e.g. gasolina por álcool) não ocorre necessariamente conservação energética. Esta só ocorreria se essa troca fosse acompanhada de uma mudança nas proporções relativas entre energia e os demais insumos. Por exemplo, numa mudança da tecnologia de motor de ciclo Otto a gasolina ou álcool, que envolve uma maior proporção de energia e uma menor de capital vis-à-vis um motor de ciclo Diesel a óleo diesel, temos caracterizado um processo de substituição de energia por capital.³

— Um enfoque para conservação de energia em transportes

Podemos distinguir três maneiras básicas para a substituição entre energia e outros insumos (conservação) nos transportes, mantidos constantes o nível e o mix do produto ou o nível de utilidade dos indivíduos, conforme o caso:

(a) pela variação nas toneladas-quilômetro ou passageiros-quilômetro movimentados;

(b) pela variação no nível de serviço, permitindo, assim, que o transporte seja executado por modos ou submodos de transporte com diferentes intensidades no uso de energia;

(c) pela variação na combinação dos insumos usados na produção do serviço de transporte, ou na tecnologia de transporte.

Cabe ressaltar que as motivações para mudanças no uso relativo de insumos são, por um lado, possíveis variações nos seus preços relativos e, por outro, desenvolvimentos tecnológicos que modifiquem as possibilidades de combinação dos insumos para a produção de serviços.

Deve-se também destacar o fato de que as substituições nos itens (a) e (b) se dão fundamentalmente no lado da demanda pe

³Ver também nota 2 sobre o processo de "dieselização" da frota nacional de caminhões.

Los serviços de transporte, i.e., o usuário, em função de uma nova realidade, modifica suas escolhas de produção, consumo e transporte. Em contraste, as substituições no item (c) se dão dentro da própria empresa de transporte ou nas instalações e recursos físicos que a empresa usa quando estes não são providos por outros a gentes (e.g. rodovias, no caso do transporte rodoviário).

O enfoque para a análise de conservação em transportes está esquematizado na Figura 1. Para cada uma das maneiras identificadas para substituição de energia em transportes destacamos as variáveis afetadas no setor, variáveis de controle governamental, o horizonte de tempo para que as substituições almejadas se processem, e nossa expectativa de relevância como instrumento de política para conservação energética.

Quando nos referimos a conservação (substituição) de energia em transportes, mantemos constantes a estrutura de produção e a demanda final do País. Assim, por exemplo, um aumento no preço do óleo diesel pode causar uma redução nas toneladas-quilômetro transportadas (item a) em função de:

(a.1) uma reorganização na distribuição dos fluxos de transporte gerados pelas atividades econômicas;

(a.2) uma mudança na localização geográfica das atividades econômicas;

(a.3) uma mudança no traçado da malha viária.

No primeiro caso, para um mesmo vetor de demanda final a ser atendido e uma mesma configuração geográfica das fontes produtoras, a substituição viria porque as intensidades energéticas das possíveis combinações de origem e destino diferem. Conseqüentemente, uma variação no custo dos combustíveis irá afetar de maneira diversa os custos de cada possível movimento de transporte, alterando assim a configuração final desses fluxos.⁴

⁴Por exemplo, para um dado preço do diesel compensaria suprir a demanda de arroz do Rio de Janeiro com a produção do Rio Grande do Sul, para outro nível de preço esse arroz supriria uma outra demanda e o Rio seria atendido, pela produção de Goiás.

FIGURA 1

UM ENFOQUE PARA ANALISAR CONSERVAÇÃO ENERGÉTICA EM TRANSPORTES

<u>POSSIBILIDADES DE SUBSTITUIÇÃO PELA VARIAÇÃO DE</u>	<u>VARIÁVEIS AFETADAS NO SETOR</u>	<u>VARIÁVEIS DE CONTROLE GOVERNAMENTAL</u>	<u>HORIZONTE DE TEMPO DO IMPACTO</u>	<u>RELEVÂNCIA COMO INSTRUMENTO DE POLÍTICA</u>
TONELADAS- -QUILÔMETRO	<ul style="list-style-type: none"> . LOCALIZAÇÃO . DISTRIBUIÇÃO DOS FLUXOS 	<ul style="list-style-type: none"> . PREÇOS DE INSUMOS . POLÍTICA FISCAL . REG.USO DO SOLO 	LONGO	PEQUENA
QUALIDADE DE SERVIÇO	<ul style="list-style-type: none"> . PREÇO DOS SERVIÇOS . QUALIDADE DOS SERVIÇOS . ESTRUTURA DO MERCADO . CAPACIDADE OFERTADA 	<ul style="list-style-type: none"> . PREÇOS DE INSUMOS . CONTROLES OPERACIONAIS . CONTROLE DE MERCADO: CAPACIDADE, Nº DE FIRMAS . SERVIÇOS DE INFORMAÇÃO 	MÉDIO	MÉDIA
COMBINAÇÃO DOS INSUMOS PARA PRODUÇÃO DE CAPACIDADE DE TRANSPORTE	<ul style="list-style-type: none"> . UTILIZAÇÃO DOS INSUMOS . PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS . ESCOLHA DE TECNOLOGIA 	<ul style="list-style-type: none"> . PREÇOS DE INSUMOS . CONTROLES OPERACIONAIS . INFRA-ESTRUTURA . POLÍTICA FISCAL . SERVIÇOS DE INFORMAÇÃO . PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO 	MÉDIO	MÉDIA

Variações nos custos de transporte ou nos preços regionais de outros insumos da produção podem induzir a uma reorganização da localização das atividades econômicas e, portanto, dos fluxos de transporte e das toneladas-quilômetro demandadas. Mudanças na malha viária alteram a quilometragem entre as diversas origens e destinos. A mesma forma de raciocínio segue para o transporte de passageiros.

As mudanças envolvendo a qualidade do serviço de transporte (item b) estão usualmente associadas a uma variação na intensidade do uso de energia. Há uma marcante correlação positiva entre a intensidade do consumo energético e a qualidade do serviço de transporte; correlação esta também manifesta em outros setores da atividade humana. Uma firma, ao optar por uma qualidade de serviço inferior, rearranja também os demais componentes de sua logística de movimentação de insumos ou de distribuição de produtos, com impactos no uso de energia e de outros insumos de produção. Da mesma forma, o usuário de um sistema de transporte de massa (e.g. ônibus), ao voltar-se para o transporte por automóvel, pode rearranjar a alocação do seu tempo ao custo de um maior dispêndio de energia e cruzados no transporte, e um menor consumo de outros bens.

Na combinação dos insumos para a produção da capacidade de transporte (item c) há diversas opções que conduzem a diferentes níveis de utilização destes. São claras as possibilidades de substituição entre manutenção (mão-de-obra, materiais, etc.) e energia. Da mesma forma, pode-se pensar em possibilidades para a substituição de energia por mão-de-obra técnica gerencial, através de melhor opções de rota e controle operacional dos veículos. Combinando melhores técnicas de armazenamento, consolidação e despacho de cargas, e tamanho de veículos, pode-se chegar a diferentes proporções de uso de capital, mão-de-obra e energia, para um dado nível de serviço.

Quanto à relevância de políticas atuando em cada um desses três níveis de possibilidades de conservação de energia, cabe destacar que as políticas que atuam sobre a localização e, conseqüentemente, os fluxos de transporte, têm tido caráter eminentemente político-social. Objetivos como o desenvolvimento e ocupação

regional, redução das desigualdades regionais e distribuição de renda são dominantes sobre o objetivo de conservação energética. Assim, nas próximas seções nos concentramos em discutir as possibilidades de conservação energética a partir de variações na qualidade dos serviços de transporte (b) ou na combinação dos insumos de produção (c). Essa discussão, tanto para o caso do transporte de carga como para o de passageiro, é precedida de uma análise dos resultados de estimações empíricas dos determinantes econômicos do consumo de energia nesses dois serviços de transporte. Isto é, dos determinantes das toneladas ou dos passageiros-quilômetro produzidos e da demanda de energia derivada desse processo de produção.

4. Transporte de Carga: Determinantes do Consumo de Energia e Possibilidades de Conservação

4.1. - Determinantes do Consumo

Quais os principais fatores que determinam as toneladas-quilômetros movimentadas no Brasil? O que pesa mais na demanda por energia para o transporte: a movimentação das safras agrícolas, da produção industrial, ou o transporte dos produtos para consumo final?

O transporte rodoviário de carga é responsável por cerca de 50% do óleo diesel consumido no Brasil. Os resultados empíricos recentes, para o caso brasileiro, revelam que o fator mais importante na determinação do consumo no transporte de carga é o transporte dos produtos para consumo final. Segue-se a produção agrícola e a produção industrial. A Tabela 3 apresenta o impacto no consumo de óleo diesel para um aumento de 10% em diversos fatores selecionados.

A interpretação desses resultados segue o seguinte raciocínio. Enquanto as mercadorias são transportadas como insumos para alimentar os processos produtivos (e.g. café em grão para uma torrefação), a demanda por energia derivada desse transporte seria atribuída ao produto industrial ou agrícola, conforme o caso. Já a distribuição do País de mercadorias prontas para consumo final teria a demanda por energia daí derivada atribuída ao componente de

Tabela 3 - Transporte de Carga: Determinantes do Consumo

Variação no Consumo de Óleo Diesel para um Aumento de 10% em Fatores Seleccionados

		Fator	Variação (%)
CONSUMO	SALÁRIOS (população constante)		8,5
	SALÁRIO MÉDIO		3,9
	SALÁRIOS E POPULAÇÃO (salário médio constante)		4,6
PRODUÇÃO	PRODUÇÃO AGRÍCOLA (valor médio por tonelada constante)		2,6
	VALOR MÉDIO POR TONELADA DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA (produção total constante)		5,6
	PRODUÇÃO INDUSTRIAL		1,0

FONTE: Castro, 1986

salários (i.e. salários como proxy da renda destinada ao consumo). Essa distinção fica clara quanto tomamos o caso de produtos destinados à exportação. Para estes, a demanda por energia no transporte de veria ser atribuída tão somente ao produto industrial e/ou agrícola.

Outro aspecto a ressaltar é quanto à magnitude das elasticidades estimadas, apresentadas na Tabela 3. Nestas temos dois componentes. O primeiro é a elasticidade do consumo específico de diesel com relação à variável selecionada. Por exemplo, o consumo de diesel utilizado especificamente no transporte da produção industrial com relação ao produto industrial. Espera-se, em geral, que essas elasticidades sejam próximas da unidade. Por outro lado, o modelo estimado tem como variável endógena, a ser explicada, o consumo total de diesel no transporte. Assim, portanto, as elasticidades dos consumos específicos de diesel são ponderadas pela participação destes no consumo total. Por exemplo, supondo fosse unitária a elasticidade do consumo de diesel para o transporte indus-

trial com relação ao produto industrial, e que o consumo nesse tipo de transporte representasse 10% do consumo total de energia no transporte de carga, teríamos uma elasticidade do consumo total com relação ao produto industrial de 0,1 ($1 \times 0,1 = 0,1$).⁵

Caso as elasticidades do consumo específico de diesel forem de fato próximas da unidade, devemos então tomar as elasticidades apresentadas relativas a salários, produção agrícola e industrial, como indicadores da participação no consumo total do consumo atribuível a cada uma destas variáveis (i.e. Q_x/Q). Assim, também a elasticidade relativa ao valor médio da produção agrícola deve ser ponderada pela percentagem do consumo atribuível ao transporte de produtos agrícolas. Desse modo, obteremos a elasticidade específica dessa variável para o consumo no transporte agrícola. Assumindo, por exemplo, que a elasticidade específica do consumo de diesel no transporte agrícola seja unitária ($\epsilon_A = 1$), teríamos a percentagem do consumo nesse tipo de transporte igual a 26%. Ponderando, com este valor, a elasticidade do consumo total com relação ao valor médio da produção agrícola, iremos obter uma elasticidade específica para consumo específico no transporte agrícola de 2,15 ($0,56/0,26$).

De acordo com esse resultado, uma mercadoria com um valor específico 10% superior a uma outra demandaria, em média, 21,5% a mais de energia no seu transporte. Esse valor reflete as características médias de transporte das mercadorias que influem tanto no consumo energético global (e.g. distância média de transporte),

⁵ Generalizando, temos $\frac{\partial Q}{\partial X} \frac{X}{Q} = \left(\frac{\partial Q_x}{\partial X} + \frac{\partial Q_0}{\partial X} \right) \frac{X}{Q_x} \cdot \frac{Q_x}{Q}$, onde Q = consu

mo de diesel total; X = variável qualquer; Q_x = consumo de diesel específico da variável X ; Q_0 = consumo de diesel não atribuível a variável X ; e $Q = Q_x + Q_0$. Assumindo $\partial Q_0 / \partial X = 0$, obtemos $\frac{\partial Q}{\partial X} \frac{X}{Q} =$

$$= \left(\frac{\partial Q_x}{\partial X} \frac{X}{Q_x} \right) \frac{Q_x}{Q} \text{ . Ou seja: } \epsilon_Q = \epsilon_x \cdot \frac{Q_x}{Q} \text{, onde } \epsilon_Q \text{ e } \epsilon_x \text{ são as elasticidades do consumo total e específico, respectivamente. Para o exemplo acima, substituindo, temos: } 0,1 = 1 \times 10\%.$$

como também na intensidade do consumo por unidade de serviço (e.g. consumo por tonelada-quilômetro em função do tamanho de lote, qualidade do serviço prestado, etc.).⁶

Esses resultados têm importantes implicações para trabalhos de projeção de demanda por energia no setor de transporte de carga, como também para a análise de políticas governamentais para os setores de transporte e energia. Assim, por exemplo, podemos apresentar explicações bastante plausíveis para o comportamento, em 1984, do consumo de óleo diesel, que, crescendo menos do que o PIB, contrariou uma tendência observada durante mais de 30 anos. De acordo com os resultados encontrados, esse fenômeno pode ter ocorrido em função de um crescimento dos gastos de consumo pessoal inferior ao crescimento do PIB. Sendo o consumo de óleo diesel significativamente mais elástico ao consumo do que ao produto, tem-se a explicação para o fenômeno.^{7,8}

Em 1985, o consumo de diesel já apresentou sinais de recuperação, em função do crescimento do nível geral de salários, principalmente a partir do 2º semestre. Não obstante, seu crescimento neste ano foi ainda 2,5 pontos percentuais inferior ao do

⁶ A magnitude estimada para essa elasticidade está de acordo com a grande amplitude encontrada para o rendimento energético no transporte, tanto em empresas rodoviárias quanto ferroviárias, discutida na subseção seguinte.

⁷ Lembrando a identidade básica macroeconômica $C+G+I+NX \equiv Y \equiv Y_d + (T-R) \equiv (T-R)+S+C$, notamos que o produto Y pode ser demandado para consumo (C), investimentos (I), por gastos do governo (G), ou pelas exportações líquidas (NX). Em 1984, o País realizou um esforço brutal de ajustamento no seu setor externo duplicando o saldo da balança comercial (US\$ 13,1 contra US\$ 6,5 bilhões em 1983). Esse ajuste se deu basicamente em função de uma redução no consumo (C), que passou de 80%, em 1983, para 76% do PIB, em 1984, liberando assim cerca de US\$ 8,8 bilhões para satisfazer as demandas do setor externo (NX) e público (G) (Brasil, 1985).

⁸ Cabe ressaltar que o preço do diesel permaneceu no mesmo patamar de meados de 1981 até meados de 1985 (cerca de Cz\$ 4,5/litro, a preços de março de 1986). Lembramos que o modelo desenvolvido investiga apenas a parte do consumo de diesel atribuída ao transporte de carga. Para esclarecer totalmente os motivos para o comportamento atípico do consumo de diesel em 1984, teríamos que dispor de modelos semelhantes para os demais setores relevantes (transporte de passageiros, agricultura, etc.).

PIB. Já em 1986 espera-se um crescimento do consumo de diesel superior ao do PIB, em função do grande avanço no consumo interno.⁹

Essa discussão nos leva a outro fator essencial para a compreensão da demanda derivada por transporte e óleo diesel, qual seja, a importância relativa de cada um dos determinantes do consumo. O que o modelo nos informa é que o principal componente na de terminação da demanda derivada por transporte e energia é o con sumo, em comparação com a produção das mercadorias, propriamente. Isto pode ser visto da seguinte maneira: enquanto as mercadorias são movimentadas como insumos para a produção, há economias no transporte proporcionadas por lotes maiores e mais homogêneos. Já na fase de distribuição das mercadorias para consumo há um aumento na demanda derivada por transporte e energia, em função da maior dis persão geográfica dos pontos de consumo e da conseqüente redução dos tamanhos dos lotes e dos estoques. Esses fatores, por sua vez, implicam uma demanda por melhores níveis de serviço de transporte. Exemplificando: a produção de Cz\$ 100 de óleo numa central de esmagamento de soja em Porto Alegre ou Londrina gera uma demanda por transporte e óleo diesel menor do que a distribuição pelo Brasil para consumo dessa mesma produção.

Outra implicação importante é com relação à política de preço do óleo diesel. Os resultados indicam que um aumento no sa lário médio da população tem um impacto ponderável na demanda por óleo diesel.

Tomemos duas regiões com o mesmo perfil de atividades e e conômicas e mesmo total de salários, uma porém com salário médio 10% superior (ou seja, população 10% inferior em número). Esta e xige um padrão de transporte com consumo de energia, em média, 3,9% superior. Como a parcela do consumo de diesel atribuível a salá rios é cerca de 46%, teríamos uma elasticidade do consumo específico com relação ao salário médio de 0,85. Esse resultado indica

⁹De 1954 a 1983 o consumo de óleo diesel cresceu a uma taxa anual cerca de 2,5% superior à do PIB, não tendo neste período, um só ano de crescimento inferior.

que as faixas da população de mais alta renda apresentam um padrão de consumo de mercadorias caracterizadas por uma demanda de transporte com maior uso de óleo diesel. Conseqüentemente, uma política de subsídio ao diesel que contemplasse sua utilização no transporte de carga poderia ter impactos distributivos perversos, uma vez que a maior parcela dessas transferências terminaria por beneficiar os grupos mais afluentes.

4.2. - Qualidade de Serviço e Escolha de Modo de Transporte

Hã, pelo menos em tese, um grande espaço para políticas que atuem visando à substituição de energia, através da utilização de modos ou submodos de transporte menos intensivos no uso de energia. No caso do transporte de carga, a Tabela 4 apresenta estimativas da energia média consumida, por modo de transporte, em litros equivalente de óleo diesel por tonelada-quilômetro.

Tabela 4 - Energia Consumida no Transporte de Carga por Modo
(litros equivalente de óleo diesel/100 tkm)

Modo/País	Brasil ^a	EUAB
Dutoviário	-	0,6
Hidroviário	1,3	0,8
Ferroviano	1,4	1,2
Rodoviário	3,1	3,8
Aéreo	-	47,8

^aHidroviário: cabotagem, 1982

Ferroviano: RFFSA, média

Rodoviário: média de 1030 empresas de transporte comercial.
Elaborado a partir de dados de GEIPOT (1985) e FIBGE (1984).

^bU.S.Congress, Energy use in freight transportation, C.B.O. 1982.

De acordo com as evidências da Tabela 4, parece haver um potencial para substituição de energia via mudança de modo de trans

porte. Em contrapartida, os custos logísticos de transporte incorridos pelos usuários serão, via de regra, afetados pelas mudanças nos atributos do serviço de transporte. Os modos de transporte oferecem diferentes níveis de qualidade de serviço e dispendem diferentes proporções de recursos na produção de capacidade de transporte. Por sua vez, os usuários, em função da qualidade do transporte, tomam suas decisões logísticas de produção, estoques e comercialização. Uma melhor qualidade de transporte está geralmente associada, por um lado, a um maior dispêndio de recursos por parte da empresa transportadora, por outro, a um menor custo logístico por parte dos usuários, e vice-versa.

Cabe destacar que essas possibilidades de substituição energética também existem dentro de um mesmo modal. Na Tabela 5, por exemplo, apresenta-se o consumo médio de óleo diesel por tonelada-quilômetro para caminhões de diferentes capacidades de carga. Como se pode observar, o caminhão de 14 toneladas de capacidade de carga útil, típico no transporte rodoviário no Brasil, consome 73% mais combustível do que o treminhão de 48 toneladas de capacidade.

Os valores apresentados na Tabela 5 foram obtidos supondo-se uma mesma utilização da capacidade de carga dos veículos. Na prática, uma mudança de caminhões de menor capacidade para caminhões de maior capacidade, mantendo-se o mesmo nível de utilização, só se daria através de uma deterioração do nível de serviço (diminuição da frequência de viagens), ou de uma maior concentração de cargas entre uma origem e um destino (e.g., viabilizada pelo crescimento do mercado, da empresa, ou de novas práticas operacionais como redespachos; cf. Castro, 1984).

Um exame mais detalhado dos consumos energéticos unitários apresentados para os vários modos de transporte revela que os valores apresentados na Tabela 4 são médias de uma distribuição de consumo com grande amplitude. Assim, expandimos essa análise apresentando na Figura 2 o consumo energético unitário estimado para diversos tipos de empresas de transporte rodoviário e ferroviário.

Tabela 5 - Consumo de Óleo Diesel em Caminhões
Segundo Diversas Fontes

Capacidade de Carga Útil	Consumo*			
	Fontes			
	a	b	c	d
12	2,6			
14		2,4		
18	2,2			
19			2,8	
21			2,7	
25	2,1			
26		1,9		
38			1,8	
48		1,4		
Protótipo Harvester				1,0

* Litros de óleo diesel/100 tkm de capacidade.

^a Dados compilados pela Secretaria Técnica da NTC (ver Revista BR)

^b Revista BR, nº 208, p.37.

^c Alston, L. World Bank Working paper 634, 1984

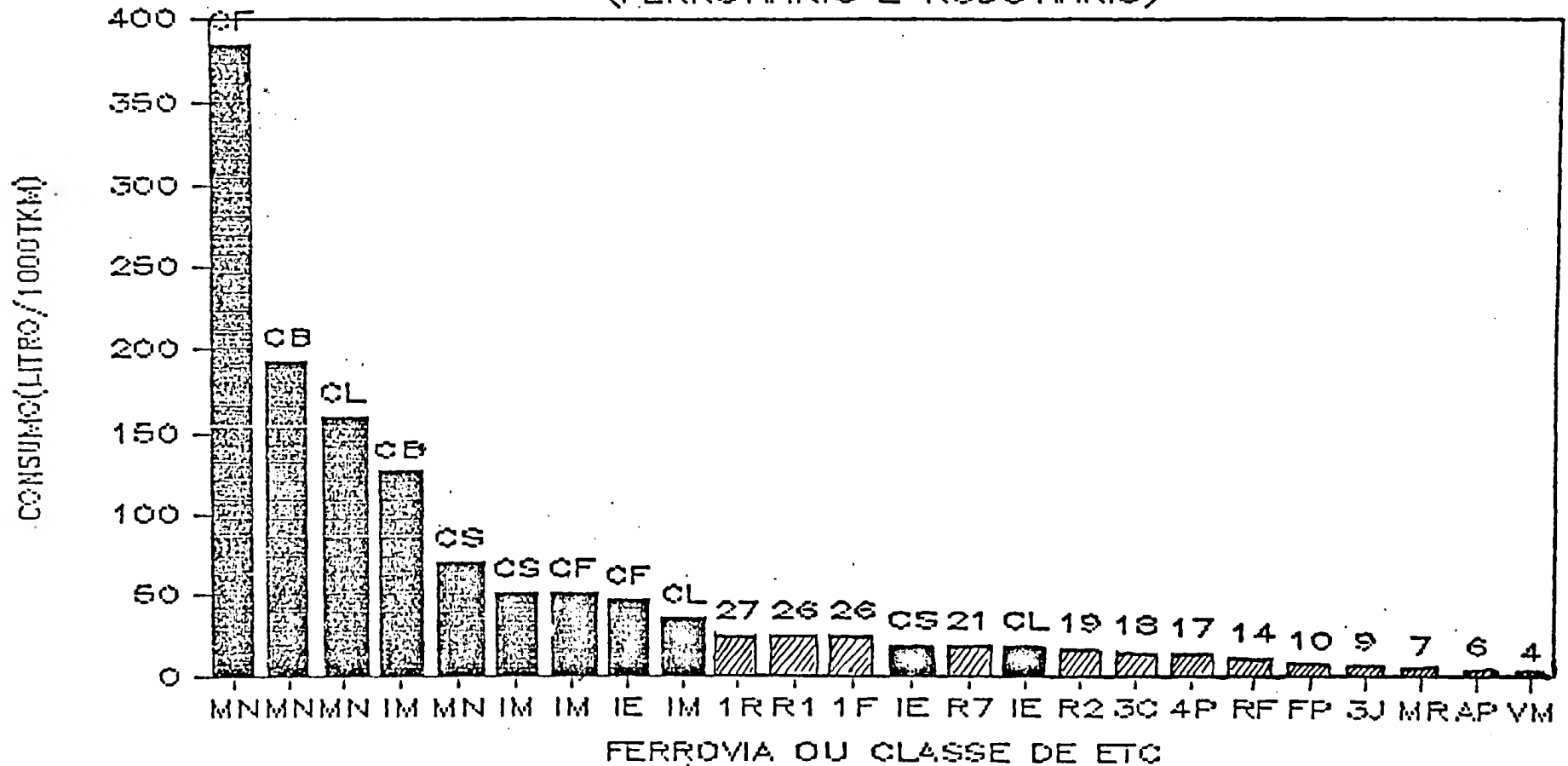
^d Revista Carga 1,1.

A média obtida pela RFFSA na Tabela 4 (14 litros de diesel por 1000 tkm) esconde, portanto, uma dispersão de consumo entre 9 e 27 litros de óleo diesel por 1000 tkm.¹⁰

Na faixa superior do consumo unitário ferroviário já encontramos empresas rodoviárias que apresentam um rendimento energé

¹⁰ A média da RFFSA aparece na Figura 2 com a legenda RF. O consumo de 9 e 27 litros por 1000 tkm foram apresentados pelas Superintendências de Produção de Juiz de Fora e Recife, respectivamente (legendas 3J e 1R). As divisões operacionais com transporte suburbano de passageiros foram eliminadas. O transporte interior de passageiros não foi considerado nos cálculos.

CONSUMO DE DIESEL (litro por 1000tkm) (FERROVIÁRIO E RODOVIÁRIO)



- Legenda: Ferrovias
- 1R: Superint.de Produção-Recife
 - R1: Superint.Regional-Recife
 - 1F: Superint.de Produção-Fortaleza
 - R7: Superint.Regional-Salvador
 - R2: Superint.Regional-Belo Horizonte
 - 3C: Div.Operac.-Campos
 - 4P: Superint.de Produção-São Paulo
 - RF: RFFSA-média
 - FP: RFFSA-média
 - 3J: Superint.de Produção-Julz de Fora
 - MR: E.F.Mineração Rio do Norte
 - AP: E.F.Arapá
 - VM: E.F.Vitória a Minas

- Legenda: Empresas de Transporte Rodoviário de Carga-ETC de linhas predominantemente
- MN: municipais
 - IM: intermunicipais
 - IE: interestaduais
 - IN: internacionais
 - de carga predominantemente
 - CF: frigorificada
 - CL: líquida
 - CS: seca
 - CB: c/veículo basculante
 - AT: autônoveis

Elaborada a partir de
GEIPOT (1985) e FIBGE
(1984).

tico até superior (e uma qualidade de serviço certamente muito superior) ao ferroviário. Por exemplo, as empresas rodoviárias de cargas líquida e seca (legendas CL e CS, respectivamente) com linhas predominantemente interestaduais (legenda IE) obtiveram um rendimento de 21 litros de diesel por 1000 tkm, comparável à Superintendência Regional de Salvador da RFFSA (legenda R7).

Por outro lado, nas distâncias curtas (empresas de linhas predominantemente municipais MN), onde há baixa densidade de carga, muitas paradas dos veículos para coleta ou entrega de volumes, ou no transporte de cargas especiais (e.g. carga refrigerada da CF) temos um consumo unitário até uma ordem de grandeza superior à média das empresas rodoviárias. No outro extremo temos a ferrovia-padrão — Estrada de Ferro Vitória-Minas (legenda VM) —, líder nos índices de produtividade, que apresenta um consumo unitário de 4 litros por 1000 tkm. As ferrovias que revelam consumos vizinhos a este da Vitória-Minas também têm características de transporte bastante semelhantes, com o tráfego concentrado numa única linha, um sentido e uma mercadoria predominantes (minério).¹¹

A grande dispersão de valores revelada na Figura 2 é produto não só das características tecnológicas dos modos de transporte, mas principalmente das características impostas pela demanda. Ou seja, o tipo de mercadoria, volume, distância, possibilidade de conjugar cargas no retorno dos veículos, dispersão da malha de origens/destinos, etc. são os determinantes das características da oferta e, por sua vez, da produtividade dos fatores de produção.

Seria ingênuo, portanto, comparar valores médios de consumo dos modais e concluir que cargas transportadas com um dado consumo energético pudessem atingir reduções significativas nesse valor através de uma simples mudança na tecnologia de transporte, ce teris paribus. O que se pode esperar, na prática, são mudanças mais suaves nas características de serviço demandadas, levando a modificações também suaves no padrão de oferta de serviço e de pro

¹¹ Devemos notar que os valores encontrados nos Quadros 4, 5 e 6 são semelhantes aos encontrados em estudos de outros países (ver Alston, 1984, pp.70/71/72).

atividade dos fatores. Assim, concluímos que as reais possibilidades de conservação residem dentro do próprio modo de transporte em que as cargas são transportadas. Da mesma forma, mudanças no modo de transporte, mantidas as características do serviço constantes, são pouco prováveis de levar a ganhos nos índices de produtividade dos fatores.

Sendo o transporte rodoviário responsável por cerca de 70% das toneladas-quilômetro transportadas e 90% da energia consumida no transporte de carga, poderíamos concluir que as possibilidades de conservação de energia no transporte de carga concentram-se nesse modo de transporte. Assim, o maior potencial de conservação estaria não em ganhos oriundos de mudanças de modo de transporte, mas sim em melhorias técnicas e operacionais dentro do próprio modo rodoviário, mantido o mesmo perfil de distribuição intermodal de carga.

Devemos enfatizar que modificações no perfil de distribuição intermodal de carga no Brasil deverão ocorrer principalmente em função de modificações na demanda por serviços. Assim, o surgimento do complexo de Carajás ou de uma grande expansão da produção de grãos no cerrado deve conduzir a um aumento na participação do modo ferroviário. Por outro lado, a desconcentração e crescimento da renda nacional deve provocar uma intensificação na demanda por bens de consumo e por serviços de transporte rodoviário e aéreo. Lembremos que essa tendência já se solidificou nos países da Europa e nos E.U.A.; por exemplo, entre 1963 e 1984 a percentagem de toneladas-quilômetro transportada por rodovia cresceu de 31 para 48% na França, de 21 para 52% na Alemanha e de 68 para 81% no Reino Unido (cf. Gil, 1986). Nos E.U.A. a participação das ferrovias nas toneladas-quilômetro transportadas decresceu de 61 para 37%, entre 1940 e 1975 (cf. Wyckoff e Maister, 1977).

No Brasil, há ainda um agravante que penaliza o modo de transporte ferroviário. Enquanto este é responsável por todo o custo de construção e manutenção de sua infra-estrutura, o modo rodoviário não contribui de maneira significativa sequer para a manutenção da malha rodoviária. O resultado é que os fretes desses modais, em distância e cargas compatíveis, são praticamente equiva-

lentes. Na Figura 3 podemos notar que, em 1982, o frete médio cobrado pela RFFSA (excluindo-se o frete de minério de ferro) e pela FEPASA se situou em pé de igualdade com a média de alguns grupos de empresas rodoviárias de linhas interestaduais e internacionais. Vemos também que o frete médio pago ao transportador autônomo se situou exatamente entre o frete dessas duas ferrovias.¹² Mais uma vez, a amplitude obtida para os valores de frete, na Figura 3, reforça o ponto de que médias setoriais se constituem numa base sólida para comparações e conclusões sobre o potencial de conservação de energia via mudança de modo de transporte.

4.3. - Determinantes do Consumo de Energia e Possibilidade de Substituição entre Insumos nas Empresas de Transporte Rodoviário de Carga

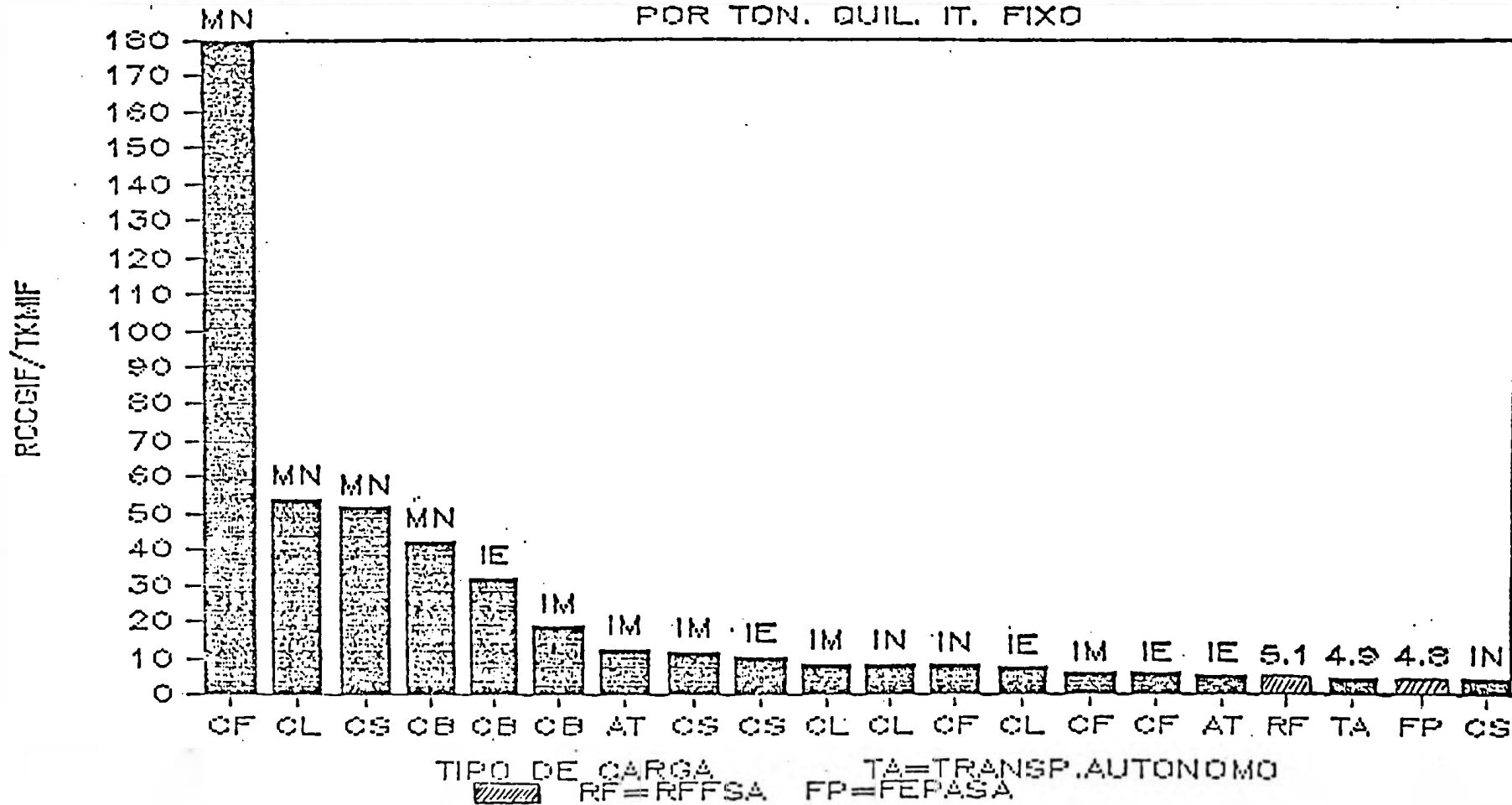
As características do serviço de transporte têm influência significativa sobre o consumo de óleo diesel nas empresas rodoviárias. Na Tabela 6 apresentamos as estimações dos impactos de variáveis selecionadas no consumo de energia dessas empresas.

Tabela 6 - Impacto no Consumo de Diesel em Empresas de Transporte Rodoviário para Mudança de 10% em Variáveis selecionadas

Variável	Impacto (%)
Toneladas-quilômetro	7,4
Extensão total das linhas	-2,7
Número total de linhas	4,5
Valor unitário das mercadorias transportadas (<u>proxy</u> para qualidade do serviço)	1,9

¹² Valor do médio frete do transportador autônomo para julho de 1982, segundo o relatório das Centrais de Informação de Fretes da Secretaria dos Transportes do Paraná.

RECEITA TRANSP. CARGA COM ITIN. FIXO POR TON. QUIL. IT. FIXO



Legenda: Empresas de Transporte Rodoviário de Carga-ETC
 de linhas predominantemente
 MN: municipais
 IM: intermunicipais
 IE: interestaduais
 IN: internacionais
 de carga predominantemente
 CF: frigorificada
 CL: líquida
 CS: seca
 CB: c/veículo basculante
 AT: autônomos

Elaborada a partir de GEIPOT (1985) e FIBGE (1984).

O primeiro fato a ressaltar são as economias de densidade para o consumo de energia. Isto é, dadas duas empresas com as mesmas características quanto ao número e extensão de linhas, e valor das mercadorias transportadas (como medida de aproximação para o tipo de serviço demandado), se uma destas transportou 10% mais carga (e, portanto, produziu 10% a mais de toneladas-quilômetro), seu consumo de energia será 7,4% maior. Da mesma forma, se a diferença entre estas empresas for em relação à extensão das linhas, mantidas as demais variáveis constantes, a empresa com extensão 10% maior teria um consumo 2,7% menor. Esse resultado já poderia ser antecipado em função da significativa variação do consumo unitário de energia, em função do tipo de linha, observado na Figura 2.

Um aumento do número de linhas, *ceteris paribus*, significa uma redução na densidade de transporte na malha servida pela empresa. Assim, um aumento de 10% no número de linhas, para a mesma extensão total e toneladas-quilômetro transportadas, levaria a um incremento de 4,5% no consumo de energia. A correlação entre a qualidade de serviço e o consumo energético é demonstrada pelo impacto do valor unitário das mercadorias. Mercadorias de mais alto valor demandam melhores níveis de serviço que, por sua vez, acarretam um maior consumo energético.

Esses resultados expressam a melhor combinação possível de insumos (i.e., a de menor custo total) na produção dos serviços demandados, para um determinado nível de preços. Cabe então perguntar, qual o impacto de variações nos preços dos insumos em suas proporções relativas na produção dos serviços de transporte? Conforme ressaltado no enfoque sintetizado na Figura 1, esses resultados servem para avaliar políticas de conservação via alterações nos preços dos insumos, através da análise dos rearranjos nas quantidades consumidas (cf. Rezende, 1984). Para se obter esses resultados estimam-se as funções de custo ou de produção das empresas de transporte, calculando-se, a partir destas, as elasticidades de substituição entre insumos motivados por variações em seus preços.

Os resultados por ora obtidos indicam que a tecnologia de transporte rodoviário de carga é relativamente rígida, apresen-

tando poucas possibilidades de substituição entre insumos (cf. Rezende, 1984; Swait, 1986). Esses resultados carecem ainda de investigações mais aprofundadas, estando os valores das elasticidades já estimadas ainda sujeitos a revisões.

5. Transporte de Passageiros: Determinantes do Consumo de Energia e Possibilidades de Conservação

5.1. - Determinantes do Consumo

Da mesma maneira que associamos o consumo de energia no transporte de carga às características sócio-econômicas das regiões, podemos correlacionar o consumo de energia no transporte de passageiros a características relevantes dos núcleos municipais. Como vimos para o transporte de carga, o consumo por unidade produzida — no caso, passageiro-quilômetro — varia substancialmente, dependendo do tipo e das características do transporte utilizado: automóvel, táxi, ônibus, etc.. A associação, portanto, diretamente entre consumo de energia no transporte de passageiros e variáveis de interesse incorpora não só a geração global de demanda por transporte, como também aspectos da distribuição de fluxos, escolha de modo e características da oferta de transporte.

Para o consumo de energia tomamos o total, em litros de gasolina equivalente, consumidos no transporte por automóvel e ônibus. Os resultados preliminares de estimação indicam que o consumo global de energia no transporte de passageiros é elástico a salários (elasticidade $\epsilon=1,2$).¹³ Nesta elasticidade destacamos dois componentes: o componente salário médio sendo responsável por 0,2, e o componente salário total (salário médio constante) por 1,0, do seu valor absoluto (ver Tabela 7). Ainda aparecem com destaque as variáveis percentagem da população urbana ($\epsilon=0,3$) e a densidade populacional ($\epsilon=-0,06$). Note-se que os resultados, ainda sujeitos a revisão, também indicaram que estas elasticidades variam de maneira significativa por faixa de população municipal.¹⁴

¹³Nesse modelo a variável salário foi usada como aproximação para a renda municipal.

¹⁴Para maiores detalhes ver Castro, 1986 (c).

Tabela 7 - Transporte de Passageiros: Determinantes do Consumo
 Variação no Consumo de Energia para um Aumento
 de 10% em Fatores Selecionados

Fator	Variação (%)
Salários (população constante)	12
Salário Médio	2
Salários e População (salário médio constante)	10
Percentagem População Urbana	3
Densidade Populacional (hab/km ³)	- 0,6

FONTE: Castro, 1986 (c).

5.2. - Modo de Transporte e Consumo de Energia

As Tabelas 8 e 9 revelam a total predominância do ônibus no transporte coletivo de passageiros no País, sendo este responsável por cerca de 92% dos passageiros-quilômetro transportados e por cerca de 15 a 20% do total de óleo diesel consumido. Cerca de 79% dos passageiros transportados por rodovias são em linhas municipais, ficando as linhas intermunicipais e interestaduais com 20 e 1%, respectivamente. Nas viagens interurbanas a predominância do modo rodoviário continua marcante; a médio prazo, porém, espera-se uma crescente participação do avião, principalmente nos percursos médios e longos.

A intensidade energética dos vários modos de transporte de passageiros revela grandes possibilidades de conservação de energia. A Tabela 9 apresenta o rendimento energético dos diferentes meios de transporte de passageiros. Deve-se ressaltar que as possibilidades de substituição, no caso de mudança de modo no transporte de passageiros envolve, pelo lado da oferta, a variação no emprego de insumos como energia, capital (veículos, terminais), mão-de-obra, etc.; e pelo lado da demanda, a variação na utilidade

Tabela 8 - Perfil da Demanda no Transporte de Passageiros (1982)

Viagens Urbanas		Viagens Interurbanas	
Modo	Passageirosx10 ⁶ /ano	Modo	Passageirosx10 ⁶ /ano
Ônibus	9.000	Ônibus	3.200
Trem	500	Trem	20
Metrô	500	Avião	12

Elaborada a partir de IBGE, 1984; GEIPOT, 1985.

Tabela 9 - Passageiros-quilômetro por modo e Consumo Energético (1982)

Modo	PasxKMx10 ⁹ /ano	(%)	Consumo Energético (tep/10 ⁶)	(%)	Consumo Específico (tep/10 ⁶ x Passxkm)	Índice
Ônibus	342	(70)	2,3	(16)	7	100
Automóvel	120	(24)	10,3	(70)	86	1229
Trem	14	(3)	0,3	(2)	21	300
Avião	11	(2)	1,6	(11)	145	2071
Metrô	3	(1)	0,1	(1)	30	429
Total	490	(100)	14,6	(100)	-	-

Elaborada a partir de IBGE, 1984; GEIPOT, 1985.

derivada do transporte pelo usuário, em função dos diferentes atributos de nível de serviço dos modais. Por exemplo, se uma variação no preço do transporte ou na renda da população causar um aumento na percentagem de viagens por ônibus, em detrimento da percentagem por automóvel, menos energia e outros insumos seriam consumidos no transporte. Em contrapartida, os usuários dispenderiam mais tempo em trânsito, o tempo de trânsito seria mais variável, etc., caracterizando um menor nível de serviço e, conseqüentemente,

uma menor utilidade (ou uma maior desutilidade) derivada do transporte pelo usuário.

No caso do transporte de passageiros observamos um diferencial substantivo entre as duas opções mais comuns de transporte. Enquanto o ônibus transporta 70% dos passageiros-quilômetro, consome somente 16% da energia; por outro lado, o automóvel, transportando 24%, consome 70% da energia dispendida no transporte de passageiros (ver Tabela 9).

Do lado da qualidade de serviço, a discrepância de opções parece igualmente significativa, principalmente nos últimos anos, com a deterioração do sistema de transporte urbano de massa. No transporte por ônibus, a compressão tarifária, verificada nos últimos tempos, também influiu de maneira determinante na queda do nível de serviço. Hoje, o automóvel se apresenta como a única alternativa disponível que oferece um nível mínimo de serviço. Isto se dá mesmo quando as condições de mercado apresentam possibilidades de se oferecer, no transporte de massa, opções intermediárias de preço e melhor qualidade de serviço.

As políticas disponíveis para incentivar os modais de maior rendimento podem ser divididas entre políticas de preço e de regulamentação que influem no nível de serviço (e.g., frequência mínima de partidas, faixas de rolamento exclusivas, etc.). Os resultados disponíveis para o Brasil indicam que os usuários são consideravelmente mais sensíveis a variações no nível de serviço do que nos custos monetários das viagens. Swait e Ben-Akiva (1985) estimam que um aumento de 10% no tempo de trânsito do ônibus e do automóvel particular causaria, em cada caso separadamente, uma redução de 4,5 e 3,6%, respectivamente, na utilização desses modos. O mesmo aumento de 10% nos custos monetários de cada um desses dois modos causaria uma redução de apenas 0,3 e 0,7%, respectivamente (elasticidades médias para a cidade de São Paulo).

Os valores encontrados têm implicações de grande significação para a orientação de políticas de incentivo ao uso de modos com maior rendimento energético. Ao que esses valores indicam, as políticas com maior potencial de apresentarem impactos

substantivos na escolha de modo no transporte urbano de passageiros são aquelas que visem melhorar o nível de serviço proporcionado pelo transporte de massa. Assim, medidas como faixas exclusivas para ônibus, menor nível de ocupação nos ônibus e trens nos horários de maior movimento, são exemplos de boas candidatas a surtirem os efeitos desejados.

5.3. - Possibilidades de Substituição entre Insumos nas Empresas de Transporte de Passageiros

Faria (1986), a partir da especificação de uma função de custo tipo "translog", avaliou a existência de economias de escala, bem como a substituibilidade entre os fatores de produção de empresas de transporte de passageiros (ônibus), dos segmentos urbanos e rodoviário. As principais conclusões desse trabalho foram:

- "...o consumo de óleo diesel no transporte coletivo de passageiros é relativamente pouco sensível ao preço desse combustível" (p.51);

"a constatação de economias de escala diferenciadas: até cerca de 170 ônibus no transporte urbano e até cerca de 600 ônibus no transporte rodoviário" (p.52).

Quanto à substituibilidade dos insumos destacamos, na Table 10, as elasticidades parciais de substituição de Allen e as elasticidades-preço, para valores médios das participações nos custos dos insumos selecionados. A rigidez tecnológica revelada por Faria (1986) está evidente nos valores das elasticidades de Allen, todas próximas de zero. Estas podem variar de zero (nenhuma possibilidade de substituição) a mais infinito (insumos perfeitamente substitutos entre si), ou menos infinito (insumos perfeitamente complementares entre si). As elasticidades preço indicam que um aumento de 10% no preço da energia levaria a uma redução de 0,42% na utilização desse fator pelas empresas. Ao mesmo tempo, os impactos na utilização dos demais fatores seriam:

- um aumento de 1,9% em capital;
- um aumento de 1,76% no trabalho;
- uma redução de 2,23% em manutenção.

Esses resultados foram consistentes em duas especificações para o nível de produção: número de passageiros transportados, e receita no transporte de passageiros.

Tabela 10 - Elasticidades Parciais de Substituição de Allen e Elasticidades Preço para Energia de Empresas de Transporte Coletivo de Passageiros (segmento urbano)

	Elasticidades de substituição de Allen	Elasticidades preço (auto e cruzadas)
Energia	-0,123	-0,042
Capital	0,557	0,190
Trabalho	0,515	0,176
Manutenção	-0,653	-0,223

FONTE: Faria (1986)

6. Conclusão

Nosso objetivo neste texto foi discutir os determinantes do consumo de energia e as possibilidades de sua conservação em transportes, a partir de um enfoque conceitual básico. Este nos permitiu identificar duas dimensões onde as possibilidades de conservação de energia pareciam merecer maiores estudos, a saber, a través de variações na qualidade do serviço de transporte (mudança de modo ou submodo de transporte), e através de variações na combinação dos insumos utilizados na produção da capacidade de transporte.

Nossa principal conclusão para o transporte de carga é que o maior potencial de conservação de energia está em melhorias no rendimento operacional (e energético) dentro do próprio modal rodoviário. É pouco provável que se obtenham reduções, economicamente interessantes para o País, no consumo de energia ou transportes, através de mudanças na distribuição intermodal de cargas, para o atual perfil de demanda.

Já no transporte de passageiros a ênfase das políticas de conservação de energia deve se voltar para a qualidade do serviço de transporte de massa. O objetivo é atrair o usuário do automôvel particular para o transporte de massa, de rendimento energético substancialmente maior, proporcionando-lhe opções intermediárias de preço e maior qualidade de serviço do que as opções de hoje disponíveis.

REFERÊNCIAS

- Alston, L. Railways and energy. World Bank staff working papers nº 634, Washington D.C., 1984.
- BRASIL. Banco Central do Brasil. Brasil - programa de ajustamento econômico, vol.6, fev.1985.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Balanco energético nacional, 1986.
- Carga - A revista dos transportes. Ano 1, nº 1. São Paulo, 1986.
- Castro, N. Produção, distribuição e consumo: Determinantes da demanda derivada por transporte e energia. Pesquisa e Planejamento Econômico, Rio de Janeiro, 16 (3), 1986.
- Cástro, Jr. N.R. Tecnologia, custos, capacidade de carga e consumo energético de veículos no transporte rodoviário de bens. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, TDE 22, 1984.
- Castro, N. Estrutura e desempenho do setor de transporte rodoviário de carga. (mimeo) IPEA/INPES, 1986 (b).
- Castro, N. A demanda global por energia no transporte individual e coletivo de passageiros (mimeo), IPEA/INPES, 1986 (c).
- Faria, F. O consumo de energia no transporte coletivo de passageiros. Texto para Discussão do Grupo de Energia, 37. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1986.
- Gil, A. Labour implications of technological change in rail and air transport. International Labour Review, vol.125 (1), jan/feb. 1986.
- GEIPOT. Anuário estatístico dos transportes. Brasília, 1985.
- IBGE. Empresas de transporte rodoviário. V.9., Rio de Janeiro, 1984.
- O.E.C.D. Statistics of energy, 1975.
- Pace Co. Consultants Inc. Refinery processing requirements for the future, em Doshier, J.R., 1983 NPRA Annual Meeting, 1983.
- Pinheiro, A.C. Sobre a dieselização da frota brasileira de caminhões (TDE nº 17, Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1983).

- Revista BR, São Paulo, Assoc.Nac.das Empresas de Transporte Rodoviário de Carga - NTC., nº 208, 1984.
- Rezende, A.E. Análise da demanda por insumos das empresas profissionais de transporte rodoviário de cargas. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, TDE 21, 1984.
- Secretaria de Transportes do Paraná. Central de Informação de Fretes - Relatório de Atividades. Julho 1986.
- Severo, C. "A política de transportes e o problema energético". Palestra no Seminário "Energia para o Transporte", São Paulo, 1983.
- Swait, J. e Ben-Akiva, M. "Empirical test of a constrained choice discrete model: Mode choice in São Paulo, Brazil". Mimeo, Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, 1985.
- Swait, J. Distribuição intramunicipal de bens e serviços: demanda, tecnologia de produção e potencial de conservação de energia. TDE 36, Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1986.
- U.S.Congress, Energy use in freight transportation, Washington, D. C., Congressional Budget Office, Staff Working Paper, 1985.
- Wyckoff, D. e Maister D. The motor carrier industry. Lexington Books, Lexington, MA., 1977.

TEXTO PARA DISCUSSÃO
GRUPO DE ENERGIA
Nº XXXIV

"Produção, Distribuição,
Consumo e Demanda Derivada
por Transporte e Energia".

Newton de Castro

Novembro de 1985

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - O MODELO DE DEMANDA POR ÓLEO DIESEL	8
3 - A BASE DE DADOS DISPONÍVEL E A ESPECIFICAÇÃO DO MODELO	10
3.1 - Base de dados	10
3.2 - Especificação e mensuração das variáveis do modelo	11
3.3 - Especificação da forma funcional do modelo	17
3.4 - A identificação do modelo	18
4 - RESULTADOS DAS ESTIMAÇÕES	18
4.1 - A forma funcional escolhida	21
4.2 - Hipótese de homocedância do modelo	21
4.3 - O problema da multicolinearidade	24
4.4 - Verificação da normalidade dos resíduos e da existência de observações muito influentes	25
5 - CONCLUSÕES	28
BIBLIOGRAFIA	32
APÊNDICE 1 - Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas	34
APÊNDICE 2 - Distribuição geográfica do consumo de óleo diesel	38

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

	Pág.
Tabela 1 - Taxas médias geométricas anuais de crescimento do consumo e do produto interno bruto e índice de preço real do óleo diesel	2
Tabela 2 - Variação prevista no consumo de óleo diesel para um aumento de 10% em variáveis selecionadas (%)	4
Tabela 3 - Determinantes do consumo de óleo diesel para o ano de 1980 - resultado das estimações	23
Gráfico 1 - Valores previstos versus valores observados - modelos linear e loglinear	22
Gráfico 2 - Histograma e gráfico normal dos resíduos "studentizados" (Modelo MQP-I)	26

AGRADECIMENTOS

Este trabalho contou com a inestimável colaboração de Paulo Roberto S.R. Lima, do GEIPOT, na gigantesca tarefa de transformar milhões de itens dados, de diversas fontes, no conjunto de 437 observações utilizadas. Ao Conselho Nacional do Petróleo (CNP) e à Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) agradeço os dados e as valiosas informações recebidas. Agradeço também a Ernesto de Campos Sigiliano, do GEIPOT, pelo apoio prestado a este esforço de pesquisa. Valiosos comentários recebidos de Alfredo Behrens, Eustáquio J. Reis, Joffre Swait, José W. Rossi, Milton da Mata e Otávio Tourinho ajudaram a melhorar uma primeira versão do texto. A confecção dos mapas, apresentados no Apêndice 2, deve-se a Lourival Dantas, do IBGE. Todo o apoio logístico a esse projeto foi diligentemente conduzido por Diva de Mattos.

PRODUÇÃO, DISTRIBUIÇÃO, CONSUMO E DEMANDA

DERIVADA POR TRANSPORTE E ENERGIA

Newton de Castro

Sinopse

Um modelo para a determinação da demanda derivada por óleo diesel, no setor de transporte de carga, é especificado e estimado para uma dada estrutura de preços. Na especificação, incorporaram-se variáveis relativas à produção agrícola e industrial, à população e aos salários. O modelo é estimado com dados tipo cross-section para o ano de 1980, obtidos para 437 zonas de tráfego do País. Os resultados revelaram que a demanda por diesel é sensível principalmente a salários (médios e total), apresentando uma elasticidade quase unitária ($\epsilon = 0,9$) com relação ao salário total (população constante e salário per capita variando). Segue-se em importância a produção agropecuária com uma elasticidade igual a 0,3. O valor específico dos produtos agrícolas também afeta significativamente a demanda por diesel ($\epsilon = 0,6$), enquanto a produção industrial tem menos impacto ($\epsilon = 0,1$).

1 - INTRODUÇÃO

Os gastos diretos com serviços de movimentação interna de mercadorias, seja com a finalidade de estas servirem de insumos à produção, exportação e transformação, seja para consumo final, correspondem a cerca de 8% do Produto Interno Bruto do País.¹ Na produção desses serviços, o óleo diesel destaca-se como insumo, por sua ampla utilização nos principais modos de transporte e por sua participação relativa nos custos de produção dos serviços. Tomando-se como referência o preço internacional do diesel, o País despendeu com este insumo, em 1984, o equivalente a cerca de US\$

¹ Estimativa feita para 1982 com base nas receitas operacionais das empresas de transporte comercial rodoviário (Cr\$ 1 trilhão para 11.000 informantes) [IBGE (1984)], supondo que estas respondam por 30% do produto do transporte rodoviário de carga. Ao valor em contrado foram acrescidas as receitas oriundas do transporte de carga nos modos aéreo, hidroviário [GEIPOT (1983)] e ferroviário [RFFSA (1983)]. Nos Estados Unidos, os dispêndios com o transporte de carga foram estimados em 9% para o ano de 1974 [Transportation Association of America (1976)].

4 bilhões, tendo sido o transporte de carga responsável por aproximadamente 65% desse consumo.

Um dado fundamental para o planejamento e a viabilização de uma retomada do crescimento econômico, nos próximos anos, é o potencial de geração e manutenção de um excedente na balança comercial. Esse potencial dependerá, de maneira significativa, da elasticidade das importações em relação ao produto, na retomada do crescimento. Dentre os produtos que apresentam uma alta elasticidade em relação ao PIB, está o diesel, cujo consumo cresceu, de 1954 a 1983, a uma taxa geométrica anual de 8,74%, enquanto o produto crescia de 6,24%. Cabe ressaltar que, no mesmo período, o preço do diesel triplicava em valor real (ver Tabela 1) e que, a manter-se essa taxa média de crescimento, o País teria, em 1990, um gasto com diesel equivalente a US\$ 7 bilhões. A preocupação com o crescimento do consumo de óleo diesel é, ainda, acentuada pela incerteza sobre os preços futuros do petróleo e derivados e pelas limitadas possibilidades de substituição, viáveis economicamente, do óleo diesel por outros insumos energéticos. Considere-se também que os derivados classificados na faixa dos médios (óleo diesel, querosene de aviação) são aqueles que apresentam, atualmente, as maiores taxas de crescimento de consumo no mundo.

TABELA 1

TAXAS MÉDIAS GEOMÉTRICAS ANUAIS DE CRESCIMENTO DO CONSUMO E DO PRODUTO INTERNO BRUTO E ÍNDICE DE PREÇO REAL DO ÓLEO DIESEL

PERÍODOS	ÍNDICE DE PREÇO REAL DO ÓLEO DIESEL*	CRESCIMENTO MÉDIO ANUAL		% CONSUMO/ % PIB
		Consumo de Óleo Diesel (%)	PIB (%)	
1954/58	100	12,8	6,5	2,0
1958/63	122	10,2	6,4	1,6
1963/68	142	7,5	5,0	1,5
1968/73	172	11,9	11,1	1,1
1973/78	238	10,7	7,1	1,5
1978/83	327	2,7	1,9	1,4
1984	332	1,62	4,5	0,36

OBS.: Elaborada a partir de dados atualizados de Ramos (1984).

*Índice para os anos finais dos períodos.

Além das motivações macroeconômicas, expostas acima, têm-se também outras motivações de origem microeconômica para a questão da demanda por óleo diesel. Nas últimas décadas, mudanças estruturais afetaram significativamente a demanda por transporte e energia, destacando-se, entre outras:

a) o crescimento do mercado interno e a expansão das fronteiras geográficas de localização das atividades econômicas;

b) a implantação da malha rodoviária do País e a crescente preferência por este modo de transporte de carga - 50% das toneladas-quilômetro produzidas em 1950 versus 60 a 70% atualmente;

c) a dieselização da frota nacional de caminhões, principalmente dos médios e leves, em função da mudança dos preços relativos de energia (ambos, gasolina e diesel) vis-à-vis o preço do capital (veículo);²

d) o crescimento do preço real do óleo diesel, que triplicou nos últimos 30 anos;

e) a evolução tecnológica dos veículos e dos métodos de transporte, principalmente no que concerne ao rendimento energético dos motores.

Tendo em vista essas motivações, caberia perguntar quais os principais fatores que determinam as toneladas-quilômetro movimentadas atualmente no Brasil? O que pesa mais na demanda derivada por energia no transporte de carga: a movimentação das safras agrícolas e da produção industrial, ou os transportes dos produtos para consumo ou exportação?

²Ver Pinheiro (1983) para evidências de que o processo de dieselização da frota nacional de caminhões foi determinado basicamente pela mudança de preços relativos entre capital (veículo) e energia (diesel e gasolina), e não por uma variação no preço da gasolina vis-à-vis o do diesel.

Este artigo visa explicar a demanda derivada por óleo diesel no transporte de mercadorias, o que é feito através de um modelo econométrico no qual o consumo regional de óleo diesel é estimado em função de variáveis relativas à população, aos salários e à produção industrial e agrícola. Os parâmetros do modelo expressam as influências relativas de cada uma dessas variáveis na demanda por transporte de carga e óleo diesel.

Os resultados revelam que o fator mais importante na determinação da demanda por óleo diesel no transporte de carga é o transporte de produtos para o consumo final, seguindo-se a produção agrícola e a produção industrial. A Tabela 2 apresenta o impacto no consumo de óleo diesel para um aumento de 10% em algumas variáveis sócio-econômicas.

TABELA 2

VARIAÇÃO PREVISTA NO CONSUMO DE ÓLEO DIESEL PARA UM AUMENTO DE 10% EM VARIÁVEIS SELECIONADAS (%)

VARIÁVEL	VARIAÇÃO
Salários (população constante)	9
Salários e População (salários <u>per capita</u> constantes)	5
Produção Agropecuária (valor específico por tonelada constante)	3
Valor Específico por Tonelada da Produção Agropecuária (produção total constante)	6
Produção Industrial	1

Esses resultados têm importantes implicações para trabalhos de projeção de demanda por energia no setor de transporte de carga, como também para a análise de políticas governamentais para os setores de transporte e energia. Assim, por exemplo, pode-

mos apresentar explicações bastante plausíveis para o comportamento, em 1984, do consumo de óleo diesel, que, crescendo menos que o PIB, contrariou uma tendência observada durante mais de 30 anos. De acordo com nossos resultados, apresentados detalhadamente na Seção IV, esse fenômeno ocorreu em função de um crescimento da renda, principalmente no seu componente salário, inferior ao crescimento do PIB. Sendo o consumo de óleo diesel significativamente mais elástico à renda (consumo) do que ao produto, tem-se a explicação para o fenômeno.

Do ponto de vista metodológico, a estrutura do modelo apresenta diferenças significativas em relação a outros trabalhos. É comum, em estudos voltados para previsão, a estimação de modelos através da utilização de séries temporais, geralmente agregados. Devido às mudanças estruturais ocorridas ao longo desses últimos anos, descritas acima, seria ingênuo esperar que os resultados de estimações a partir de séries temporais agregadas pudessem revelar muito sobre os determinantes da demanda por óleo diesel. Por exemplo, no período 1953/83 as séries históricas de consumo e preço real de óleo diesel apresentam uma correlação simples positiva de 0,96. Estas séries, por sua vez, também apresentam correlações dessa mesma grandeza e sinal com a série deflacionada do Produto Interno Bruto. Ademais, mesmo que os resultados das estimações fossem robustos, pouco se revelaria, em modelos agregados, sobre a contribuição relativa de cada tipo de atividade econômica (produção industrial, agropecuária, consumo, investimento) na composição das elasticidades médias estimadas.³

³ Outra abordagem, também bastante utilizada na previsão do consumo de energia, no setor de transportes são modelos baseados em séries históricas da frota de veículos existente, que é construída, dinamicamente, pela entrada de novos veículos no mercado e pelo sucateamento dos veículos existentes. Embora não mencionado explicitamente, um problema adicional refere-se ao fato de que veículos e combustível são insumos de um mesmo processo produtivo. A utilização de uma dessas variáveis para explicar o comportamento da outra viola as hipóteses de exogeneidade das variáveis explicativas, exigindo, portanto, tratamento específico, pois caso contrário os resultados estariam comprometidos [ver, por exemplo, Greene (1984), Berndt e Botero (1985), Paes de Barros e Ferreira (1982) e Boluda (1985)]. O mesmo pode ser dito com relação às elasticidades-preço estimadas através desses modelos, em função das várias dimensões de possibilidades de substituição em transportes [ver Castro (1985) para uma discussão sobre essas possibilidades].

Para uma abordagem rigorosa, é preciso reconhecer que, dada uma estrutura de preços relativos, a demanda por transporte de carga e a demanda derivada por óleo diesel são determinadas pelas atividades de produção, transformação e consumo de bens, em localidades diversas. Modelos desenvolvidos para a análise de políticas ou previsão de variáveis (como o consumo de óleo diesel) solicitam, portanto, a expressão das relações causais entre produção, consumo, transporte e energia.

As dificuldades para o desenvolvimento desses modelos são, contudo, significativas. O desenvolvimento e a calibragem de modelos que permitam incorporar todas as dimensões de geração e distribuição dos fluxos de transportes requerem levantamentos e manipulações de bases de dados extensas e, portanto, são demorados e têm custos elevados. Ademais, uma vez desenvolvidos, esses modelos, com o tempo, tendem a ser abandonados, dadas as dificuldades em mantê-los atualizados e em condições de fornecer previsões e análises contemporâneas às decisões de política.

Por outro lado, o desenvolvimento de modelos mais simples, de fácil uso e atualização, geralmente incorporam como variáveis explicativas grandes agregados macroeconômicos, como Produto Interno Bruto, ou variáveis facilmente obtidas em publicações de ampla circulação, como vendas agregadas de veículos. A contrapartida para esses modelos é uma aplicação restrita a questões relativamente simples, tendo pouco a contribuir para as decisões quanto a políticas específicas.

Parece, portanto, ser de grande interesse para os órgãos de planejamento do País o desenvolvimento de modelos de porte intermediário, com características tais que:

a) utilizem bases de dados já existentes e que sejam atualizadas com relativa frequência, evitando assim custos com levantamentos e processamento de grandes volumes de dados (e.g., bases de dados disponíveis no IBGE, CNP, MF/SERPRO, DNER); e

b) tenham dimensões e complexidade razoáveis, de forma a permitir uso intensivo em análises, e sejam facilmente transferíveis e assimiláveis por outros órgãos e empresas.

No caso da determinação do consumo de óleo diesel, esse tipo de modelo se prestaria a projeções de consumo do derivado em função de projeções de evolução de variáveis econômicas e sociais, tais como população, salários e produção agropecuária e industrial, desagregadas, segundo regiões geográficas de consumo. Além disso, poderia ser útil na avaliação de impactos alocativos e distributivos de modificações na política de preços dos derivados, investimentos em rodovias (pavimentação, conservação, etc.) e em modos de transporte alternativos.

Outras possíveis aplicações desse modelo seriam:

a) acompanhamento do volume de tráfego nas principais rodovias, através de dados sobre o consumo de óleo diesel nos municípios cortados por rodovias, descontando-se o consumo em outras atividades, através dos parâmetros estimados pelo modelo;

b) planejamento de investimento de bases de tancagem de derivados a partir de projeções de crescimento das atividades econômicas regionais;

c) planejamento dos estoques de segurança de derivados;

e

d) acompanhamento dos níveis de atividade econômica segundo regiões e tipos de atividades, principalmente agrícolas, através das informações sobre as vendas de óleo diesel.

Na seção seguinte discute-se o modelo proposto para explicar a demanda por óleo diesel no transporte de carga. Segue-se a apresentação da base de dados utilizada e da especificação das variáveis utilizadas no modelo. Os resultados das estimações são, então, apresentados e as principais conclusões propostas.

2 - O MODELO DE DEMANDA POR ÓLEO DIESEL

O objetivo do modelo é determinar o consumo de óleo diesel numa dada região do País. Pode-se imaginar essa região como sendo um município, ou microrregião homogênea, ou uma zona de tráfego (de acordo com a classificação do DNER), etc. Especificamente, o modelo aqui apresentado concentra-se na parte deste consumo atribuída ao transporte de carga.

Tomando as vendas de óleo diesel como uma aproximação para o consumo, isola-se o componente dessas vendas atribuído especificamente ao transporte de carga. Essas vendas, numa dada região, devem ter como causa o abastecimento de veículos de carga em uma ou mais das seguintes situações:

a) movimento de carga com origem e destino dentro da própria região em questão;

b) movimento de carga com origem na região e destinada a uma outra região;

c) movimento de carga (incluindo o retorno do veículo vazio) com origem em outra região e destinada à região em questão; e

d) movimento de carga (ou veículos vazios) com origem e destino em regiões diversas daquela em questão, isto é, veículos carregados ou vazios, em trânsito pela região, que porventura lá se abasteçam.

O movimento intra-regional de carga é explicado pela parte da produção regional consumida na própria região, caracterizando a opção a. A opção b é explicada pela produção regional excedente que é exportada para outras regiões. Já a opção c inclui tanto os insumos importados de outras regiões para serem utilizados na produção de outras mercadorias, como também os produtos importados para consumo final. Sintetizando, ter-se-ia:

$$VOD_{a,b,c}^j = F (\text{Produção}^j, \text{Consumo}^j)$$

onde:

$$VOD_{a,b,c}^j = \text{vendas de óleo diesel para transporte rodoviário de bens, na região } j, \text{ determinadas pelas opções de uso } \underline{a}, \underline{b} \text{ e } \underline{c}.$$

Por outro lado, uma parte das vendas de óleo diesel na região j não se explica por sua própria atividade econômica. Por exemplo, dois municípios com os mesmos níveis e tipos de atividades econômicas teriam, certamente, diferentes níveis de vendas observados, se num desses passasse uma rodovia federal com grande movimento (e.g., BR-116). Esse consumo estaria, em princípio, relacionado com a extensão da malha rodoviária da região e com seu tráfego médio de veículos de carga. Para rodovias federais e estaduais pavimentadas, em municípios de menor expressão, esse tráfego seria, em maior proporção, tráfego de trânsito.

As vendas para veículos em trânsito, vazios ou carregados de cargas, tende, no entanto, a ser uma parcela menor do consumo de uma região. Isso porque, pela própria natureza do serviço de transporte, do ciclo operacional do veículo e da jornada de trabalho e descanso do motorista, o abastecimento de veículos tende a se dar nas extremidades da viagem, ou seja, na sua origem e no seu destino. Só em viagens de maior percurso é que se tem, tipicamente, o abastecimento de veículos fora das bases extremas do percurso.

Sintetizando, propõe-se a seguinte estrutura geral para o modelo:

$$VOD_{a,b,c,d}^j = F (\text{Produção}^j, \text{Consumo}^j, \text{KM}^j \times \text{TMDC}^j)$$

onde:

$$VOD_{a,b,c,d}^j = \text{vendas de óleo diesel para transporte rodoviário de bens, na região } j, \text{ determinadas pelas opções de uso } \underline{a}, \underline{b}, \underline{c} \text{ e } \underline{d};$$

KM^j = extensão da malha rodoviária inter-regional em j ; e

$TMDC^j$ = tráfego médio diário de veículos de carga pelas rodovias inter-regionais em j .

Na seção seguinte, apresenta-se a base de dados utilizada para a estimação do modelo, assim como sua especificação.

3 - A BASE DE DADOS DISPONÍVEL E A ESPECIFICAÇÃO DO MODELO

3.1 - Base de dados

Propõe-se desenvolver um modelo que estime econometricamente as vendas de óleo diesel numa dada região. Para que se disponha de uma base de dados sócio-econômicos abrangente, optou-se pelo desenvolvimento de um modelo baseado em dados dos levantamentos censitários do IBGE para o ano de 1980. O nível de maior desagregação disponível para essa base de dados é o de município. Assim, os modelos desenvolvidos visarão explicar o consumo de óleo diesel a partir de dados agregados a nível de município.

A base de dados censitários do IBGE é ainda complementada pelos seguintes conjuntos de dados:

a) vendas de óleo diesel, agregadas por município, mês, ano e tipo de consumidor, e dados do sistema de controle de grandes consumidores cotistas (CNP);

b) cadastro da malha viária, identificando as vias que cruzam as zonas de tráfego, suas extensões, tipo, classe, jurisdição e volume de tráfego; e

c) inquérito especial sobre as empresas transporte rodoviário (carga e passageiros), do IBGE, para o ano de 1980.

O desenvolvimento da base de dados teve como principal tarefa a compatibilização dos arquivos de dados de diferentes fontes e níveis de agregação. Assim, os dados disponíveis a nível de estabelecimento tiveram que ser agregados a nível de município, e o código destes unificado através dos diversos arquivos. Finalmente, todas as observações, a nível de município, tiveram que ser agregadas a nível de zona de tráfego, uma vez que esse era o nível de agregação que possibilitava compatibilizar os dados de venda de óleo diesel e os dados sócio-econômicos do IBGE com os dados do cadastro da malha viária.

As zonas de tráfego (ZT) foram criadas na fase de planejamento da malha viária do País, com o objetivo de facilitar a distribuição do tráfego entre as zonas e sua alocação a cada uma das rodovias, com base nas pesquisas de origem/destino. A delimitação das ZT foi feita tendo como meta a criação de áreas homogêneas do ponto de vista da produção e dos projetos de desenvolvimento, coincidindo seus limites com as linhas de delimitação municipal.

A base de dados final constituiu-se de observações disponíveis em 4.037 municípios, agregadas em 455 zonas de tráfego.

3.2 - Especificação e mensuração das variáveis do modelo

a) Consumo de óleo diesel

Como uma aproximação para o consumo de óleo diesel, tomaram-se os dados de vendas, descritos acima, fornecidos pelo CNP. O consumo no transporte de carga foi estimado a partir da seguinte relação:

Consumo no Transporte de Carga (QCG) = Σ das Vendas para

- a) postos de revenda;
- b) empresas agrícola-pastoris;
- c) empresas comerciais;

- d) empresas industriais;
- e) entidades públicas e privadas;
- f) empresas de energia elétrica;
- g) empresas de transporte terrestre;

- E do Consumo de Cotistas

- h) no transporte de passageiros;
- i) em atividades agrícolas;
- j) em mineração;
- l) em terraplenagem;
- m) em geração de energia elétrica; e
- n) em geração de calor, queima direta e outros fins semelhantes.

Note-se que as vendas para os itens a até g segue a classificação do CNP (ver, por exemplo, Anuário do CNP-1980), que classifica a venda pela atividade geral do comprador. Assim, excluíram-se as vendas para as empresas de transporte marítimo e aéreo e para as forças armadas. Esta classificação diferencia-se daquela que tem por base o uso do consumo de cotistas - itens h até m. Dessa forma, uma empresa agrícola-pastoril que tem suas compras de diesel registradas no item b, nos dados do CNP, teria parte deste volume de diesel empregada em atividades especificamente agrícolas (tratores, colheitadeiras, motores para atividades diversas na fazenda, etc.). Essa parte é subtraída no item i.

Problemas na mensuração de QCG podem ser antecipados. Inicialmente, têm-se vendas como aproximação do consumo. Todavia, dado o fato de que a estimativa considerará os totais anuais, não se esperam maiores problemas devidos a essa aproximação. Outra potencial fonte de erros de mensuração são as vendas para postos de revenda, que não são consumidores finais, vendendo o diesel, em princípio, para qualquer finalidade de uso. A expectativa, no en-

tanto, é que a predominância das vendas seja para veículos de carga. Essa expectativa se baseia no fato de que as outras atividades que utilizam o diesel podem ter tancagem própria, tornando-se cotistas (abastecidos diretamente pelas distribuidoras) e se beneficiando dos descontos de preço a que têm direito. Só no transporte rodoviário, quando o ciclo do veículo longe das bases operacionais (terminais, garagens) é muito longo, é que se torna necessário o abastecimento em postos de revenda. Somente às pequenas empresas, geralmente de transporte ou agrícolas, é que não compensaria ter tancagem própria de modo a se beneficiarem do desconto da margem de revenda a que os cotistas têm direito. Finalmente, tem-se o diesel consumido nos transportes marítimo e ferroviário de bens. No primeiro caso, excluíram-se as vendas pelo fato de o consumo de diesel neste setor destinar-se também à geração de força a bordo de navios para diversos fins que não propriamente a sua propulsão. O diesel também é amplamente utilizado em embarcações para o transporte de passageiros e na propulsão de rebocadores e de embarcações de serviço e recreio. Com relação ao transporte ferroviário incluíram-se as vendas, porque neste caso a utilização do diesel é basicamente em transporte de carga. Caso essas vendas fossem excluídas, ter-se-ia de excluir também a parte das mercadorias para produção e consumo movimentadas pela via ferroviária, o que para o nível de desagregação dos dados exigiria um esforço fora das possibilidades deste estudo. Ademais, a participação dos modais marítimo e ferroviário no transporte interno, se excluídos alguns tipos de minério, petróleo e derivados, é pouco significativa ante a participação do modal rodoviário. Em 1984, esses modais responderam por menos de 6% do consumo de óleo diesel.

b) Produção industrial

Conforme discutido na seção anterior, a produção de mercadorias numa dada região gera demanda por transporte e óleo diesel, em função da demanda por movimentação de insumos e produtos acabados. Evidentemente, cada tipo de produto, em cada região, gera uma demanda por diferentes atributos de transporte: a distância a percorrer; o tipo de veículo; a rapidez e a confiabilidade

do serviço; etc. Cada tipo de serviço prestado gerará uma demanda derivada por energia igualmente diferente.

Propõe-se como medida de aproximação para a demanda por diesel derivada da produção industrial de uma região o seu valor global. Embora agregado, o valor da produção industrial como proxy, no modelo proposto, apresenta, a princípio, propriedades razoáveis. Primeiro, quanto maior o valor da produção, ceteris paribus, maior a demanda por insumos, maior o excedente exportável e maior a demanda derivada por transporte diesel. Se, por um lado, o mesmo valor da produção pode ser composto de diferentes produtos, com características diversas de volume, peso, valor, etc., em geral tem-se a demanda por nível de serviço variando diretamente com o valor específico (por peso ou volume) das mercadorias. Da mesma maneira, há a mesma correspondência entre o nível de serviço do transporte (rapidez, confiabilidade, etc.) e a demanda derivada por óleo diesel por unidade de serviço produzida (usualmente medida em litros por toneladas-quilômetro). Isto porque serviços de melhor qualidade demandam veículos mais potentes, despachos de veículos mais frequentes (e, ceteris paribus, veículos menores) e outros fatores que agem no sentido de um maior consumo energético por unidade de serviço produzida. (Em desenvolvimentos futuros, pretende-se estudar a possibilidade de medidas mais refinadas da produção industrial na especificação do modelo.)

Um outro fator importante na determinação da demanda derivada por diesel é a escala de produção dos estabelecimentos. Quanto maior a escala de produção, maiores são as possibilidades de consolidação de lotes e racionalização da movimentação de carga e menor é a demanda energética por unidade transportada. Dessa forma, propõe-se, na especificação do modelo, introduzir o valor médio da produção industrial por estabelecimento da região, de modo a capturar tais efeitos de escala.

c) Produção agropecuária

A discussão que procurou justificar a escolha do valor

da produção industrial para representar a demanda derivada por transporte e óleo diesel desse setor também pode ser aplicada ao valor da produção agropecuária como uma aproximação para a demanda por óleo diesel, derivada da produção agrícola de uma dada região. Para o levantamento do Censo Agropecuário de 1980 dispõem-se ainda dos valores das toneladas produzidas dos principais produtos agrícolas. Outros produtos, medidos em diferentes unidades, também podem ser facilmente quantificados em toneladas. Assim, é possível estimar um valor para o total de toneladas de produtos agrícolas produzidos, em 1980, por município.

A inclusão simultânea do valor da produção e do volume em toneladas produzidas no setor irá ressaltar as diferenças de nível de serviço de transporte exigidas pelos diversos tipos de produtos. Tomem-se, por exemplo, duas regiões que tenham produzido o mesmo valor total, porém a primeira produziu este valor só em soja e a segunda só em café. Aos preços atuais - outubro de 1985 -, o volume, em toneladas, produzido pela primeira será cerca de 10 vezes maior que o da região que produziu só café. Devido ao maior volume, a região da soja terá condições de consolidar lotes maiores para transporte e, assim, escolher veículos maiores (ou modos de transporte) menos intensivos em energia. O nível de serviço de mandado, em função do valor específico da mercadoria e dos custos financeiros incorridos devido ao tempo de transporte, também deverá ser menor no caso da soja, que tem menor valor específico. Dessa forma, pode-se esperar que a demanda derivada por óleo diesel cresça com o volume em toneladas da produção agrícola e seu valor específico por tonelada, em cada região.

Quanto aos fatores de escala dos estabelecimentos individuais no setor agropecuário, não se espera que o mesmo seja significativo, porque nesse setor, ao contrário do industrial, são comuns organizações que consolidam a produção (e.g., cooperativas agrícolas), principalmente em áreas onde prevalecem pequenos e médios estabelecimentos. Assim, o efeito de escala dos estabelecimentos propriamente se torna relativamente menos importante.

d) Consumo

A demanda derivada por transporte e óleo diesel numa da da região é, em parte, função do consumo de mercadorias importadas de outras regiões, em adição às mercadorias produzidas e também consumidas localmente. É de se esperar que o consumo de mercadorias produzidas na região gere uma menor demanda derivada por transporte e óleo diesel. Basicamente, o consumo dos bens produzidos na região, as exportações e as importações de mercadorias irão depender do grau de diversidade da produção local e da renda da população. Se a produção for mais diversificada, podemos esperar um menor nível de importações para atender à mesma demanda para consumo, assim como uma maior renda regional deverá gerar um maior consumo.

A produção industrial de um município ou uma zona de tráfego tende a atender, via de regra, a apenas uma pequena fração da demanda por produtos industrializados. Pode-se esperar, portanto, uma predominância do consumo de bens importados sobre aqueles produzidos localmente, embora no caso de produtos agropecuários uma conclusão dessa natureza não seja tão simples. É de se esperar, no entanto, que regiões com maiores rendas tenham um padrão de consumo mais diversificado e, portanto, apresentem-se com maior necessidade de importar produtos para consumo. Maiores níveis de renda estão associados também ao consumo de mercadorias com maior valor específico, que têm uma demanda por serviços de transporte com atributos que requerem uma maior intensidade no uso de energia.

A nível regional, dispõem-se de variáveis como salários pagos e população para representar o nível de consumo. Os salários estão certamente positivamente correlacionados com a renda regional, captando assim o impacto da renda na demanda derivada por transporte e óleo diesel. População associada a salários, numa regressão, permitiria quantificar o impacto de variações na renda regional média. Maior renda per capita, para um mesmo nível de renda total, deve causar maior demanda por produtos importados e de maior valor específico, gerando, portanto, maior demanda por

transporte e óleo diesel. Parte da maior tendência a importação pode ser explicada por um maior consumo de manufaturados e/ou por que a produção agropecuária em regiões de maior renda tende a ser correlacionada com uma menor diversificação.

Os salários devem também compreender a parte do consumo de óleo diesel que é gerada por investimentos, principalmente os investimentos privados de menores proporções relativas. O consumo de óleo diesel em obras civis, por exemplo, é bastante significativo, estimando-se que em 1979/80 ele tenha atingido anualmente, em terraplenagem, 1,33 milhão de metros cúbicos, ou seja, cerca de 7,1% do consumo total. Certamente, essa participação é em parte explicada pelas grandes obras civis em curso naquela época (naturalmente, o modelo não pretende explicar este consumo).

3.3 - Especificação da forma funcional do modelo

A ênfase do modelo proposto está mais na estimação para fins de previsão do que de análises estruturais mais refinadas. É sabido, por exemplo, que estudos analíticos de estruturas produtivas requerem grande atenção para a estrutura e parametrização dos modelos de produção. Nestes, mais recentemente, predomina o uso de formas funcionais flexíveis (e. g., translog, quadrática) que impõem poucas restrições à natureza da estrutura produtiva a analisar. Por outro lado, estudos voltados para previsão colocam, via de regra, mais ênfase na robustez do modelo e em sua plausibilidade para utilização em extrapolações. Um problema que ocorre quando se consideram formas funcionais como aproximações às verdadeiras funções é a precisão da aproximação. Se uma forma flexível é calibrada de modo a ser uma aproximação de segunda ordem num ponto, então a aproximação é dessa ordem somente na vizinhança desse ponto. Em outras regiões de interesse, a forma pode tornar-se uma aproximação medíocre da verdadeira função. Em geral, uma forma flexível ajustada a observações com muita dispersão, conforme parece ser o nosso caso, não é uma aproximação de segunda ordem em ponto algum escolhido [Fuss e McFadden (1980, pp. 219-68)]. Assim, optou-se por testar formas funcionais mais simples na especificação algébrica do modelo.

3.4 - A identificação do modelo

O modelo, em sua forma proposta, não incorpora, explicitamente, interações entre a oferta e a demanda por óleo diesel. Dadas a pequena variação real e a uniformidade espacial de seu preço em 1980 (o ano de estimação), espera-se que a hipótese de um preço constante e uma curva de oferta de óleo diesel totalmente elástica, a esse nível de preço, não seja por demais heróica. O modelo não traz informação alguma sobre a curva de demanda por óleo diesel ao longo de sua dimensão de preço. Outrossim, concentra-se nas dimensões de produção e consumo que determinam essa demanda. Quanto à especificação da elasticidade-preço da demanda, julgamos mais conveniente sua determinação através de modelos especificamente desenvolvidos para cada setor de consumo (e. g., transporte de passageiros, carga, agricultura).

A outra pergunta que surge é se os parâmetros do modelo estimado podem ser deduzidos, de maneira não ambígua, do modelo estrutural original. Naturalmente, a complexidade e a necessidade de dados para se estimar o modelo estrutural original colocam esta tarefa fora de cogitações práticas. Aqui simplesmente admitimos nossa impotência ante a complexidade de um modelo estrutural e a simplicidade da nossa especificação. Entretanto, pode-se afirmar que, caso fosse praticamente possível, gostaríamos de estimar um modelo que pudesse, em sua especificação, distinguir em suas equações o consumo determinado por uma região geográfica, propriamente, daquele causado pelo simples trânsito de veículos pelas regiões. O grau de desagregação dos dados disponíveis, todavia, não nos permite ainda tentar tal especificação. Acreditamos, contudo, que essa especificação seria possível caso dispuséssemos de dados sobre a malha viária federal e estadual a nível de município.

4 - RESULTADOS DAS ESTIMAÇÕES

As estatísticas descritivas das variáveis utilizadas nas estimações, assim como suas correlações simples, são apresentadas no Apêndice 1. Foram obtidas 437 observações das 455 existentes, após excluir aquelas para as quais não se dispunha de informações

sobre o consumo de diesel. Cabe destacar a dispersão encontrada em todas as variáveis, o que representa um desafio à capacidade do modelo no sentido de explicar o consumo de óleo diesel. Na amostra utilizada encontram-se 437 observações, incluindo desde a zona de tráfego da região de São Paulo, com um consumo no transporte de carga estimado em quase um milhão de metros cúbicos e população de quase 12 milhões de habitantes, até São Raimundo Nonato, no Piauí, com um consumo de 269 metros cúbicos de diesel.

O trabalho de estimação seguiu o seguinte roteiro: inicialmente, estimou-se um modelo básico, a partir da especificação discutida na seção anterior, nas formas linear e loglinear; em seguida, procedeu-se à investigação da hipótese de homocedância dos resíduos e ao tratamento da heterocedância encontrada; todos os demais estimadores utilizados levaram em consideração o problema da variância desigual dos resíduos; foi diagnosticado também um problema de colinearidade entre as variáveis população, salário total e valor de produção industrial; um novo modelo foi estimado excluindo-se a variável população; e, por fim, as demais hipóteses estatísticas do modelo foram verificadas. Procedeu-se a uma investigação sobre a hipótese de normalidade dos resíduos, como também sobre a existência de observações muito influentes nos resultados de estimação.

Os resultados dos modelos estimados são apresentados na Tabela 3. Todos os coeficientes significativos, em todos os modelos estimados, apresentam o sinal esperado, sendo que apenas um deles não é significativo ao nível de 5% (ESTIND) e todos os demais são significativos ao nível de 0,1%. Os altos coeficientes de determinação encontrados ($\bar{R}^2 \in [0,74; 0,80]$) revelam que o modelo permite explicar uma parcela significativa do consumo de óleo diesel no País. Esse resultado é deveras estimulante ante a dispersão existente nas observações utilizadas.

Os coeficientes estimados são robustos aos tratamentos de heterocedância, de multicolinearidade e de observações muito influentes. O coeficiente do salário total destaca-se em magnitu-

de, apresentando essa variável uma elasticidade quase unitária. População tem sinal negativo, conforme esperado, por seu impacto na renda média da região (isto é, um aumento na população, ceteris paribus, reduz proporcionalmente a renda per capita). Como se espera que maiores rendas per capita estejam associadas a uma maior importação inter-regional de mercadorias e ao consumo de bens com maior valor específico, tem-se a explicação para a elasticidade negativa encontrada.

Os fluxos do tráfego em trânsito (FLUXBRES) têm um impacto relativamente pequeno, em termos absolutos, no consumo de diesel, porém bastante significativo estatisticamente e estável. Assim, pode-se esperar que o problema da endogeneidade dessa variável, no modelo, não tenha afetado em demasia a estimação dos demais coeficientes.

Os coeficientes da produção agropecuária (ATON) e de seu valor específico por peso (VALORTON) são bastante estáveis e estatisticamente significativos. Cabe ressaltar a magnitude do impacto de VALORTON no consumo de diesel. Segundo o modelo, uma região que produz a mesma quantidade, em toneladas, de um produto agrícola que outra região (tendo o produto da primeira, entretanto, um valor específico 100% maior, por exemplo) demandaria cerca de 60% a mais de diesel para a movimentação dessa mercadoria.

Note-se também que a elasticidade da demanda por diesel com relação ao valor da produção agrícola (coeficiente de ATON, mantido VALORTON constante) é mais do que o dobro da elasticidade da produção industrial, VPIND (0,262 e 0,104, respectivamente, no modelo MQP-III). Isto pode ser facilmente compreendido em função do maior valor específico (por peso) da produção industrial, na média, do que da produção agrícola, muito embora os produtos industriais, por essa mesma razão, possam demandar serviços de transporte de melhor qualidade e, assim, mais intensivos no uso de energia.

No que se segue, discutem-se, em detalhe, os procedimentos seguidos, os modelos estimados e seus resultados.

4.1 - A forma funcional escolhida

Estimou-se o modelo básico nas formas linear e loglinear. Embora o modelo na forma linear tenha apresentado resultados estatísticos até certo ponto surpreendentes para dados de uma cross-section (e. g., $\bar{R}^2 = 0,80$), essa forma foi descartada pelo fato de que as observações encontravam-se muito concentradas perto da origem, com algumas poucas observações bastante distanciadadas. Esse tipo de dispersão encontrado é o candidato típico para uma transformação logarítmica.

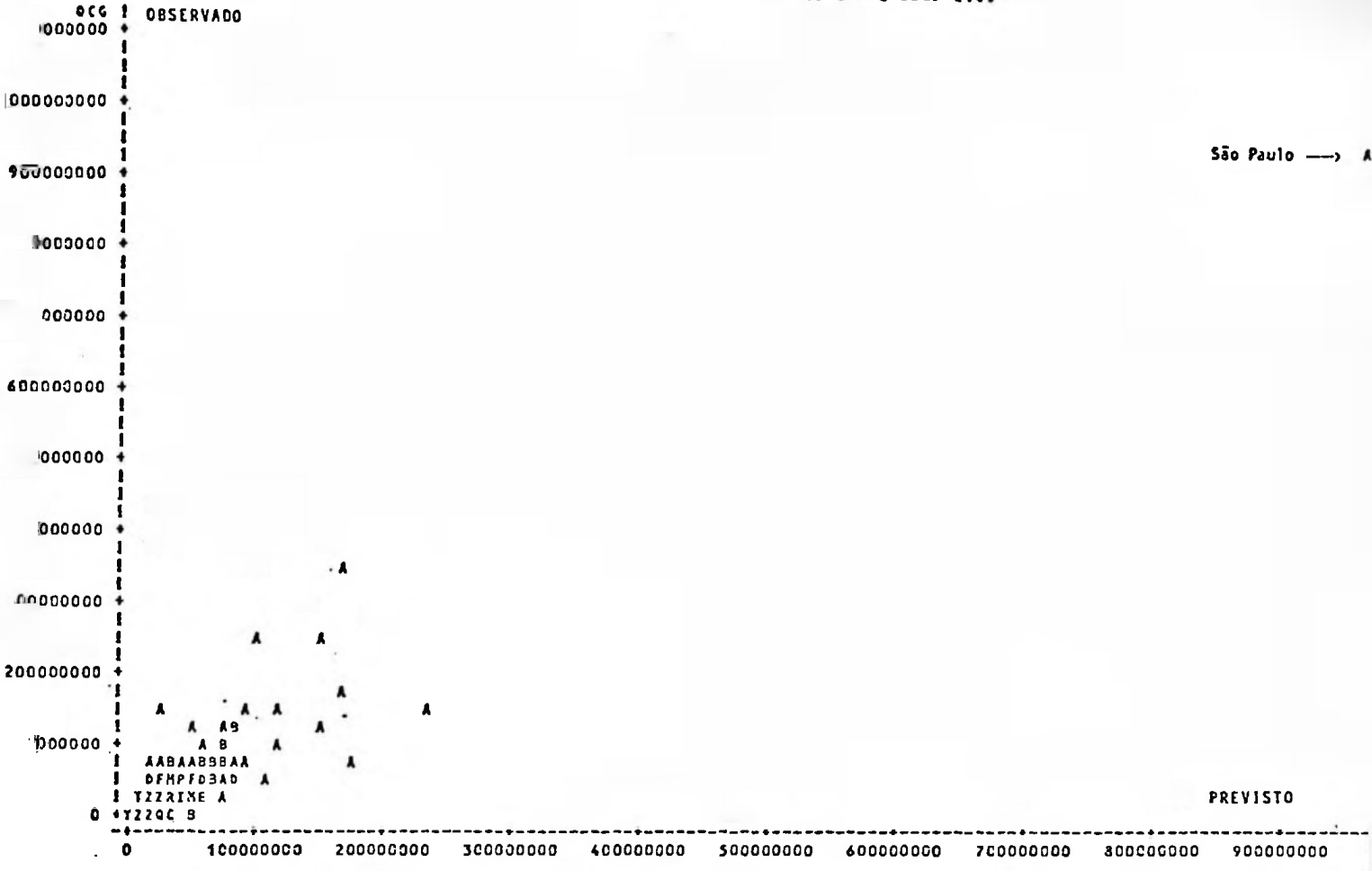
O Gráfico 1 apresenta os valores observados versus os valores previstos pelo modelo para essas duas formas funcionais, esclarecendo a opção feita pela forma loglinear. Os resultados para o modelo loglinear estimado por mínimos quadrados ordinários é apresentado na Tabela 3 (MQO).

4.2 - Hipótese de homocedância do modelo

Pelo fato de que esta análise empírica baseou-se em dados censitários e de vendas agregados regionalmente, e não em observações individuais, antecipou-se que a hipótese de homocedância do modelo de mínimos quadrados ordinários seria violada. Essa hipótese foi verificada através da aplicação do teste conhecido como Park-Glejser [Park (1966) e Glejser (1969)]. A hipótese nula de homocedância foi rejeitada, ao nível de 0,01%, em cada uma das regressões do logaritmo do quadrado dos resíduos contra o logaritmo de POP, RENDTOT, VPIND e ESTIND, individualmente. O coeficiente obtido na regressão contra a variável POP foi escolhido para a correção do problema (um coeficiente para cada modelo). Os resultados para a estimação da equação básica por mínimos quadrados ponderados são apresentados na Tabela 3 (MQP-I). Os coeficientes estimados mostraram-se bastante estáveis ao tratamento dado à heterocedância. Novos testes revelaram que o problema estava sanado.

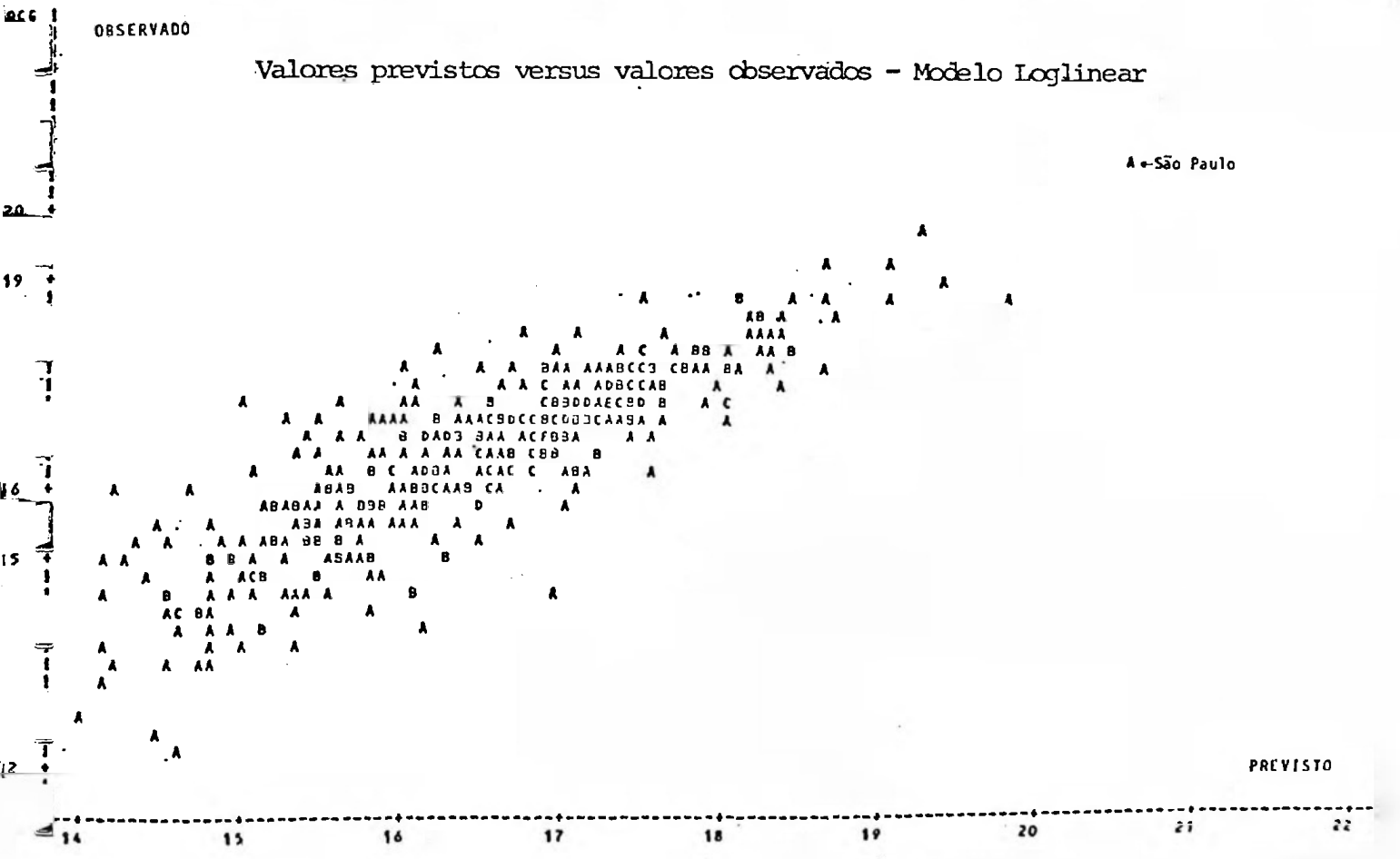
Gráfico 1 - Valores previstos versus valores observados - Modelo Linear

LEGENDA A = 1 OBS, B = 2 OBS, ETC.



São Paulo → A

Valores previstos versus valores observados - Modelo Loglinear



A ← São Paulo

DETERMINANTES DO CONSUMO DE ÓLEO DIESEL PARA O ANO DE 1980 - RESULTADO DAS ESTIMAÇÕES

VARIÁVEL (Log)	MODELOS				
	MQO Estimação por mínimos quadra- dos ordinários	MQP-I Estimação por mínimos quadra- dos ponderados	MQP-II Estimação por MQP, excluindo a variável POP	MQP-III Estimação por MQP, excluindo as observações correspondentes às ZT 22, 436, 118 e 172	
Dependente	QCG	QCG	QCG	QCG	
Constante	4,800 (6,4)	4,549 (6,3)	2,734 (4,5)	4,615 (6,8)	
TRÁNSITO	FLUXBRES	0,082 (5,7)	0,072 (5,4)	0,078 (5,6)	0,068 (5,3)
	VPIND	0,084 (2,6)	0,103 (3,2)	0,161 (5,5)	0,104 (3,4)
PRODUÇÃO	ESTIND	0,003 (0,04)	0,026 (0,4)	-0,102 (-1,6)	0,024 (0,4)
	ATON	0,247 (6,6)	0,265 (7,9)	0,270 (7,6)	0,262 (8,3)
CONSUMO	VALORTON	0,515 (5,6)	0,586 (6,9)	0,632 (7,3)	0,559 (6,7)
	RENDTOT	0,924 (9,7)	0,826 (9,3)	0,568 (8,7)	0,847 (10,1)
	POP	-0,435 (-4,8)	-0,371 (-4,3)	-	-0,387 (-4,8)
R ²	0,74	0,78	0,76	0,80	
n	437	437	437	433	

NOTA: R² para estimação por MQP correspondente ao modelo original, estimado por

$(X' G^{-1} X)^{-1} X' G^{-1} Y$, onde X é a matriz formada pelas variáveis independentes, Y o valor formado pela variável dependente QCG, e G a matriz de variância - covariância do erro. O modelo usado para a distribuição do erro foi $\text{var}(u) = k^2 \cdot \text{POP}^\alpha$. Assim, G teria na diagonal principal os valores correspondentes a POP_i^α e o valor zero para os termos fora da diagonal principal.

Variáveis/Unidades/Fonte:

- QCG = litros de óleo diesel (CNP);
 FLUXBRES = tráfego médio diário de veículos de carga x quilômetros de vias federais e estaduais (DNER);
 VPIND = valor da produção industrial, 10³ x Cr\$ (Censo de 1980, IBGE);
 ESTIND = número de estabelecimentos industriais (Censo de 1980, IBGE);
 ATON = produção agropecuária, toneladas (Censo de 1980, IBGE);
 VALORTON = valor da produção agropecuária por tonelada, 10³ x Cr\$/t (Censo de 1980, IBGE);
 RENDTOT = total dos salários recebidos por mês, em salários mínimos (Censo de 1980, IBGE); e
 POP = número de habitantes (Censo de 1980, IBGE).

Todas as equações estimadas na forma loglinear (valores da estatística t entre parênteses).

4.3 - O problema da multicolinearidade

Esperava-se, de antemão, que ocorressem problemas de colinearidade entre as variáveis população, salário total e produ-ção industrial. Foi feito um diagnóstico de colinearidade sugeri-do em Belsley, Kuh e Welsch (1980), procedimento no qual a variân-cia de cada estimativa é decomposta na variância explicada por ca-da componente principal. A colinearidade é diagnosticada quando se detectam variáveis com uma grande proporção de suas variâncias num mesmo componente principal pouco expressivo em termos de vari-ância no espaço das observações. Tal foi o caso detectado com POP, RENDTOT, VPIND e ESTIND. Como POP foi a variável que apresentou maior variância explicada pelo componente principal mais fraco, o modelo básico foi reestimado excluindo-se POP (MQP-III).

Com o modelo sem população, o coeficiente de RENDTOT aproxima-se da soma dos coeficientes de POP e RENDTOT obtida no modelo completo (MQP-I), onde o coeficiente de RENDTOT apresen-ta a elasticidade do consumo de diesel com relação aos salários recebidos, mantida constante a população da região. Assim, essa elasticidade expressa um efeito sobreposto de aumento da "renda" global da região, associado a um aumento proporcional da "renda" média por habitante, sendo aproximadamente igual a 0,9. A elasti-cidade dada pelo coeficiente de POP, em MQP-I, é em relação a um aumento da população, mantida a "renda" total constante. Em con-seqüência, há uma queda proporcional da renda média. Dessa forma, um crescimento da população ocasionando uma queda proporcional na renda média da região traduz-se numa redução na demanda derivada por transporte e consumo de diesel. Esse fenômeno pode ser em parte explicado pela menor importação de mercadorias de outras re-giões, com substituição destas por um maior consumo de mercadorias produzidas localmente. Da mesma forma, uma queda na renda média pode ser acompanhada por um menor consumo de produtos indus-trializados, o que, dada a concentração regional da produção indus-trial, representaria uma menor demanda relativa por transporte e energia, em comparação com produtos agrícolas (principalmente os gêneros de alimentação básica), cuja produção é espacialmente mais bem distribuída.

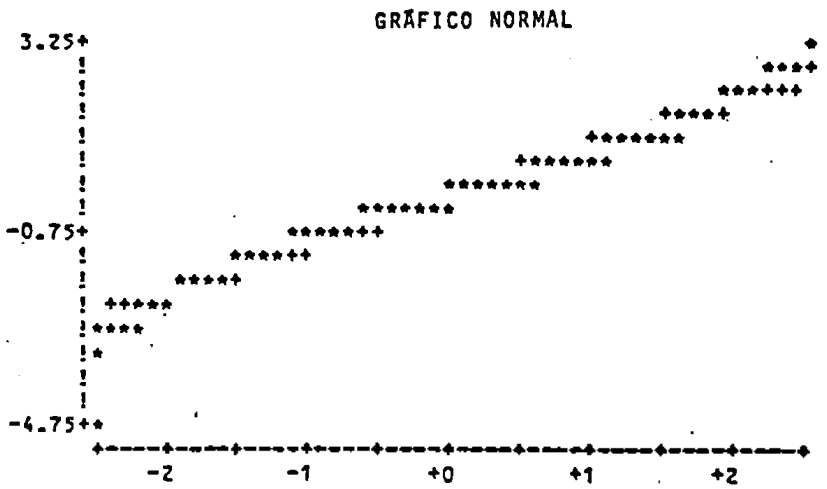
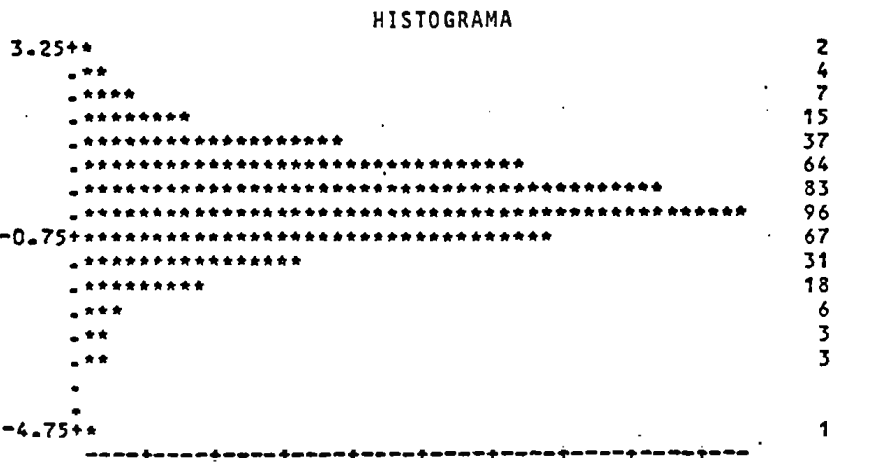
Quando o modelo é estimado sem a variável POP (MQP-II), o coeficiente do número de estabelecimentos industriais, ESTIND, torna-se mais significativo. Nesse caso, a elasticidade do consumo de diesel com relação ao valor da produção industrial seria dada pelo coeficiente de VPIND, mantido o número de estabelecimentos industriais constante. O coeficiente de ESTIND daria o impacto no consumo para uma variação no número de estabelecimentos industriais, mantido o valor da produção constante, e com uma queda proporcional na produção média por estabelecimento. Assim, regiões com diferentes níveis de concentração da população industrial teriam demandas derivadas por transporte e diesel também diferentes. Essa elasticidade (-0,102; MQP-II) reflete o impacto dos fatores logísticos na movimentação de carga e os ganhos possíveis quando da consolidação de lotes maiores discutidos na Seção III.

4.4 - Verificação da normalidade dos resíduos e da existência de observações muito influentes

Poucos trabalhos e textos econométricos colocam a ênfase devida no que tange à verificação das hipóteses estatísticas do modelo. Uma destas é a de normalidade dos resíduos. Caso a distribuição dos resíduos não seja gaussiana, seria necessário usar um estimador de máxima verossimilhança para a distribuição correta dos resíduos. Como este não é conhecido, uma possível estratégia é explorar a sensibilidade dos coeficientes estimados a mudanças na distribuição dos resíduos [alguns métodos "robustos", eficientes para resíduos gaussianos e "quase-gaussianos", são apresentados em Mosteller e Tukey (1977)].

Testou-se a normalidade dos resíduos através da estatística conhecida como D, de Kolmogorov, e do gráfico dos resíduos "studentizados" (o resíduo dividido pelo seu desvio-padrão). O histograma e o gráfico normal dos resíduos "studentizados", para o modelo MQP-I, revelaram que a hipótese de normalidade era razoável (ver Gráfico 2). No teste estatístico, a hipótese nula de normalidade seria aceita a um nível abaixo de 2,1%, valor crítico para re-

Gráfico 2 - Histograma e Gráfico Normal dos Resíduos "studentizados" (Modelo MQP-1)



* Pode representar até duas observações

Nº de Obs.

+ Reta da distribuição normal de referência

* Valores dos resíduos observados

jeição da hipótese nula para $D=0,04657$, segundo formulação proposta por Stephens (1970 e 1974). O teste de normalidade revelou também quatro observações distantes mais do que três desvios-padrão da média zero (ZT 22, 436, 118 e 172), o que as destacou como possíveis candidatas a serem excluídas numa nova estimação.

Outra investigação procedida foi de verificação de observações muito influentes nos resultados de estimação. Essencialmente, buscava-se saber se havia uma ou um grupo reduzido de observações determinando a magnitude e a significância estatística de algum coeficiente estimado, ou nos valores estimados para o consumo de diesel, na vizinhança dessa observação no espaço das observações. Para detectar-se a possível influência de uma ou pequenos grupos de observações, procedeu-se a um exame visual dos gráficos da variável dependente e de cada regressor após torná-los ortogonais aos demais regressores do modelo. Estes podem ser obtidos através do gráfico dos resíduos da regressão da variável dependente em todos os regressores menos aquele em estudo no momento, contra os resíduos da regressão deste último regressor em todos os demais regressores. Não foi detectado nenhum problema nesse exame visual.

Procedeu-se também a um exame da medida conhecida como DFBETAS, que é uma escala da variação no coeficiente de cada parâmetro quando se exclui uma observação. Uma medida semelhante para a variação do valor estimado, DFFITS, quando se exclui uma observação também foi investigada [ver Belsley, Kuh e Welsch (1980) para maiores detalhes sobre esses procedimentos].

Compararam-se os valores de [DFFITS] e [DFBETAS] a 0,67. Essa é uma medida informal, baseada no ponto de 50% da distribuição gaussiana, uma vez que as distribuições de DFFITS e DFBETAS não são gaussianas. Nenhuma observação apresentou valores superiores a 0,67 em qualquer dos casos. Todavia, as mesmas quatro observações colocadas sob suspeita no teste de normalidade apresentaram valores em torno de 0,40 para DFFITS e DFBETAS de algumas variáveis (principalmente VPIND, ESTIND e POP). Estimou-se o

modelo sem essas quatro observações, estando os resultados apresentados na Tabela 3 (MQP-III). Os coeficientes estimados mostraram-se robustos, à exclusão dessas observações possivelmente influentes. O teste de normalidade para essa estimação MQP-III revelou uma melhora considerável no teste de normalidade dos resíduos, sendo que a hipótese nula seria aceita a um nível abaixo que 14%.

5 - CONCLUSÕES

Os resultados apresentados acima revelaram fatores de vital importância para a compreensão dos determinantes da demanda derivada por transporte e energia no País. Esses fatores são essenciais para a avaliação dos impactos de políticas governamentais no setor de transporte e energia, como também para a projeção da demanda futura de óleo diesel.

O primeiro fator de importância relaciona-se com as economias de escala, isto é, dado um incremento proporcional em todas as variáveis determinantes, qual será a variação da demanda derivada por óleo diesel? O fator de escala, no caso do modelo loglinear, é dado pela soma dos coeficientes das variáveis relevantes. Assim, mantido constante o valor específico por tonelada da produção agrícola, ou seja, excluindo-se o valor do coeficiente de VALORTON do somatório, e mantendo-se constante o valor médio da produção industrial por estabelecimento, ou seja, incluindo-se o valor do coeficiente de ESTIND do somatório, obtém-se um valor para o fator de escala entre 0,92 (MQP-III) e 0,98 (MQP-II). Esse resultado pode ser visto como uma elasticidade de longo prazo do consumo com relação à escala das atividades econômicas. Uma possível explicação para a pequena economia de escala observada é o fato de que os parâmetros do modelo são estimados para uma dada distribuição geográfica das atividades econômicas no País. Se essa distribuição permanecesse constante com o crescimento econômico, haveria tendência a uma desconcentração cada vez maior de certas atividades e um crescimento menos que proporcional da demanda derivada por transporte e óleo diesel.

O fator de escala encontrado contrasta, até certo ponto, com o crescimento mais do que proporcional do consumo de diesel em relação ao Produto Interno Bruto, apresentado na Tabela 1. Esse contraste é, na verdade, mais um alerta em relação ao uso de variáveis agregadas em modelos de séries temporais para a quantificação de relações estruturais. Durante o período observado na Tabela 1, o País passou por significativas mudanças estruturais, já ressaltadas na Seção I, que fazem com que a colocação de observações dos anos 50 junto com observações dos anos 80, para uma estimação, se constitua numa temeridade. Nesse período, as fronteiras das atividades econômicas se expandiram, a composição do produto se alterou, a renda variou de maneira diversa do produto e a tecnologia evoluiu. Somem-se também os impactos do aumento dos preços de derivados de petróleo em relação ao dos veículos, o que provocou a substituição de gasolina por óleo diesel.

Se nesse período esses fatores contribuíram para um crescimento do consumo de diesel mais do que proporcional ao crescimento do produto, tivemos em 1984 justamente o inverso - o produto cresceu mais do que o consumo. O modelo estimado pode, também nesse caso, dar uma explicação plausível para esse movimento relativo. Em 1984 tivemos um crescimento do produto em grande parte determinado pelas exportações, o que seria representado no modelo por um crescimento na produção industrial e/ou agropecuária. Em compensação, a renda ou os salários permaneceram estagnados e a renda per capita decresceu. Os resultados das estimações nos mostram que a demanda por diesel é mais elástica a variações na renda total e média do que a variações na produção. Assim, para explicar a evolução do consumo de diesel nesse ano basta que a renda total tenha crescido suficientemente menos do que o produto.

Essa discussão nos leva a outro fator essencial para a compreensão da demanda derivada por transportes e óleo diesel, qual seja, a importância relativa de cada um dos determinantes do consumo. O que o modelo nos informa é que o principal componente na determinação da demanda derivada por transporte e energia é o consumo, em comparação com a produção das mercadorias per se. Is-

to pode ser visto da seguinte maneira: enquanto as mercadorias são movimentadas como insumos para a produção, há economias no transporte proporcionadas pelos lotes maiores e mais homogêneos. Já na fase de distribuição das mercadorias para consumo há um aumento na demanda derivada por transporte e energia, em função da maior dispersão geográfica dos pontos de consumo e da conseqüente redução dos tamanhos dos lotes e dos estoques dos distribuidores, o que implica uma demanda por melhores níveis de serviço de transporte. Exemplificando: produzir Cr\$ 100 de óleo numa central de esmagamento de soja em Porto Alegre ou Londrina demanda transporte e óleo diesel menos que proporcionalmente que distribuir pelo Brasil essa mesma produção para consumo.

Esse resultado, além de ter importantes implicações em termos de projeção da evolução da demanda derivada por diesel, nos próximos anos, é também essencial para análise e avaliação do impacto da política de preços do diesel e substitutos, inclusive seus impactos distributivos inter-regionais. Ao que os nossos resultados indicam, uma política de subsídios ao preço do óleo diesel, por exemplo, parece beneficiar mais do que proporcionalmente a população nas faixas mais altas de renda, uma vez que estas consomem produtos caracterizados por uma demanda mais intensiva por transporte e energia.

Conclusão final

Muitos estudos empíricos tentaram mensurar a elasticidade da demanda de derivados de petróleo em relação à produção ou renda. Os procedimentos tradicionalmente adotados seguiram, tipicamente, formulações relativamente simples e basearam-se em séries temporais de agregados nacionais e/ou frota de veículos para a estimação.

Esse estudo adotou uma abordagem inédita, com um modelo que permitiu a consideração de maior número de componentes da atividade econômica - produção agrícola e industrial, salários, população - através de um modelo tipo cross-section desagregado por região (437 zonas de tráfego).

Os resultados revelaram que é essencial distinguir o impacto de cada componente da atividade econômica, seja para análises de política ou para fins de previsão. Modelos agregados baseados em séries temporais podem levar a erros grosseiros de projeção, além de pouco contribuírem para o conhecimento da estrutura da demanda derivada por transporte e energia. As possibilidades de erro são crescentes em função das mudanças estruturais em curso na economia. Ironicamente, nessas épocas, quando mais se consideram mudanças de política, é que o valor relativo de boas projeções é ainda maior.

BIBLIOGRAFIA

- AIGNER, D. Basic econometrics. Englewood - Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1971.
- BARROS, R. Paes de e FERREIRA, S.S. Um modelo econométrico para a demanda de gasolina pelos automóveis de passeio. Texto para Discussão do Grupo de Energia, 7. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1982.
- BELSLEY, D., KUH, E. e WELSCH, R. Regression diagnostics. New York, Wiley, 1980.
- BERNDT, E. e BOTERO, G. Energy demand in the transportation sector of Mexico. Journal of Development Economics, Amsterdam, 17 (3): 219-38, 1985.
- BOLUDA, L. Um modelo de demanda de energia do setor de transporte rodoviário de cargas. Texto para Discussão do Grupo de Energia, 31. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1985.
- CASTRO, Newton de. Determinantes estruturais do consumo energético no transporte rodoviário no Brasil. In: SEMINÁRIO SOBRE USO RACIONAL DE ENERGIA. Anais... São Paulo, Energia de São Paulo, 1985.
- DONNELLY, W. The regional demand for petrol in Australia. Economic Record, Victoria, 59 (163): 317-27, 1982.
- FUSS, M. e McFADDEN, D. Production economics: a dual approach to theory and application Amsterdam, North-Holland Press, 1980.
- GEIPOT. Anuário estatístico dos transportes. Brasília, 1983.
- GLEJSER, H. A new test for heteroscedasticity. Journal of the American Statistical Association, Washington, 64: 316-23, 1969.

- GREENE, D. A derived demand model of regional highway diesel fuel use. Transportation Research - B, Elmsford, N.Y., 18B (1):43-51, 1984.
- IBGE. Empresas de transporte rodoviário. V.9. Rio de Janeiro, 1984.
- MOSTELLER, F. e TUKEY, J. Data analysis and regression. Reading, MA, Addison-Wesley, 1977.
- PARK, R. Estimation with heteroscedastic error term. Econometrica, New Haven, 34 (4) 888, 1966.
- PINHEIRO, A.C. Sobre a dieselização da frota brasileira de caminhões. Texto para discussão do Grupo de Energia, 17. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1983.
- PINDYCK, R. e RUBINFELD, D. Econometric models and economic forecasts. New York, McGraw-Hill, 1981.
- RAMOS, L.R.A. Cenários de demanda de derivados de petróleo. Texto para Discussão do Grupo de Energia, 16. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1984.
- RFFSA. Relatório - 1983. Brasília, Ministério dos Transportes, 1983.
- STEPHENS, M. Use of Kolmogorov - Smirnov, Cramer, Von Mises and related statistics without extensive tables. Journal of the Royal Statistical Society, Serv. B, London, 32 (1): 115-22, 1970.
- _____. EDF statistics for goodness of fit and some comparisons. Journal of the American Statistical Association, Washington, 69 (347): 730-7, 1974.
- TRANSPORTATION ASSOCIATION OF AMERICA. Transportation facts and trends-1976. Washington, D.C., 1976.

APÊNDICE 1ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DAS VARIÁVEIS UTILIZADAS

Variáveis/Unidade/Fonte:

QCG = litros de óleo diesel (CNP);

FLUXBR = tráfego médio diário de veículos de carga x
quilômetros de vias federais pavimentadas
(DNER);

FLUXBRES = tráfego médio diário de veículos de carga x
quilômetros de vias federais e estaduais pa-
vimentadas (DNER);

VPIND = valor da produção industrial, $10^3 \times \text{Cr\$}$ (Cen-
so de 1980, IBGE);

ESTIND = número de estabelecimentos industriais (Cen-
so de 1980, IBGE);

ATON = produção agropecuária, toneladas (Censo de
1980, IBGE);

VALORTON = valor da produção agropecuária por tonelada,
 $10^3 \times \text{Cr\$/t}$ (Censo de 1980, IBGE);

RENDTOT = valor dos salários recebidos por mês, em sa-
lários mínimos (Censo de 1980, IBGE);

POP = número de habitantes (Censo de 1980, IBGE); e

RENDMED = salário per capita (RENDTOT/POP).

VARIÁVEL	N	MÉDIA	DESVIO-PADRÃO	SOMA	MÍNIMO	MÁXIMO
QCG	437	28396827.97869	55752564.6229	12409413826.69	192490.250	950113792.000
FLUXBR	437	66957.02059	92056.3566	29260218.00	0	653744.000
FLUXBRES	437	133711.96796	143424.0345	58432130.00	0	1112370.000
VPIND	437	22207756.39359	142421678.2931	9704789544.00	3962.000	2834037248.000
ESTIND	437	481.40732	1620.6614	210375.00	7.000	32100.000
ATON	437	1843448.78723	2138431.1743	805587120.02	5147.247	19705140.375
VALORTON	437	2.48760	1.8690	1087.08	0.355	16.293
RENDTOT	437	276317.29634	1315755.4518	120750658.50	5584.750	24077530.250
RENDMED	437	0.75170	0.3567	328.49	0.191	2.234
POP	437	267116.37529	672643.1897	116729856.00	8935.000	11950247.000

VARIÁVEL (LOG)	N	MÉDIA	DESVIO-PADRÃO	SOMA	MÍNIMO	MÁXIMO
QCG	437	16.45944783	1.25456759	7192.77870280	12.16780598	20.67209232
FLUXBR	437	8.6720150	4.14614674	3789.97055706	0	13.39047265
FLUXBRES	437	10.91729198	2.39070320	4770.85659638	0	13.92200433
VPIND	437	14.80697648	2.03629079	6470.64871961	8.28475659	21.76496812
ESTIND	437	5.53602859	1.03824817	2419.24449389	2.07944154	10.37664246
ATON	437	13.89885367	1.13248371	6073.79905308	8.54641151	16.79639014
VALORTON	437	1.16062048	0.39122883	507.19115061	0.30386477	2.85028952
RENDTOT	437	11.53645491	1.11687750	5041.43079532	8.62797399	16.99678965
RENDMED	437	0.54062923	0.19891870	236.25497514	0.17443707	1.17365575
POP	437	11.94370690	0.91701620	5219.39991590	9.09784334	16.29626259

CORRELAÇÕES SIMPLES/N = 437

	QCG	FLUXBR	FLUXBRES	VPIND	ESTIND	ATON	VALORTON	RENDTOT	RENDMED	POP
QCG	1.00000 0.0000	0.59074 0.0001	0.65793 0.0001	0.87919 0.0001	0.88763 0.0001	0.27985 0.0001	-0.06582 0.1696	0.86234 0.0001	0.44942 0.0001	0.88065 0.0001
FLUXBR	0.59074 0.0001	1.00000 0.0000	0.85183 0.0001	0.39048 0.0001	0.40456 0.0001	0.28848 0.0001	-0.00925 0.8470	0.38201 0.0001	0.38434 0.0001	0.44640 0.0001
FLUXBRES	0.65793 0.0001	0.85183 0.0001	1.00000 0.0000	0.49103 0.0001	0.50856 0.0001	0.35962 0.0001	-0.05663 0.2374	0.53420 0.0001	0.49138 0.0001	0.57829 0.0001
VPIND	0.87919 0.0001	0.39048 0.0001	0.49103 0.0001	1.00000 0.0000	0.97419 0.0001	0.09925 0.0381	-0.05461 0.2546	0.94885 0.0001	0.33251 0.0001	0.92139 0.0001
ESTIND	0.88763 0.0001	0.40456 0.0001	0.50856 0.0001	0.97419 0.0001	1.00000 0.0000	0.16020 0.0008	-0.09158 0.0557	0.96203 0.0001	0.31322 0.0001	0.95032 0.0001
ATON	0.27985 0.0001	0.28848 0.0001	0.35962 0.0001	0.09925 0.0381	0.16020 0.0008	1.00000 0.0000	-0.28499 0.0001	0.09989 0.0368	0.30838 0.0001	0.18048 0.0001
VALORTON	-0.06582 0.1696	-0.00925 0.8470	-0.05663 0.2374	-0.05461 0.2546	-0.09158 0.0557	-0.28499 0.0001	1.00000 0.0000	-0.07713 0.1074	0.00366 0.9392	-0.10433 0.0292
RENDTOT	0.86234 0.0001	0.38201 0.0001	0.53420 0.0001	0.94885 0.0001	0.96203 0.0001	0.09989 0.0368	-0.07713 0.1074	1.00000 0.0000	0.36476 0.0001	0.97425 0.0001
RENDMED	0.44942 0.0001	0.38434 0.0001	0.49138 0.0001	0.33251 0.0001	0.31322 0.0001	0.30838 0.0001	0.00366 0.9392	0.36476 0.0001	1.00000 0.0000	0.31552 0.0001
POP	0.88065 0.0001	0.44640 0.0001	0.57829 0.0001	0.92139 0.0001	0.95032 0.0001	0.18048 0.0001	-0.10433 0.0292	0.97425 0.0001	0.31552 0.0001	1.00000 0.0000

CORRELAÇÕES SIMPLES - LOG/N = 437

	QCG	FLUXBR	FLUXBRES	VPIND	ESTIND	ATON	VALORTON	RENDTOT	RENDMED	POP
QCG	1.00000 0.0000	0.51021 0.0001	0.45611 0.0001	0.76688 0.0001	0.69538 0.0001	0.52167 0.0001	-0.06010 0.2098	0.79877 0.0001	0.62027 0.0001	0.62644 0.0001
FLUXBR	0.51021 0.0001	1.00000 0.0000	0.62573 0.0001	0.41708 0.0001	0.38101 0.0001	0.21491 0.0001	-0.04596 0.3378	0.39722 0.0001	0.25837 0.0001	0.34330 0.0001
FLUXBRES	0.45611 0.0001	0.62573 0.0001	1.00000 0.0000	0.39140 0.0001	0.41017 0.0001	0.28165 0.0001	-0.10938 0.0222	0.35906 0.0001	0.26450 0.0001	0.30061 0.0001
VPIND	0.76688 0.0001	0.41708 0.0001	0.39140 0.0001	1.00000 0.0000	0.73815 0.0001	0.47505 0.0001	-0.16284 0.0006	0.84923 0.0001	0.68621 0.0001	0.66280 0.0001
ESTIND	0.69538 0.0001	0.38101 0.0001	0.41017 0.0001	0.73815 0.0001	1.00000 0.0000	0.60028 0.0001	-0.25016 0.0001	0.85926 0.0001	0.38313 0.0001	0.85697 0.0001
ATON	0.52167 0.0001	0.21491 0.0001	0.28165 0.0001	0.47505 0.0001	0.60028 0.0001	1.00000 0.0000	-0.47882 0.0001	0.51822 0.0001	0.23206 0.0001	0.50736 0.0001
VALORTON	-0.06010 0.2098	-0.04596 0.3378	-0.10938 0.0222	-0.16284 0.0006	-0.25016 0.0001	-0.47882 0.0001	1.00000 0.0000	-0.18850 0.0001	-0.01677 0.7267	-0.25541 0.0001
RENDTOT	0.79877 0.0001	0.39722 0.0001	0.35906 0.0001	0.84923 0.0001	0.85926 0.0001	0.51822 0.0001	-0.18850 0.0001	1.00000 0.0000	0.62559 0.0001	0.89067 0.0001
RENDMED	0.62027 0.0001	0.25837 0.0001	0.26450 0.0001	0.68621 0.0001	0.38313 0.0001	0.23206 0.0001	-0.01677 0.7267	0.62559 0.0001	1.00000 0.0000	0.20968 0.0001
POP	0.62644 0.0001	0.34330 0.0001	0.30061 0.0001	0.66280 0.0001	0.85697 0.0001	0.50736 0.0001	-0.25541 0.0001	0.89067 0.0001	0.20968 0.0001	1.00000 0.0000

APÊNDICE 2DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO CONSUMO DE ÓLEO DIESEL

- Comentários sobre a importância da distribuição geográfica do consumo de óleo diesel para o modelo estimado.

Uma das condições para que o modelo proposto revelasse de fato os determinantes do consumo de óleo diesel no transporte de carga era que este consumo deveria estar localizado geograficamente, pelo menos em grande parte, no mesmo lugar que seu fato gerador. Dada a natureza do serviço de transporte de carga, poderia muito bem ser possível que o abastecimento dos veículos de carga se desse ao longo das principais rodovias independentemente da origem ou destino das cargas. Se tal fosse o caso, a produção ou o consumo final de mercadorias de uma região gerariam consumo de diesel principalmente em outras regiões, comprometendo assim o poder de explicação do modelo.

Os mapas anexos foram confeccionados com o intuito de proceder a um primeiro exame visual do padrão da distribuição geográfica do consumo de diesel. Caso o consumo se encontrasse concentrado somente ao longo das rodovias, poderíamos talvez suspeitar das possibilidades de sucesso do modelo.

Esse, no entanto, não foi o padrão apresentado. A distribuição geográfica parece estar muito mais associada ao nível de intensidade das atividades econômicas que aos grandes eixos rodoviários. Na região Norte, por exemplo, umas 10 áreas se destacam nos mapas, e praticamente nenhuma destas está localizada ao longo de eixos rodoviários que servem de trânsito entre outras regiões. Destacamos, por exemplo, as áreas dos projetos Jari, do Rio Trombetas, do norte de Roraima, de Tucuruí e de Carajás.

Na região Sudeste, revela-se uma natural associação entre os eixos rodoviários e pólos de desenvolvimento. Note-se ao

longo da BR-116 o destaque de Teófilo Otoni, Governador Valadares e, naturalmente, Caratinga. Por outro lado, tem-se o destaque de Montes Claros, pólo de desenvolvimento regional, sem contudo estar ao longo de eixo de transporte inter-regional.

Na região Sul, temos os destaques de Uruguaiana e São Borja (na fronteira sudoeste do Rio Grande do Sul), Passo Fundo e Cruz Alta (ao norte), e Pelotas, Rio Grande e Chuí (ao sul). É curioso notar que Chuí, embora seja uma pequena cidade, apresenta-se com destaque. Uma possível razão é que esta cidade é o centro de abastecimento de uma grande região no Uruguai (principalmente de gêneros alimentícios). Conforme os resultados das estimativas apresentadas na Seção IV, o consumo final de mercadorias é a atividade econômica que tem maior impacto sobre a demanda derivada por transporte e energia.

- Detalhes sobre os mapas

O consumo de óleo diesel utilizado é o consumo total no ano de 1980, em cada município. Nos mapas, há cinco níveis de intensidade de consumo. Os intervalos de consumo para cada nível são descritos na Tabela A.1. Na Tabela A.2, apresentam-se as estatísticas básicas dos municípios por região e intervalo de consumo.

TABELA A.1

INTERVALOS DE CONSUMO DE ÓLEO DIESEL DE ACORDO COM AS

LEGENDAS DOS MAPAS (1980)

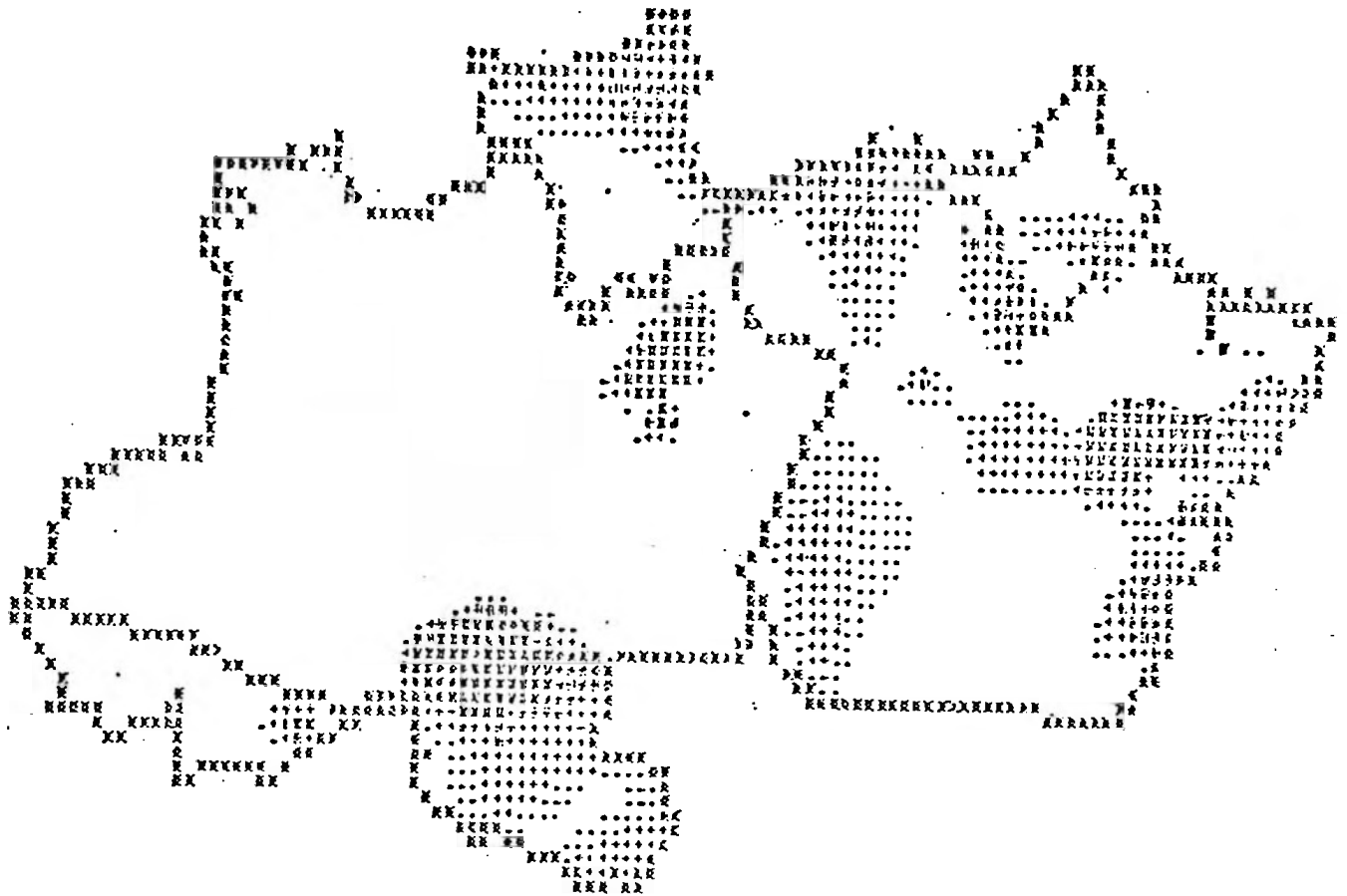
LEGENDA	MIN (m ³)	MAX (m ³)	Nº DE MUNICÍPIOS (Total das Regiões)
5	25.000	1.095.434 (SP)	121
4	15.000	25.000	122
3	10.000	15.000	152
2	7.000	10.000	156
1	1	7.000	3.449

TABELA A.2

ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DO CONSUMO DE DIESEL POR REGIÃO

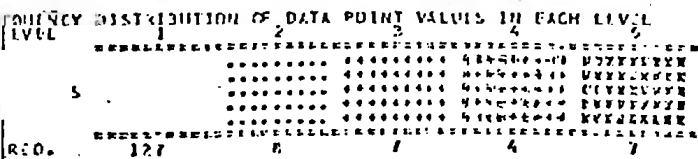
E POR INTERVALO DE CONSUMO

REGIÃO	LEGENDA	QUANTIDADE				
		N	Média	Soma	Min	Max
Norte	1	102	1.319	134.528	11	6.922
	2	8	8.583	68.660	7.482	9.711
	3	7	13.207	92.446	10.763	14.379
	4	4	20.436	81.742	17.094	22.294
	5	7	88.253	617.768	28.906	262.331
Nordeste	1	802	1.223	981.205	4	6.987
	2	20	8.007	160.136	7.089	9.638
	3	20	12.411	248.211	10.011	14.938
	4	8	18.420	147.357	15.502	23.174
	5	15	61.422	921.329	26.877	182.242
Sudeste	1	977	1.702	1.663.313	5	6.998
	2	64	8.416	538.601	7.096	9.920
	3	66	12.295	811.475	10.001	14.894
	4	60	19.233	1.153.977	15.029	24.935
	5	61	82.478	5.031.147	25.194	1.095.434
Sul	1	573	1.911	1.094.992	8	6.983
	2	43	8.294	356.661	7.067	9.946
	3	42	11.792	495.249	10.070	14.924
	4	25	18.875	471.885	15.066	24.833
	5	28	52.991	1.483.735	26.741	199.048
Centro-Oeste	1	220	1.929	424.425	1	6.998
	2	21	8.479	178.050	7.355	9.651
	3	17	11.840	201.288	10.021	14.432
	4	15	19.964	299.454	15.798	24.571
	5	10	56.041	560.408	27.532	134.671

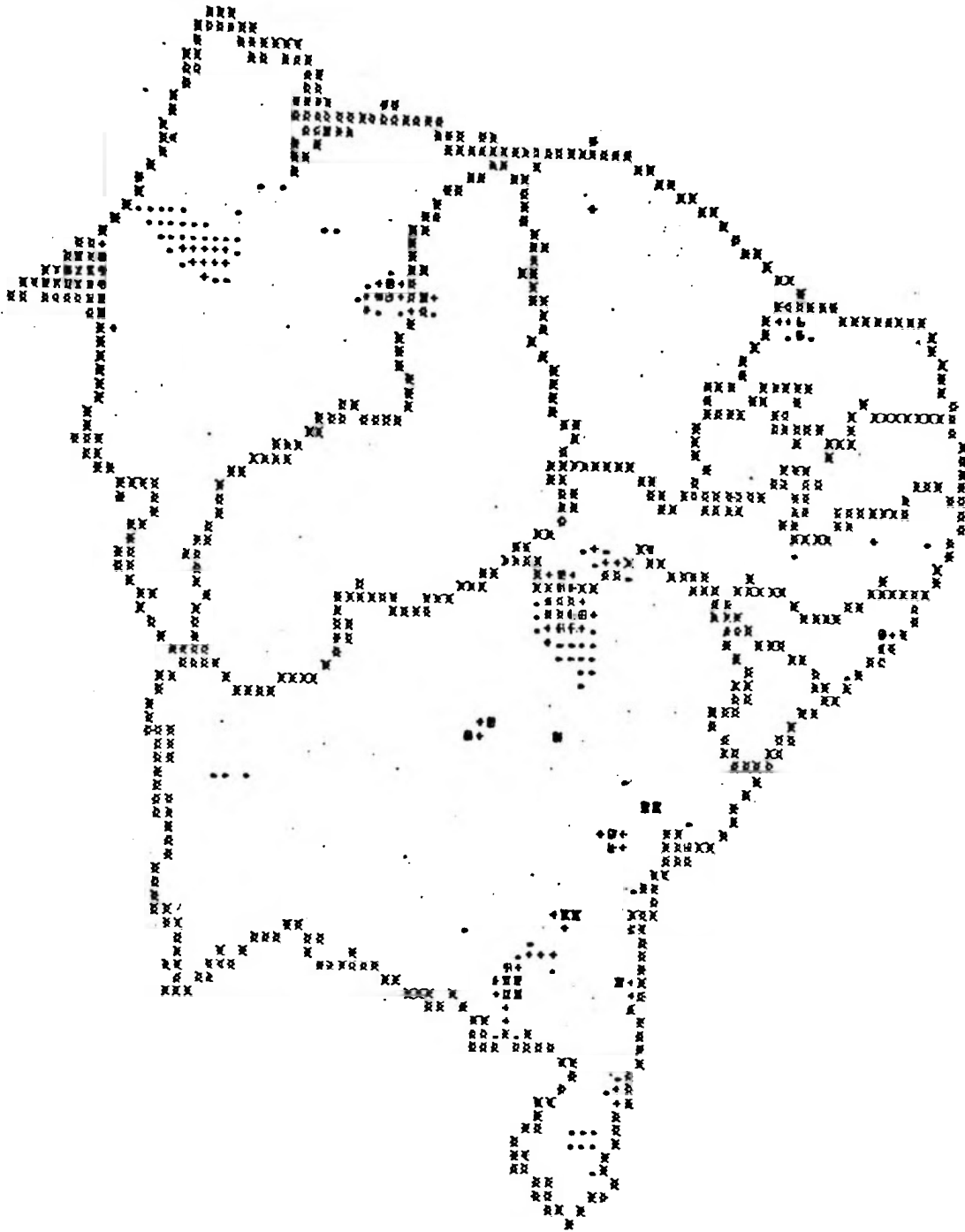


MINUTES FOR MAP

JUICAO DO CONSUMO DE OLEO DIESEL NA REGIAO NORTE
 DOS ACUMULADOS PARA AS COORDENADAS DAS CIDADES MUNICIPAIS
 METODO DE INTERPOLACAO



MINUTES FOR HISTOGRAM



SYMAP 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

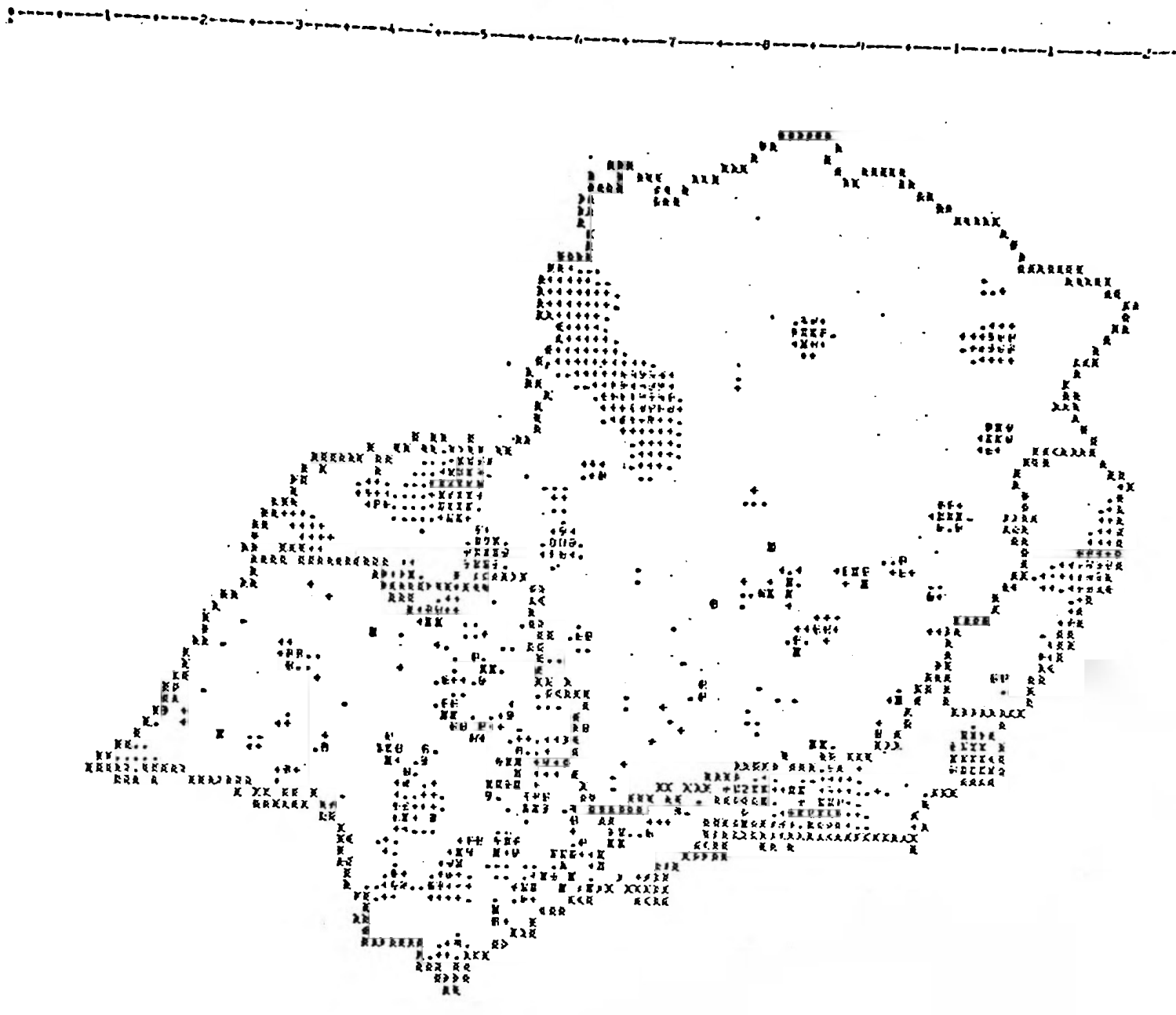
0.0 MINUTES FOR MAP

DISTRIBUICAO DO CONSUMO DE OLEO DIESEL NA REGIAO NORDESTE
 DADOS ACUMULADOS PARA AS COORDENADAS DAS SEDES MUNICIPAIS
 SUPERFICIE DE INTERPOLACAO

FREQUENCY DISTRIBUTION OF DATA POINT VALUES IN EACH LEVEL

LEVEL	1	2	3	4
SYMBOLS	.....	.....	.....	.....
FREQ.	1311	20	20	8 15

0.0 MINUTES FOR HISTOGRAM



SYMAP
MINUTS FOR MAP

INDICACAO DE CONSUMO DE DIESEL NA REGIAO SUDESTE
DADOS ACUMULADOS PARA AS COMPANHIAS DAS SEDES MUNICIPAIS
FICHA DE INTERPOLACAO

FREQUENCY DISTRIBUTION OF DATA POINT VALUES IN EACH LEVEL

LEVEL	11.9	64	66	60	61
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

METHODS FOR HISTOGRAM



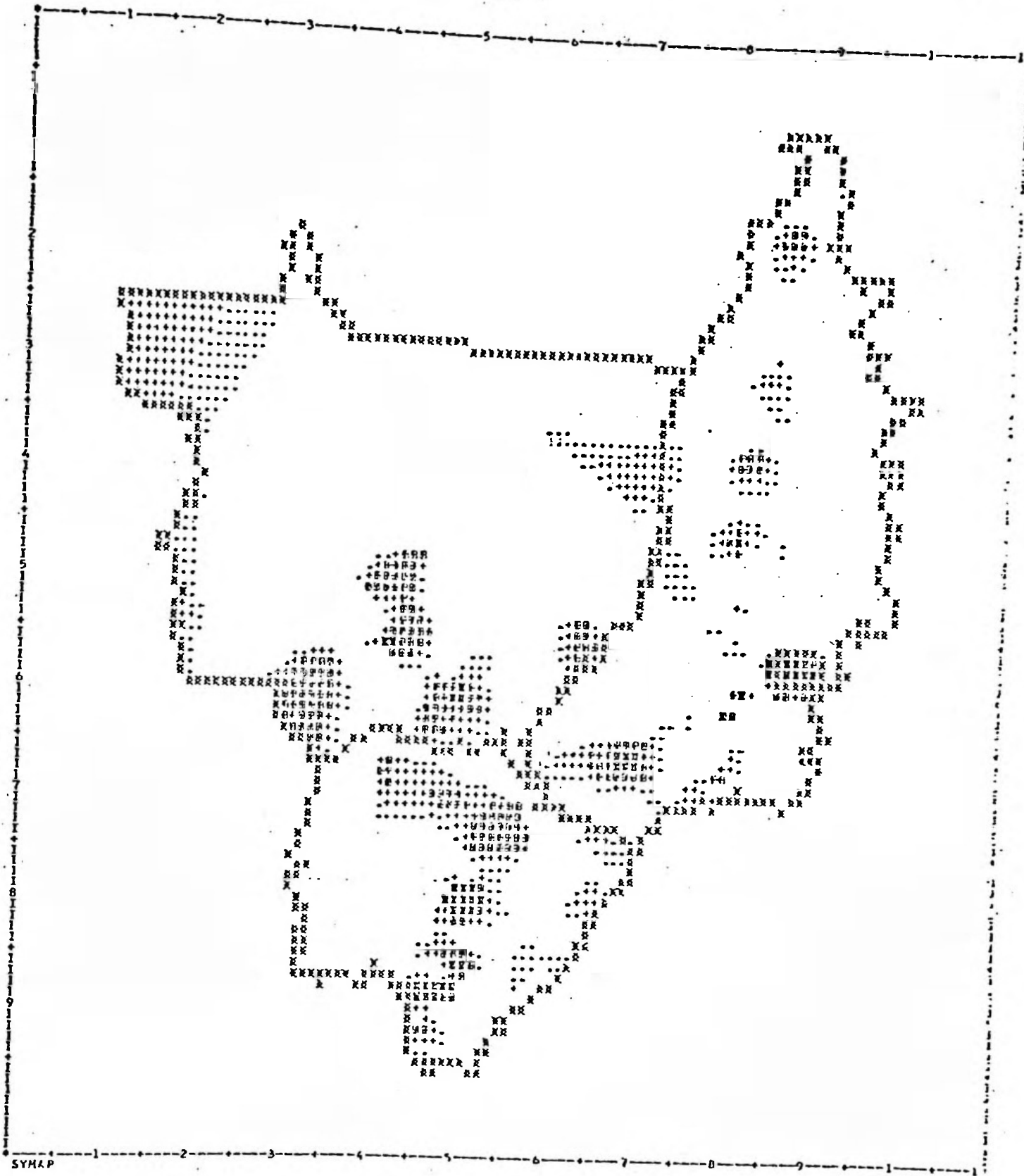
SYMAP
0.0 MINUTES FOR MAP

DISTRIBUICAO DO CONSUMO DE GLEO DIESEL NA REGIAO SUL
DADOS ACUMULADOS PARA AS COORDENADAS DAS SEDES MUNICIPAIS
SUPERFICIE DE INTERPOLACAO

FREQUENCY DISTRIBUTION OF DATA POINT VALUES IN EACH LEVEL

LEVEL	1	2	3	4
SYMBOLS	.....	.....	.....	.....
FREQ.	541	43	42	25

0.0 MINUTES FOR HISTOGRAM



SYMAP
0.0 MINUTES FOR MAP

DISTRIBUICAO DO CONSUMO DE OLEO DIESEL NA REGIAO CENTRO-OESTE
DADOS ACUMULADOS PARA AS COORDENADAS DAS SEDES MUNICIPAIS
SUPERFICIE DE INTERPOLACAO

FREQUENCY DISTRIBUTION OF DATA POINT VALUES IN EACH LEVEL

LEVEL	1	2	3	4	5
SYMBOLS	.....	.....	.....	.....	.....
FREQ.	271	21	17	15	10

0.0 MINUTES FOR HISTOGRAM

TEXTO PARA DISCUSSÃO
GRUPO DE ENERGIA
Nº XLII

"Estrutura e Desempenho
do Setor de Transporte
Rodoviário de Carga".

Newton de Castro

Maio de 1987

SUMÁRIO

	Página
<u>RESUMO</u>	01
<u>1. INTRODUÇÃO</u>	02
<u>2. O TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA</u>	04
2.1 - Uma Descrição Institucional e Econômica.....	04
2.2 - A Operação de Transporte Rodoviário de Carga.....	10
2.3 - A Base de Dados.....	14
<u>3. AS DIMENSÕES DO PRODUTO DE TRANSPORTE</u>	15
3.1 - Introdução.....	15
3.2 - A Heterogeneidade do Setor: Condicionantes Estruturais Impostos pela Demanda.....	16
3.2.1 - Requisitos Impostos pelo Tipo de Produto ou pelo Serviço Prestado.....	17
3.2.2 - Tamanho do Lote de Carga.....	19
3.2.3 - Fatores Espaciais do Serviço de Transporte.....	23
3.3 - A Diferenciação do Produto de Transporte pela Qualidade do Serviço.....	30
3.3.1 - Fatores Temporais do Serviço.....	30
3.4 - Resumo dos Condicionantes Estruturais Impostos pela Demanda..	32
<u>4. CONDICIONANTES TECNOLÓGICOS À PRODUÇÃO DE SERVIÇOS DE TRANSPORTE</u> ...	34
4.1 - Introdução.....	34
4.2 - A Estrutura do Capital Imobilizado nas ETC.....	35
4.2.1 - Material Rodante.....	37
4.2.2 - Capacidade de Transporte Própria versus o Uso de Transportador Autônomo.....	38
4.2.3 - O Tamanho da Frota Própria.....	38
4.2.4 - Imobilizado em Edificações, Instalações e outros Equipamentos.....	43
4.3 - A Mobilidade dos Fatores de Produção de Serviços de Transporte Rodoviário de Carga.....	46
4.4 - Conclusão.....	48
<u>5. A ESTRUTURA DE CUSTO DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA</u>	49
5.1 - Introdução.....	49
5.2 - Os Componentes de Custo de uma ETC.....	51
5.2.1 - Custos Operacionais numa ETC.....	52

	Página
5.3 - A Variabilidade dos Custos no Curto Prazo.....	56
5.4 - Estimação de uma Função de Custo para as ETC.....	63
5.4.1 - Apresentação do Problema.....	63
5.4.2 - Especificação da Função de Custo.....	64
5.4.3 - A Base de Dados e os Resultados da Estimação.....	66
5.5 - A Demanda por Óleo Diesel nas ETC.....	78
5.6 - A Demanda por Transporte Autônomo nas ETC.....	85
5.7 - Conclusões.....	88
6. <u>A ESTRUTURA DE MERCADO E O DESEMPENHO ECONÔMICO DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA</u>.....	90
6.1 - Introdução.....	90
6.2 - A Estrutura de Mercado das ETC.....	91
6.3 - Análise da Rentabilidade das ETC.....	97
6.4 - A Entrada de Novas Empresas no Setor.....	102
7. <u>CARACTERÍSTICAS DA EVOLUÇÃO DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO</u>..	103
7.1 - Introdução.....	103
7.2 - O Crescimento Global do Setor.....	105
7.3 - Evolução do Tamanho Médio das Empresas.....	109
7.4 - Evolução dos Investimentos e da Produtividade dos Fatores....	111
7.5 - Evolução dos Preços e da Demanda pelos Fatores de Produção...	114
8. <u>CONCLUSÃO</u>.....	114
8.1 - Principais Resultados.....	114
8.2 - Implicações dos Resultados para a Política Setorial.....	119
BIBLIOGRAFIA.....	121
ANEXOS.....	124

LISTA DE TABELAS

	Página
<u>Tabela 2.1</u> - Distribuição da Frota de Caminhões por Tipo de Transportador.....	05
<u>Tabela 2.2</u> - Percentual da Frota Cadastrada na Especialização de Transporte, por Tipo de Empresa.....	06
<u>Tabela 2.3</u> - Principais Indicadores de Empresas de Transporte com e sem Itinerário Fixo no Ano de 1982.....	08
<u>Tabela 2.4</u> - Estrutura de Custo das Empresas de Transporte Comercial (%).....	09
<u>Tabela 3.1</u> - Distribuição das Empresas de Transporte de Carga por Tipo de Equipamento Predominante (1982).....	20
<u>Tabela 3.2</u> - Imobilizado em Equipamentos e Instalações por Tonelada e Tonelada-Quilômetro das Empresas de Transporte de Carga por Tipo de Linha e Equipamento Predominante (1982).....	22
<u>Tabela 3.3</u> - Percentagem de Carga Transportada e Receita por Tipo de Linha Predominante.....	27
<u>Tabela 3.4</u> - Extensão Média das Linhas em Empresas de Transporte de Carga por Tipo de Linha e Equipamento Predominante (1982).....	28
<u>Tabela 3.5</u> - Indicadores da Cobertura Geográfica das Empresas de Transporte de Carga por Tipo de Linha e Equipamento Predominante (1982).....	31
<u>Tabela 3.6</u> - Despesas Gerais por Tonelada-Quilômetro em Empresas de Transporte de Carga por Tipo de Linha e Equipamento Predominante (1982).....	33
<u>Tabela 4.1</u> - Estrutura do Imobilizado das Empresas de Transporte de Carga por Tipo de Linha e Equipamento Predominante (1982).....	36
<u>Tabela 4.2</u> - Distribuição da Frota Própria e Arrendada por Tipo de Veículo.....	37
<u>Tabela 4.3</u> - Participação no Custo Total das Despesas com Combustíveis e Autônomos por Tipo de Linha e Equipamento Predominante (1982).....	39
<u>Tabela 4.4</u> - Modelo Log-Linear para Estimação do Tamanho da Frota de Veículos Ano 1982 - Variáveis na Forma Logarítmica.....	42
<u>Tabela 4.5</u> - Modelo Log-Linear para Estimação do Tamanho do Imobilizado Fixo Ano 1982 - Variáveis na Forma Logarítmica.....	45
<u>Tabela 5.1</u> - Formação do Custo das ETC, Segundo CONET/NTC e Questionário DS-01.....	51
<u>Tabela 5.2</u> - Distribuição do Custo das Empresas de Transporte de Carga em Percentagem da Receita Operacional.....	53
<u>Tabela 5.3</u> - Distribuição do Custo das Empresas de Transporte de Carga em Percentagem da Receita Operacional por Tipo de Linha e Veículo Predominante.....	60

<u>Tabela 5.4</u>	- Distribuição do Custo das Empresas de Transporte de Carga em Percentagem da Receita Operacional por tipo de Linha Predominante.....	61
<u>Tabela 5.5</u>	- Distribuição do Custo das Empresas de Transporte de Carga em Percentagem da Receita Operacional por Tipo de Veículo Predominante.....	62
<u>Tabela 5.6</u>	- Resultado das Estimções de Função de Custo/Empresas de Transporte Rodoviário de Carga.....	69
<u>Tabela 5.7</u>	- Resultado das Estimções de Função de Custo/Empresas de Transporte Rodoviário de Carga/Modelo com DUMMIES por Região e Tipo de Veículo Predominante.....	70
<u>Tabela 5.8</u>	- Resultado das Estimções de Função de Custo/Empresas de Transporte Rodoviário de Carga/Modelo Incluindo Termos Quadráticos.....	72
<u>Tabela 5.9</u>	- Resultado das Estimções de Função de Custo/Empresas de Transporte Rodoviário de Carga/Modelo Incluindo Percentagem de Pickups e Furgões na Frota.....	74
<u>Tabela 5.10</u>	- Resultado das Estimções de Função de Custo/Empresas de Transporte Rodoviário de Carga/Modelo Incluindo Seguro de Mercadorias por TKM.....	75
<u>Tabela 5.11</u>	- Resultado das Estimções de Função de Custo/Empresas de Transporte Rodoviário de Carga/Modelo com TKM Estratifcada em 4 Faixas de Produção.....	76
<u>Tabela 5.12</u>	- Resultado das Estimções de Função de Custo/Empresas de Transporte Rodoviário de Carga/Modelo Incluindo Termos Quadraticos e Cruzados.....	77
<u>Tabela 5.13</u>	- Resultado das Estimções de Funções de Custo/Empresas de Transporte Rodoviário de Carga/Amostra por Tipo de Veículo Predominante.....	79
<u>Tabela 5.14</u>	- Resultado das Estimções de Função de Demanda por óleo Diesel/Empresas de Transporte Rodoviário de Carga.....	81
<u>Tabela 5.15</u>	- Resultado das Estimções de Função de Demanda por óleo Diesel/Empresas de Transporte Rodoviário de Carga/Modelo com TKM Estratificado em 4 Faixas.....	82
<u>Tabela 5.16</u>	- Resultado das Estimções de Função de Demanda por óleo Diesel/Empresas de Transporte Rodoviário de Carga.....	84
<u>Tabela 5.17</u>	- Resultado das Estimções de Função de Demanda por óleo Diesel/Empresas de Transporte Rodoviário de Carga/Modelo Incluindo Variável Receita Total (Carga).....	86
<u>Tabela 5.18</u>	- Resultado das Estimções de Função de Despesas com Transportador Autônomo/Empresas de Transporte Rodoviário de Carga/Modelo com DUMMIES por Região e Tipo de Veículo Predominante.....	87
<u>Tabela 5.19</u>	- Resultado das Estimções de Função de Despesas com Transportador Autônomo/Empresas de Transporte Rodoviário de Carga/Modelo com Termos Quadráticos.....	89

<u>Tabela 6.1</u>	- Indicadores de Desempenho Econômico e da Estrutura de Mercado das Empresas de Transporte de Carga, por Tipo de Região Geográfica de Atuação, Linha e Veículo Predominante (ETC interestaduais e internacionais).....	94
<u>Tabela 6.2</u>	- Indicadores de Desempenho Econômico e da Estrutura de Mercado das Empresas de Transporte de Carga por Tipo de Região Geográfica de Atuação, Linha e Veículo Predominante (ETC intermunicipais).....	96
<u>Tabela 6.3</u>	- Indicadores de Desempenho Econômico e da Estrutura de Mercado das Empresas de Transporte de Carga por Tipo de Região Geográfica de Atuação, Linha e Veículo Predominante (ETC municipais).....	98
<u>Tabela 6.4</u>	- Indicadores de Desempenho Econômico e da Estrutura de Mercado das Empresas de Transporte de Carga por Tipo de Região Geográfica e Atuação, Linha e Veículo Predominante (ETC sem itinerário fixo).....	99
<u>Tabela 6.5</u>	- Coeficientes de Correlação entre o Retorno sobre as Vendas, Número de Empresas. Índices de Concentração de Herfindahl, Market Share, e Receita.....	101
<u>Tabela 7.1</u>	- Evolução Global do Setor.....	107

LISTA DE FIGURAS

	Página
<u>Figura 2.1</u> - Visão Esquemática do Fluxo de Lotes de Carga Fracionada no Transporte Rodoviário.....	12
<u>Figura 3.1</u> - Fatores Espaciais e Custos de Transporte.....	24
<u>Figura 6.1</u> - Receita Média por Empresa, de Acordo com o Ano de Fundação.....	104
<u>Figura 7.1</u> - Evolução Global do Setor.....	106
<u>Figura 7.2</u> - Evolução Global do Setor (empresas IF e SI).....	108
<u>Figura 7.3</u> - Pessoal Ocupado, Receita e Carga Transportada por Empresa (Empresas IF e SI).....	110
<u>Figura 7.4</u> - Carga Transportada Total por Pessoal Ocupado e Capacidade de Carga (Empresas IF e SI).....	112
<u>Figura 7.5</u> - Investimento, Salário, e Despesa Financeira por Tonelada (Empresas IF e SI).....	113
<u>Figura 7.6</u> - Despesa com Carreteiro, Combustível e Lubrificantes e Salários por Tonelada (Empresas IF e SI).....	115

ANEXOS

Página

Anexo A.1 - Tabela 4.4

Modelo Log-Linear para Estimaçã~o do Tamanho da Frota de Veí-
culos - Ano 1981 - Variáveis na Forma Logarítmica..... 124

Tabela 4.4

Modelo Log-Linear para Estimaçã~o do Tamanho da Frota de Veí-
culos - Ano 1983 - Variáveis na Forma Logarítmica..... 125

Tabela 4.4

Modelo Log-Linear para Estimaçã~o do Tamanho da Frota de Veí-
culos - Ano 1981 - Variáveis na Forma Logarítmica LOG
(VAR+1)..... 126

Tabela 4.4

Modelo Log-Linear para Estimaçã~o do Tamanho da Frota de Veí-
culos - Ano 1982 - Variáveis na Forma Logarítmica LOG
(VAR+1)..... 127

Tabela 4.4

Modelo Log-Linear para Estimaçã~o do Tamanho da Frota de Veí-
culos - Ano 1983 - Variáveis na Forma Logarítmica LOG
(VAR+1)..... 128

Anexo A.2 - Tabela 4.5

Modelo Log-Linear para Estimaçã~o do Tamanho do Imobilizado
Fixo - Ano 1981 - Variáveis na Forma Logarítmica..... 129

Tabela 4.5

Modelo Log-Linear para Estimaçã~o do Tamanho do Imobilizado
Fixo - Ano 1983 - Variáveis na Forma Logarítmica..... 130

Tabela 4.5

Modelo Log-Linear para Estimaçã~o do Tamanho do Imobilizado
Fixo - Ano 1981 - Variáveis na Forma Logarítmica LOG (VAR+1) 131

Tabela 4.5

Modelo Log-Linear para Estimaçã~o do Tamanho do Imobilizado
Fixo - Ano 1982 - Variáveis na Forma Logarítmica LOG (VAR+1) 132

Tabela A.5

Modelo Log-Linear para Estimaçã~o do Tamanho do Imobilizado
Fixo - Ano 1983 - Variáveis na Forma Logarítmica LOG (VAR+1) 133

Anexo A.3 - Teste de médias de lucratividade entre os grupos de empresa
por tipo de linha e veículo predominantes..... 134

ESTRUTURA E DESEMPENHO DO SETOR DE TRANSPORTE
RODOVIÁRIO DE CARGA*

Newton de Castro**

RESUMO

A partir do estudo dos condicionantes impostos pela demanda por transportes e pela tecnologia produtiva, e do exame da estrutura de custos de curto e longo prazos, analisam-se a estrutura, a rentabilidade e a evolução dos principais indicadores operacionais e financeiros das empresas de transporte comercial (ETC), da indústria de transporte rodoviário de carga. Em 1982, as 11 mil ETC empregaram diretamente 220 mil pessoas e faturaram cerca de US\$ 6 bilhões. A atividade de transporte rodoviário de carga também foi regulamentada em 1983, e a associação de classe das ETC vem, nos últimos anos, intensificando seus esforços no sentido da imposição de maiores limitações à entrada e à atuação geográfica das empresas de transporte rodoviário de carga.

O estudo revela que o setor constituído pelas ETC é bastante heterogêneo e segmentado, apresentando evidências de economias de densidade que diminuem com o volume transportado e a extensão média das linhas, mas que são significativas mesmo para as maiores empresas do setor (cerca de 1 bilhão de toneladas-quilômetro produzidas). No curto prazo, a parcela de custos fixos chega a 30-40%, dando margem à prática de preços predatórios. A estrutura de mercado caracteriza-se por índices de concentração elevados, com um pequeno número de grandes empresas detendo uma fração ponderável do mercado concentrada nas rotas mais densas. Ao mesmo tempo, o mercado comporta um grande número de pequenas e médias empresas que concentram suas atividades nas rotas menos densas e/ou em serviços mais especializados. O desempenho e a evolução do setor são analisados à luz desses resultados, e suas implicações para uma regulamentação que vise uma maior eficiência econômica são também discutidas.

* Este trabalho faz parte do estudo sobre os determinantes do consumo de óleo diesel no Brasil, conduzido pelo IPEA/INPES através de convênio com o DNER. Recebi valiosos comentários de Eustáquio J. Reis e Milton da Mata numa primeira versão deste texto. Agradeço ao economista Henrique Correia da Silva pela assistência, e à Diva de Mattos pelo apoio logístico.

** do IPEA/INPES.

1 - INTRODUÇÃO

O Transporte Rodoviário de Carga (TRC) é responsável por 60-70% da movimentação de mercadorias no Brasil. Os dispêndios operacionais como o TRC correspondem a aproximadamente 8% do Produto Interno Bruto. A demanda por investimentos em infra-estrutura viária e material de transporte (veículos de carga) tem variado bastante nas últimas décadas, passando por um máximo de 2,6% do PIB em 1975, a cerca de 1,1% em 1984. Estima-se que o setor envolva diretamente, em operações de transporte, cerca de 1,5 milhão de pessoas, ou seja, 3% da população economicamente ativa.

Não obstante a importância do TRC no plano macroeconômico, destacada acima, muito pouco se conhece sobre sua estrutura e funcionamento. Há carência não só de informações básicas que descrevam as principais características do setor, como também de estudos analíticos que examinem suas principais relações e condicionantes de comportamento. A necessidade de maior conhecimento sobre o TRC é ainda reforçada, por um lado, pela diversidade de tipos de agentes econômicos que compõem sua estrutura, e por outro, pela dinâmica de sua evolução. Atuando no TRC, há não só empresas industriais, agrícolas, comerciais e de serviços (não de transporte) que operam frota própria de veículos de carga, como também transportadores autônomos (caminhoneiros) e empresas de transporte comercial (ETC), que mantêm entre si relações tanto de prestação como de competição por serviços. Esse setor evoluiu, em trinta anos, de um volume reduzido de atividade para uma posição de destaque no cenário econômico do País. Sua estrutura também vem passando por mudanças significativas, tendo a participação das empresas de carga própria e de transporte comercial (ETC) aumentado substancialmente em detrimento da participação do transportador autônomo.

O objetivo deste estudo é suprir parte da lacuna existente no conhecimento econômico sobre o setor de transporte rodoviário de carga. Mais especificamente, pretendemos analisar a estrutura e o desempenho econômico do segmento do TRC constituído pelas Empresas de Transporte Comercial (ETC). A contribuição pretendida tem implicações de alcance tanto em termos da concepção e avaliação de políticas que busquem eficiência econômica, como também para políticas voltadas para aspectos mais particulares como, por exemplo, a demanda por energia, participação do transportador autônomo, etc.

Os principais aspectos analisados incluem:

- condicionantes impostos à produção de serviços pela demanda e pela tecnologia (Capítulos 3 e 4);
- barreiras à entrada de novas firmas e mobilidade dos fatores de produção (Capítulo 4);
- estrutura e relações de custo (Capítulo 5);
- grau de concentração do mercado, margens de lucratividade, e a dinâmica de entrada e saída de firmas do setor (Capítulo 6);
- evolução do setor (Capítulo 7).

As principais conclusões e implicações para política são resumidas no Capítulo 8.

A importância deste estudo pode ser também ressaltada em função da regulamentação do TRC instituída pela Lei nº 7.092 de 19/4/83 e pelo Decreto-Lei nº 89.874 de 29/6/83, alterado recentemente pelo Decreto nº 94.148 de 26/3/87. Essa legislação faculta ao poder executivo medidas restritivas ao registro de novos transportadores, proíbe aos transportadores de carga própria, que detêm 40% da frota nacional, de executar transporte mediante remuneração a través de frete, além de outras disposições delegando poderes ao Ministério dos Transportes para intervir no setor, visando melhorias em seu desempenho econômico. Já em 8 de abril de 1987, a Portaria nº 216, deste Ministério, estabeleceu, entre outras, restrições mínimas de capital social, frota própria de veículos e instalações para o registro (obrigatório) de ETC, bem como restrições para suas áreas geográficas de operação.

A resposta a essa questão crucial da regulamentação econômica do TRC esbarra na total ausência de estudos analíticos sobre o setor. Em contraste, há uma enorme literatura, relativa aos EUA e a países da Europa Ocidental, que propicia uma sólida base metodológica para os nossos estudos. No caso dos EUA, principalmente, houve um grande esforço para compreender e analisar os impactos da regulamentação econômica em transportes, esforço este enriquecido pela experiência empírica obtida com a recente desregulamentação do transporte aéreo de passageiros e dos modos ferroviário e rodoviário de carga.

Mesmo em países onde se dispendeu um volume considerável de recursos em análises sobre a desejabilidade da regulamentação do TRC, essa questão permanece ainda sem uma resposta definitiva. Contudo, esses estudos serviram para

e elevar substancialmente o nível do debate econômico, resolvendo questões intermediárias, apagando idéias preconcebidas e, principalmente, estabelecendo uma base comum de conhecimento sobre o setor, a partir da qual análises e especulações poderiam ser feitas.

A metodologia utilizada neste estudo é aquela da organização industrial. Nesta, o desempenho do setor é visto como o resultado da conduta de demandadores e ofertadores de serviços que, por seu turno, depende dos atributos estruturais do mercado, da tecnologia e preços dos insumos, e da demanda. Estudos de organização industrial visam a construir teorias que descrevam a natureza das relações entre os atributos da oferta, da demanda, da estrutura de mercado e conduta das empresas, e do desempenho do setor. Naturalmente que, baseado na descrição dessas relações, pode-se conjecturar sobre possíveis impactos de políticas governamentais no desempenho do setor.

No capítulo que se segue apresentamos uma descrição do TRC, ressaltando seus aspectos institucionais e econômicos. Acrescenta-se ainda uma síntese das principais características operacionais de uma empresa de transporte comercial (ETC). Essa descrição constitui a base para apresentação das principais características da base de dados utilizada neste estudo, assim como para a nossa classificação das ETC em subgrupos mais homogêneos.

2 - O TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA

2.1 - Uma Descrição Institucional e Econômica

O Transporte Rodoviário de Carga (TRC) foi regulamentado pela Lei nº 7.092, de 19/4/83 e pelo Decreto-lei nº 89.874, de 26/6/84. Segundo estes, os transportadores classificam-se nas seguintes categorias:

a) Empresa de Transporte Comercial (ETC) quando pessoa jurídica, organizada sob qualquer forma prevista em lei, inclusive sob a forma de cooperativa de transportadores rodoviários autônomos, que tenha como atividade exclusiva ou principal, a prestação de transporte de bens, mediante remuneração através de frete;

b) Transportador Comercial Autônomo (TCA) quando pessoa física, proprietária, co-proprietária ou arrendatária de um único veículo automotor de

transporte de carga, que tenha como objetivo a prestação do serviço de transporte de bens, mediante remuneração através de frete;

c) Transportador de Carga Própria (TCP) quando pessoa física ou jurídica que execute transporte de bens de sua propriedade, por ela produzidos ou comercializados, ou ainda, recebidos em consignação, utilizando veículos de sua propriedade ou sob arrendamento mercantil, não podendo executar transporte de bens mediante remuneração através de frete.

Ao Ministro dos Transportes é facultado determinar medidas restritivas ao registro de novos transportadores, tendo em vista os resultados de avaliações periódicas ou específicas dos níveis de operação do sistema.

Estimativas recentes, baseadas numa amostra de 120.000 veículos levantada pelo GEIPOT, apontam que havia no País 880.475 caminhões efetivamente em circulação em 1982. Para esse mesmo ano, os dados do Cadastro de Veículos e Proprietários apontavam para 972.043 unidades em circulação. Através do levantamento amostral, verificou-se que 9,4% dos veículos já haviam sido sucateados ou desativados.¹ A distribuição percentual da frota pelos diversos tipos de transportadores, segundo esse levantamento do GEIPOT, é apresentada na Tabela 2.1.

TABELA 2.1

DISTRIBUIÇÃO DA FROTA DE CAMINHÕES POR TIPO DE TRANSPORTADOR

	(%)
Autônomo	16,1
Autônomo vinculado a empresa transportadora (ETC)	6,2
Autônomo vinculado a empresa de carga própria (ECP)	4,6
Individual de carga própria	9,2
Empresa de carga própria (ECP)	37,8
Empresa transportadora (ETC)	17,6
Outros	8,5
TOTAL	100,0

FONTE: Estudo sobre o Transporte Rodoviário de Carga - GEIPOT/1984.

¹Estudo sobre o Transporte Rodoviário de Carga - GEIPOT/1984.

A estrutura do setor parece ser bastante desconcentrada, conforme mostra a Tabela 2.1. Não só há empresas industriais, agrícolas, comerciais e de serviços (não especificamente de transporte) que operam frota própria de veículos de carga, como também transportadores autônomos (caminhoneiros) e empresas de transporte comercial (ETC). As relações comerciais entre essas empresas destacadas são, por outro lado, singularmente estreitas. Há transportadores autônomos vinculados tanto a empresas de transporte comercial como a empresas de carga própria. Por exemplo, a participação no custo total de fretes contratados a autônomos por ETC interregionais é de 37% (Reck, 1984). Cerca de 23% dos autônomos operam exclusivamente para ETC, sendo que os demais transportam ora para ETC, ora para empresa de carga própria, ou empresas sem frota.

A Tabela 2.2 apresenta a percentagem, por tipo de transportador, da frota alocada a diversas especializações de serviço. Como o DNER permitia o registro, simultaneamente, em mais de uma especialização de serviço, os dados da tabela referem-se à frota potencial e não à utilizada efetivamente em cada tipo de especialização de transporte. A participação da ECP é predominante em carga frigorificada, transporte de gado em pé, granel sólido; e, a ETC e TCA predominam em cargas fracionadas.

TABELA 2.2
PERCENTUAL DA FROTA CADASTRADA NA ESPECIALIZAÇÃO
DE TRANSPORTE, POR TIPO DE EMPRESA¹

	ETC	TCA	ECP	TCP
Carga geral	21,0	30,0	44,0	5,0
Granel sólido	15,9	21,6	55,5	6,9
Encomendas	21,7	48,0	27,4	2,9
Engradados	21,4	50,7	25,0	2,9
Madeiras em pranchas ou toras	21,8	51,9	23,6	2,4
Veículos	44,6	25,3	29,6	0,5
Gado em pé	22,6	20,8	45,6	11,1
Derivados de petróleo	58,1	18,0	23,9	-
Cargas frigorificadas	34,1	5,6	59,1	1,2

FONTE: RTRC, novembro de 1981.

NOTAS: ¹ As empresas de entrega, coleta e distribuição (EDE) não estão incluídas. Empresa de carga própria (ECP).

² As empresas frotistas de transporte rodoviário de cargas (EFC) foram incluídas nas ETC.

³ Tamanho médio das empresas: ETC - 15,8 veículos; ECP - 7,7; TCP - 1,9; EFC - 2,9; TCA - 1,04.

- Empresas de Carga Própria (ECP)

As ECP são responsáveis por aproximadamente 30% do produto médio de transporte (em toneladas-quilômetro). A decisão de uma empresa de se engajar na produção de serviços de transporte pode-se dever a ausência de oferta de serviços adequados por parte dos transportadores comerciais. Tal pode-se dar tanto em termos de qualidade de serviço, ou pela necessidade de equipamento especializado de transporte ou manuseio da carga, como ainda por menores custos de transporte do que as tarifas cobradas pelos transportadores.

Em princípio a Empresa de Transporte Comercial (ETC) poderia ser mais eficiente que a ECP, pelo seu maior potencial de combinar as necessidades de transporte de diversos usuários, ganhando assim no uso mais intensivo dos equipamentos e em produtividade. Tal fato pode-se dar através de um efeito de port folio com a consolidação das demandas de usuários com fluxos de carga pouco frequentes ou irregulares no tempo. Em contrapartida, as razões geralmente alegadas para justificar a existência das ECP incluem:

- a) As ECP apresentam custos similares aos das ETC.
- b) As ECP podem exercer melhor controle sobre os embarques, fazendo-os adequar da melhor forma possível às suas conveniências na distribuição de seus produtos.
- c) As ECP podem concentrar-se na parte de seus fluxos que são balanceados, i.e., com volumes a transportar aproximadamente iguais nas duas direções, e transferir os fluxos não balanceados às ETC.

De maneira geral, as ECP que atuam no transporte intermunicipal e interestadual concentram-se no transporte de lotes inteiros. Em particular, a ocorrência de ECP é mais frequente quando o transporte ou manuseio da carga exige equipamento especializado (ver Tabela 2.2). O predomínio das ECP se faz notar mais fortemente, entretanto, na distribuição urbana de mercadorias, onde predominam caminhões e comerciais leves, pick-ups, furgões e utilitários. Nesse subsetor as ECP são responsáveis por aproximadamente 50% do produto médio de transporte. Cabe ressaltar que é exatamente na distribuição urbana que o controle dos lotes de carga é maior, assim como a necessidade de um maior planejamento no roteamento dos veículos de entrega/coleta.

- Empresas de Transporte Comercial (ETC)

As empresas de transporte comercial (ETC) utilizaram diretamente, em 1982, 1,7 milhão de metros cúbicos de óleo diesel, isto é, 9% do total consumido no País. Indiretamente, através dos fretes contratados a transportadores autônomos, as ETC foram ainda responsáveis por cerca de 8% do consumo de óleo diesel (assumindo que 35% das receitas dos autônomos se destinem ao pagamento das despesas com este combustível), totalizando 17% no consumo total. Neste ano, as 11.000 ETC empregaram diretamente 220.000 pessoas e faturaram US\$ 6 bilhões.

As ETC são normalmente divididas de acordo com o tipo de rota: fixas ou sem itinerário; e, de acordo com uma variedade de especializações de transporte por produto, incluindo mudanças, móveis, equipamentos pesados, petróleo e derivados, produtos químicos, veículos, materiais de construção, toras de madeira, etc.

As empresas que operam sem itinerário fixo tendem a minimizar operações em terminais, concentrando-se em cargas inteiras, i.e., lotes de carga de um embarcador para um consignatário com volume suficiente para lotar a capacidade de um ou mais caminhões. As ETC que operam com rotas regulares concentram-se tipicamente em lotes de carga fracionada. A consolidação de lotes de carga fracionada em lotes de tamanho econômico para o percurso rodoviário é feita em terminais, após a coleta dos volumes de diversos usuários.

Das 10.971 ETC pesquisadas pela Fundação IBGE, em 1982, 1.834 eram predominantemente de itinerário fixo, e 9.137 sem itinerário regular. A Tabela 2.3 compara os principais indicadores dessas duas classes de empresa.

TABELA 2.3

PRINCIPAIS INDICADORES DE EMPRESAS DE TRANSPORTE

COM E SEM ITINERÁRIO FIXO NO ANO DE 1982

TIPO	Nº DE EMPRESAS	TONELADAS TRANSPORTADAS (10 ⁶ t)	DESPESAS TOTAIS (10 ⁹ Cr\$)*	RECEITAS (10 ⁹ Cr\$)*
Sem itinerário fixo	9 137	224	657	783
Com itinerário fixo	1 834	53	212	244

FONTE: Empresa de Transporte Rodoviário - FIBGE, 1982.

* Dados em Cr\$ de 1982.

- Transportadores Comerciais Autônomos (TCA)

Existem basicamente dois tipos de autônomos: aqueles vinculados às ETC ou ECP, e aqueles que operam sem vínculo, prestando serviços diretamente aos usuários, mas também às ETC e ECP, porém sem se vincular a estas.

Cabe ressaltar que a prestação de serviços do autônomo às empresas é predominantemente às ETC. Estas atuam na produção de serviços, tanto com frota própria como comprando capacidade do TCA. A Tabela 2.4 apresenta a distribuição percentual do custo total entre insumos das ETC, de atuação com âmbito tanto regional quanto inter-regional.

TABELA 2.4

ESTRUTURA DE CUSTO DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE COMERCIAL

(%)

INSUMO	EMPRESA REGIONAL	EMPRESA INTER-REGIONAL
Capital	8,67	5,21
Mão-de-Obra	43,28	38,35
Autônomos	19,22	36,71
Energia	19,29	6,67
Materiais	18,53	13,06

FONTE: Reck, G., "Análise Econômica do Transporte Rodoviário de Carga", EMCA-TER, 1984.

A participação dos autônomos no processo produtivo das empresas ocorre com maior ênfase no transporte inter-regional. Esse fato ocorre, possivelmente, devido à dificuldade de controle da frota própria das empresas nos serviços de transferência de cargas em rotas longas.

A operação combinada da ETC com o TCA proporciona vantagens de substituição de frota própria e insumos complementares. Assim, uma ETC, individualmente, pode minimizar os impactos de flutuações da demanda por serviço, e os riscos de ter sua frota sem a utilização desejada. O TCA atua, então, nesse mercado, como elemento de distribuição de risco. Essa atuação é de vital importância quando se nota que as despesas operacionais respondem pela maior parte dos custos totais da ETC. Este fato, associado a uma estrutura de merca

do competitiva, faz com que as empresas operem com margens de lucro bastante vulneráveis às flutuações de demanda e de custos; pequenas variações nestes fatores podem levar a perdas consideráveis.

2.2 - A Operação de Transporte Rodoviário de Carga

A operação de uma empresa no transporte de carga geral fracionada pode ser descrita conforme se segue:

- a) coletar os lotes de carga dos usuários em caminhões apropriados para esse serviço;
- b) descarregar os lotes de carga no terminal de origem e consolidar lotes em volumes que se aproximem das capacidades dos caminhões que operam no trecho rodoviário;
- c) movimentar os lotes de carga entre origem e destino, com a opção de transbordo, reconsolidação e redespacho em algum terminal intermediário, quando conveniente;
- d) descarregar os lotes de carga no terminal de destino e carregá-los nos caminhões de entrega;
- e) entregar os lotes aos destinatários.

Normalmente, lotes de carga inteiros não passam por terminais, sendo coletados nas dependências dos embarcadores e transportados no mesmo veículo até o consignatário. Embora os passos do processo de transporte sejam individualmente simples, a dificuldade de controle cresce geometricamente com o volume de serviços. Já foi observado, por empresários do setor, que um processamento eficiente da informação (dados e documentos) é tão importante para o sucesso de uma empresa de transporte quanto o uso eficiente de equipamentos e terminais. Uma empresa tipicamente transporta milhões de lotes individuais em milhares de veículos, ao longo de milhões de quilômetros e através de dezenas de terminais. O problema de controle desses lotes e dos equipamentos é uma tarefa de grandes proporções.

Uma empresa média do setor lida continuamente com grandes volumes de carga. A análise individual de cada lote, no que concerne a sua contribuição para os lucros da empresa, seria impossível sem a computação eletrônica. Cada lote tem características individuais, e requer diferentes quantidades de manuseio e espaço. Assim, as empresas líderes do setor já adotaram sistemas computadorizados que analisam a contribuição individual de cada lote para o lucro da empresa. Do lado dos custos, estes são desagregados por atividades específicas e alocados de forma corrente às solicitações de transporte e manuseio. Dessa forma, de posse de informações tanto de receita quanto de custos, a empresa pode dirigir seus esforços de marketing e vendas para usuários com lotes de carga que mais contribuam para o lucro da empresa, assim como para um maior balanceamento das operações.

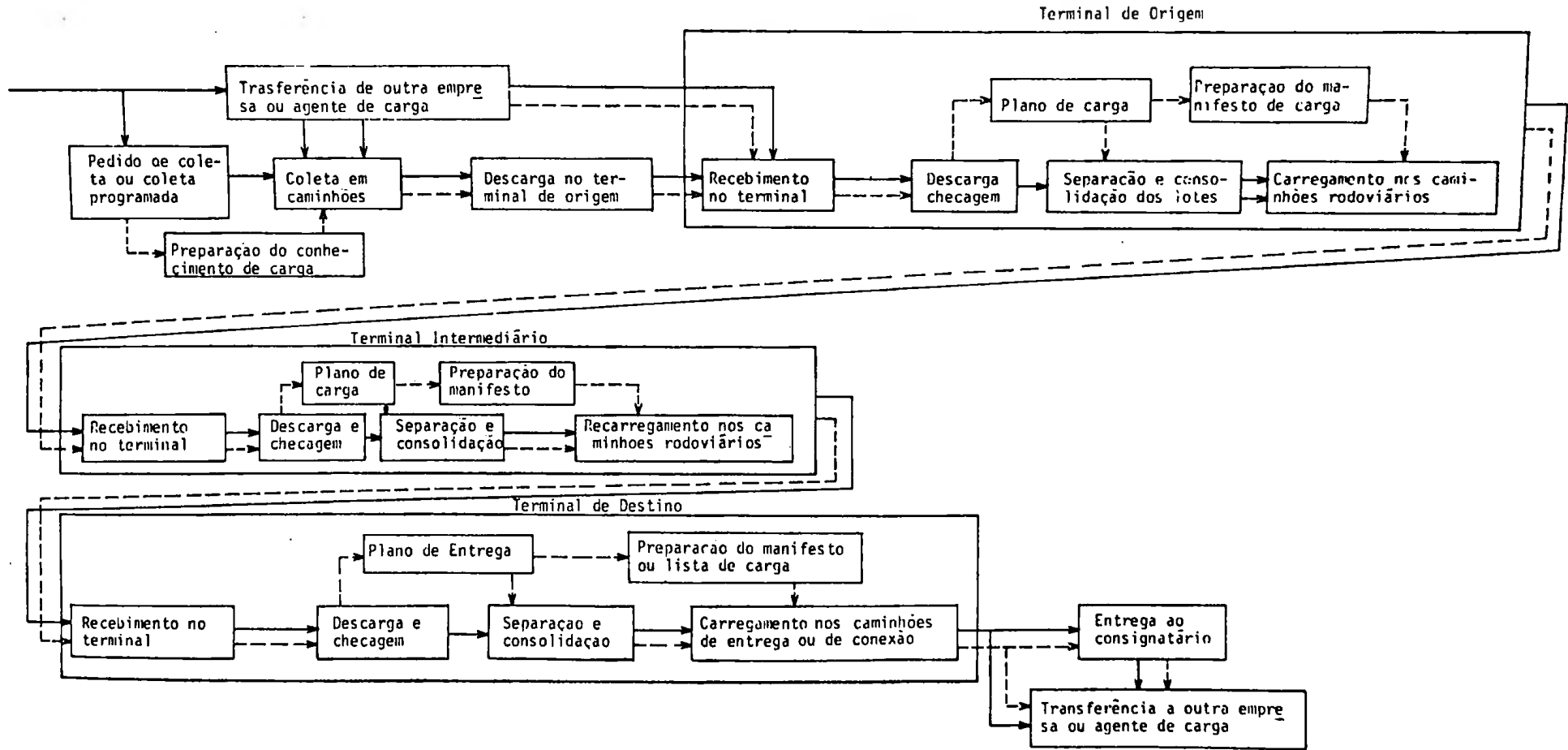
O movimento de um lote de carga fracionada e documentos associados é traçado esquematicamente na Figura 2.1. O diagrama mostra que existem três estágios distintos, mas inter-relacionados, nas operações do TRC: coleta/entrega, manuseio nos terminais, e o movimento rodoviário propriamente.

Dando suporte às três operações acima, há uma variedade de funções secundárias: determinação de tarifas, despachos; seguros e processo de avarias; manutenção; cobrança; marketing e vendas. Embora a tendência da indústria seja de crescente centralização no controle das operações, em muitas empresas essas funções são conduzidas de forma descentralizada, nos diversos terminais e filiais da empresa.

Os terminais são localizados ao longo da malha de operação e devem ser relativamente próximos aos centros onde se concentram os usuários. Os investimentos em terminais constituem uma fração significativa dos custos fixos dos operadores, uma vez que no transporte rodoviário, propriamente, as empresas dispõem da alternativa de comprar capacidade do transportador autônomo. A escolha do tamanho e localização de terminais é, portanto, crucial no sucesso das operações das empresas.

Os terminais operam com maior intensidade à noite. Os lotes de carga são normalmente entregues e coletados durante o dia. Os lotes a serem transportados chegam aos terminais, por sua vez, irregularmente. Isto significa que há períodos de congestionamento e períodos com excesso de capacidade para exe

Figura 2.1 — Visão Esquemática do Fluxo de Lotes de Carga Fracionada no Transporte Rodoviário



Adaptado de Wyckoff e Maister, 1977.

cução dos serviços. Ganhos substanciais de produtividade são observados quando as chegadas dos lotes de carga podem ser programadas, tornando possível um planejamento das operações e uso dos recursos disponíveis com maior antecedência. Tal planejamento pode ser elaborado com a ajuda automação em computadores dos planos de carga e regras de trabalho flexíveis. Essas práticas, no entanto, ainda são muito raras na indústria, mesmo em países mais avançados tecnologicamente. Por exemplo, uma pesquisa realizada em 1982, na Inglaterra, revelou que apenas 2% das empresas inglesas no TRC utilizavam sistemas computadorizados no planejamento do carregamento de veículos. As principais razões encontradas para essa pequena penetração no mercado foram, principalmente, o nível relativamente baixo de instrução da mão-de-obra gerencial e operacional das empresas, e a ausência de sistema computadorizado para o processamento dos pedidos de serviços.¹

Do lado da operação rodoviária, ganhos de produtividade são fruto de uma complexa combinação de veículos mais potentes e, conseqüentemente, mais velozes e com menor tempo de trânsito, e da melhor utilização da capacidade de carga dos veículos. Adicionalmente, os procedimentos de trabalho têm sido gradualmente modificados com vistas a uma maior produtividade dos equipamentos. Nos últimos tempos, já ocorre a prática de viagens onde um só motorista é usado (onde este dirige um determinado número de horas, descansa, e então prossegue viagem), para operações do tipo "ponte" com troca de motoristas em pontos pré-determinados, ou com dois motoristas se revezando ao volante. As operações com troca de motorista requerem um grau de sofisticação consideravelmente maior do que as outras duas opções. Nesse aspecto, ganhos de produtividade são o resultado direto de controles mais sofisticados, despachos e coordenação operacional centralizados (geralmente de um único ponto do sistema), e de sistemas de comunicação altamente integrados.

Nas vendas de serviços, a maioria das empresas lança mão principalmente de vendedores e visitas pessoais aos usuários. Isso, em parte, se dá pela natureza intangível dos serviços de transporte. Os vendedores se baseiam fortemente nas relações interpessoais com os usuários, relações estas cada vez mais estruturadas em termos de uma assistência efetiva aos gerentes de distribuição e tráfego.

¹Sussams, J., "The Future of Computerized Vehicle-Load Planing Systems", J. of Operational Research Society, 35(11), 1984.

Algumas empresas do setor acreditam que uma malha de atuação a mais ampla possível, do ponto de vista regional, é a melhor estratégia de market-ing. As empresas que operam com essas premissas acreditam que sua fatia de mercado entre uma determinada origem/destino será tanto maior quanto for sua malha de atuação. Em parte, essa argumentação é explicada pela preferência dos usuários em lidar com o menor número possível de transportadores, de forma a reduzir o movimento de veículos de coleta/entrega, redespachos entre empresas, e multiplicidade de agentes de contacto.

Outra estratégia possível de mercado é concentrar-se em poucas origens e destinos, com maior especialização. Assim os usuários dessas empresas tendem a ser produtores regionais, em contraste com usuários que vendem para um mercado mais amplo e disperso geograficamente.

2.3 - A Base de Dados

A principal fonte de dados para o estudo é o questionário DS-1 "Empresas de Transporte Rodoviário", levantado anualmente, a partir de 1968, pela Fundação IBGE. Nos anos do Recenseamento Geral este questionário é substituído pelo Questionário IE03 "Transportes", mais abrangente. No Recenseamento Geral de 1980 foram também levantadas informações sobre as empresas de carga própria (ECP) com mais de 10 pessoas ocupadas no respectivo departamento de transporte (1.302 empresas).

As principais classes de informação disponíveis são: investimentos e desinvestimentos no ano; imobilizado técnico e financeiro; pessoal ocupado; salário e outras remunerações; variação do pessoal ocupado; depreciação e amortização; despesas gerais e operacionais; receitas; linhas em tráfego (número e extensão); passageiros e cargas transportadas por tipo de linha, e em linhas sem itinerário fixo; meios de transporte próprios ou arrendados; combustíveis e lubrificantes consumidos; impostos pagos.

Cabe destacar que há variações importantes nos questionários ao longo dos anos. As classes de informação acima são as que constam nos questionários DS-01 utilizados nos anos de 1981 a 1983. Nos anos de 1968 a 1973 um outro tipo de questionário foi utilizado, onde constam apenas uma parte das informações disponíveis para o período 1981/83. De 1974 a 1979 o questionário foi ampliado, porém ainda não incluía certas informações relevantes (consumo

de combustível; depreciação; etc.). Em 1980, ano do Censo, o questionário foi bastante modificado; por um lado, incluiu uma série de informações adicionais e, por outro, excluiu informações extremamente importantes (e.g. sobre as linhas de transporte e carga transportada).

Quanto à qualidade dos dados, não foram realizadas verificações de campo para apurar possíveis problemas. Ao longo do trabalho, no entanto, foram detectados grupos de informação onde era mais frequente o não preenchimento dos campos, predominantemente por empresas de menor porte. Na medida do possível, procuramos discutir, ao longo do texto, que possíveis vieses tal fato pode ter acarretado nos resultados encontrados. Em termos gerais, porém, pode-se esperar que as informações fornecidas sejam um retrato razoável da realidade, em função do período relativamente longo em que o questionário foi continuamente submetido às empresas, e das possibilidades de críticas a erros grosseiros de preenchimento ou digitação.

3 - AS DIMENSÕES DO PRODUTO DE TRANSPORTE

3.1 - Introdução

Estudos mais recentes têm procurado, de diversas maneiras, aperfeiçoar as análises da estrutura produtiva das empresas de transporte. Inicialmente, Spady e Friedlaender (1976) mostraram que a especificação do produto de transporte deveria ser ajustada de maneira a capturar os atributos de qualidade do serviço. Winston e Jara-Díaz (1981) incorporaram na especificação de uma função de custo ferroviária um vetor de produção desagregado por cada um dos pares de origem/destino. Já Harmatuck (1981), Wang e Friedlaender (1981), procuraram diminuir o número de dimensões do vetor de produto agregando-o por tamanho de lote e por distância de percurso.

O reconhecimento explícito da natureza multiproduto do serviço de transporte permite a incorporação na análise da teoria da firma multiproduto, hoje já bastante estabelecida na literatura econômica (ver Bailey e Friedlaender, 1982). Assim, questões tais como a existência e a natureza de monopólios naturais, a magnitude das economias de escala multiproduto, e das economias de escopo (economies of scope) na produção de uma ETC podem ser investigadas. Economias de escala multiproduto indicam o comportamento dos custos quando um

dado vetor de produção tem seus produtos variando na mesma proporção. Essas economias de escala multiproduto são compostas por economias de escopo e por economias de escala específica por produto. Economias de escopo indicam se é mais ou menos custoso produzir um grupo de produtos conjuntamente ou cada produto separadamente. Por outro lado, economias de escala específicas por produto indicam como variam os custos quando varia o nível de produção de apenas um produto.

A análise dessas diversas dimensões do produto de transporte esbarra, invariavelmente, na disponibilidade de dados para a especificação das variáveis relevantes. Nas páginas que se seguem, apresentamos uma discussão das principais dimensões do produto de transporte, se e como nos foi possível incorporar essas dimensões na análise através da especificação de variáveis construídas a partir da base de dados existente. São também apresentados alguns indicadores de desempenho operacional e financeiro das ETC, desagregados por subgrupos definidos de acordo com essas variáveis de interesse.

3.2 - A Heterogeneidade do Setor: Condicionantes Estruturais Impostos pela Demanda

A questão da homogeneidade do produto de transporte é fundamental para o objetivo do nosso estudo. Caso haja diferenças significativas entre o que é produzido pelas ETC, o ideal seria classificar o setor em subgrupos que minimizassem as discrepâncias intragrupais. Em princípio, poderia haver condições para um mercado competitivo num determinado segmento da indústria, enquanto em outros prevalecer um regime de oligopólio ou competição monopolística.

A definição do produto de transporte é uma questão que há muitos anos vem sendo discutida pelos especialistas (ver, por exemplo, Wilson, 1959). Há inúmeras dimensões que podem ser usadas para definir o produto de transporte (Taff, 1969); de uma maneira geral, porém, as consideradas mais importantes são:

a) requisitos quanto ao equipamento de transporte, impostos pelo tipo de produto ou pelo serviço prestado (e.g. refrigeração, equipamento tipo fora-de-estrada);

b) tamanho do lote de carga;

c) distância entre origem e destino;

d) volume e distribuição geográfica da demanda na malha de transporte.

Em função dessas características, as firmas ofertadoras de serviços tomam um conjunto de decisões, tais como a escolha de tipo e quantidade de equipamento, localização de terminais, etc. Como resultado do equilíbrio entre oferta demanda, uma série de parâmetros de nível (ou qualidade) de serviço se definem:

e) tempo de prestação do serviço;

f) variabilidade do tempo de serviço (i.e., confiabilidade no tempo previsto);

g) perdas ou avarias (i.e., confiabilidade quanto à integridade das mercadorias);

h) disponibilidade de espaço nos veículos para a carga (relacionada com o tempo de serviço e sua variabilidade);

i) serviços auxiliares de apoio logístico e informação ao usuário.

3.2.1 - Requisitos Impostos pelo Tipo de Produto ou pelo Serviço Prestado

É de se esperar que as restrições impostas pelas características dos diversos tipos de produtos venham a ser um forte incentivo à especialização das empresas transportadoras. Nos EUA, foi observado que estas tendem a se especializar numa entre três categorias, ou manter divisões operacionais separadas para atender a cada categoria distintamente (Spychalski, 1975):

a) transporte de grandes massas, grãos ou produtos em embalagens especiais;

b) transporte de carga geral inteira ou fracionada, esta última predominando;

c) transporte de carga fracionada dentro de um itinerário e/ou com prazo de entrega pré-estabelecido.

Podemos distinguir duas dimensões dentro das especializações acima. A primeira dimensão seria determinada pelo tamanho do lote de carga, e será discutida na Subseção 3.2.2. A segunda dimensão seria quanto às características físicas do produto e sua embalagem, propriamente. Por exemplo, um caminhão com uma carroceria aberta convencional pode, em princípio, transportar uma variedade de produtos e embalagens, mas já exclui desse conjunto de possibilidades plausíveis as cargas líquidas a granel, cargas frigorificadas, volumes especiais indivisíveis, etc. Assim também, um caminhão-tanque tem sua aplicação restrita ao transporte de um grupo de produtos, o de grânéis líquidos.¹

O questionário DS-01 do IBGE, nossa fonte básica de dados, permite identificar os meios de transporte das empresas de acordo com a seguinte classificação:

a) veículos para passageiros;

b) veículos para carga seca e especial, incluindo caminhões basculantes e semi-reboques para transporte de automóveis (cegonha);

c) veículos para carga líquida ou gasosa;

d) veículos para carga frigorificada.

A partir desses dados podemos classificar as empresas de acordo com o tipo de equipamento predominante, assim como avaliar se o grau de especialização observado aconselha um tratamento diferenciado dos vários grupos de empresas. O critério de classificação foi o tipo de meio de transporte que apresenta a maior capacidade de carga útil: de carga seca ou especial (CS); caminhão basculante (CB); semi-reboque para transporte de automóveis (AT); de carga líquida ou gasosa (CL); ou de carga frigorificada (CF).

¹O manual de preenchimento do formulário para inscrição no extinto RTRC - Registro e Cadastro de Transportadores Rodoviários de Carga, do DNER, apresenta, em seu Anexo 4, uma tabela de adequação de carroçarias às especializações de transporte rodoviário de cargas.

A Tabela 3.1 apresenta o número de empresas por tipo de equipamento e a participação do veículo predominante na capacidade de carga útil total da empresa, para o ano de 1982. Como se observa, há um alto grau de especialização quanto ao tipo de veículo selecionado, tendo o tipo predominante uma participação sempre superior a 86% na capacidade total de carga das empresas. As empresas com predominância de veículos de carga seca despontam com um percentual de 96% para esse tipo de veículo. Esse maior percentual pode ser explicado pelo fato de que o veículo com carroceria convencional (aberta ou fechada) para carga seca é aquele que abrange um maior número de especializações de transporte, assim como atende a um amplo leque de cargas no transporte. Não obstante, os percentuais observados para as demais categorias não se distanciam muito do valor encontrado para a categoria de carga seca, reforçando, portanto, as evidências de especialização das ETC, relatadas por Spychalki para os EUA. Cabe notar que a caracterização de especialização quanto ao tipo de veículo permitida pelo questionário DS-01 está muito aquém daquela possivelmente existente no mercado. Para nossos propósitos neste trabalho, no entanto, julgamos ser suficiente a classificação das empresas quanto ao tipo de veículo/produto dentro dessas cinco opções.

3.2.2 - Tamanho do Lote de Carga

Conforme já mencionado na Subseção 3.2.1, o tamanho do lote de carga é uma das dimensões na qual as empresas tendem a formar especializações. Nos EUA, por exemplo, é conhecido que as maiores empresas de carga geral tendem a se especializar no transporte de carga fracionada. Por outro lado, empresas que operam um serviço caracterizado por rotas irregulares tendem a se concentrar no transporte de lotes maiores, minimizando as operações de consolidação de lotes de carga em terminais.

A operação de consolidação e desconsolidação para a distribuição final de lotes de carga fracionada em terminais é o ponto central da influência do tamanho do lote na estrutura de produção e custos das empresas, e na divisão do mercado do TRC. A consolidação de lotes de carga fracionada num lote econômico para o transporte rodoviário é feita em terminais, envolvendo investimentos fixos de maior risco e prazo de maturação. Essas operações também implicam serviços de coleta e entrega, geralmente em veículos com características técnicas e operacionais distintas daquelas do transporte rodoviário.

TABELA 3.1
DISTRIBUICAO DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE DE CARGA
POR TIPO DE EQUIPAMENTO PREDOMINANTE (1982)

LINHA	VEICULO	NO. EMPRE- SAS	CAPACIDADE DE CARGA - TOTAL	PERCENT. VEICULO DO TIPO PREDOMINANTE
		POR SETOR	POR SETOR	POR SETOR
IE	AT	1	12	100.00
	CB	8	917	78.95
	CF	51	7251	94.68
	CL	153	32090	92.99
	CS	562	143432	96.35
IM	AT	4	2139	90.84
	CB	29	2324	89.33
	CF	47	5118	94.00
	CL	360	27075	90.87
	CS	410	55054	95.50
IN	CF	3	1627	96.93
	CL	1	312	100.00
	CS	8	15370	91.70
MN	CB	26	2021	82.19
	CF	18	560	97.14
	CL	22	801	99.75
	CS	93	8957	98.74
SI	AT	41	17435	86.63
	CB	403	30505	87.09
	CF	769	57793	86.67
	CL	1159	230720	91.57
	CS	6802	817926	96.39
TOTAL		10970	1459439	2038.31

FONTE: QUESTIONARIO DS-01, FUNDACAO IBGE 1982
VALORES EM CRUZEIROS DE 1982

Idealmente, gostaríamos de conhecer a distribuição dos lotes de carga transportados em cada empresa por faixa de peso, assim como a proporção dos lotes manuseados em terminais, vis-à-vis os lotes embarcados nas dependências do usuário e diretamente remetidos para o destinatário final. Infelizmente, essas informações não constam do questionário DS-01. Temos, tão somente, proxies para indicar uma possível concentração maior ou menor de uma empresa no transporte de carga fracionada. Inicialmente, podemos distinguir as empresas de linhas predominantemente fixas das empresas de linhas não regulares. Espera-se que as empresas de linhas mais regulares transportem proporcionalmente mais lotes de carga fracionada.¹ Podemos também associar o valor do imobilizado fixo (i.e. excluindo o imobilizado em material de transporte) por tonelada ou tonelada-quilômetro transportada ao tamanho dos lotes de carga - quanto menores os lotes, maior será o número de lotes por tonelada, maior será a necessidade de manuseio em terminais e, conseqüentemente, maior será o imobilizado fixo por tonelada transportada (ver Tabela 3.2).

O tipo de equipamento definido na Subseção 3.2.1 fornece também indicações quanto ao tamanho do lote médio de carga transportada. As empresas com veículos para carga líquida, automóveis ou com veículos basculantes tipicamente transportam volumes inteiros, seja em rotas com itinerário fixo ou não. Já as empresas de itinerário fixo com veículos predominantemente para carga seca geralmente se concentram no transporte de carga fracionada. Nas empresas de carga frigorificada o tamanho médio do lote de carga varia significativamente com a distância. Para linhas curtas temos basicamente os serviços de distribuição de alimentos perecíveis. Por outro lado, nas distâncias mais longas predominam os movimentos de lotes maiores entre empresas e/ou entrepostos de abastecimento. A Tabela 3.2 apresenta o imobilizado fixo por tonelada e por tonelada-quilômetro transportada para diversos grupos de empresas (classificadas de acordo com as Subseções 3.2.1 e 3.2.3).

¹O ICC - Interstate Commerce Commission, dos EUA, define como lote de carga "inteira" (truckload) aquele com peso acima de 10.000 libras (4.530 kg). No Brasil, a tabela de fretes do CONET (NTC) distingue os lotes de carga comum, de 1 a 4.000 kg, e os lotes de carga industrial, acima de 4.000 kg, dentro da categoria de carga fracionada. A definição do ICC data de 1935, estando ultrapassada. Em geral, toma-se como carga inteira lotes com peso superior a 12-14 toneladas, ou com volume superior a 70% da capacidade dos veículos.

TABELA 3.2
 IMOBILIZADO EM EQUIPAMENTOS E INSTALACOES
 POR TONELADA E TONELADA-QUILOMETRO
 DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE DE CARGA
 POR TIPO DE LINHA E EQUIPAMENTO PREDOMINANTE (1982)

LINHA	VEICULO	NO. EMPRE- SAS	IMOB FIXO =IMBEDF+IMB- MO+IMBINS+I- MBMVU	IMOBILI- ZADO POR EMPRESA	IMOBILI- ZADO POR TONELADA	IMOBILI- ZADO POR TKM
		POR SETOR	POR SETOR	POR SETOR	POR SETOR	POR SETOR
IE	AT	1	0.00	0	0	0.00
	CB	8	188465226.00	23558153	1305	2.15
	CF	51	353515661.00	6931680	416	0.91
	CL	153	1919773608	12547540	632	0.75
	CS	562	16045528391	28550762	972	1.26
IM	AT	4	52996377.00	13249094	21	0.22
	CB	29	105532107.00	3639038	36	0.25
	CF	47	89488019.00	1904000	126	0.45
	CL	360	1087290115	3020250	238	0.90
	CS	410	3495866807	8526504	376	1.92
IN	CF	3	56164188.00	18721396	763	0.35
	CL	1	4835571.00	4835571	1303	0.93
	CS	8	2211112662	2.8E+08	2596	1.28
MN	CB	26	131746202.00	5067162	17	0.76
	CF	18	17383314.00	965740	252	5.65
	CL	22	16616613.00	755301	93	1.99
MN	CS	93	451076515.00	4850285	249	5.32
SI	AT	41	4363741918	1.1E+08	2437	-
	CB	403	1782938492	4424165	90	-
	CF	769	2448139022	3183536	251	-
	CL	1159	8047682693	6943643	207	-
	CS	6802	47219463146	6941997	304	-
TOTAL		10970	90089356647	5.4E+08	12682	210079

FONTE: QUESTIONARIO DS-01, FUNDAÇÃO IBGE 1982
 VALORES EM CRUZEIROS DE 1982

3.2.3 - Fatores Espaciais do Serviço de Transporte

Os fatores espaciais que definem a estrutura de linhas, terminais, filiais e pontos de apoio operacional são fundamentais para a determinação dos custos de transporte. As economias de configuração da malha de transporte se referem às vantagens, em termos de custos, que porventura possam existir em função de um melhor arranjo de linhas, terminais, etc. No exemplo da Figura 3.1.(a), temos do lado direito corredores de transporte independentes, implicando a produção não conjunta de serviços. Já no lado esquerdo da figura, os corredores são conectados, permitindo a produção conjunta de serviços e possíveis vantagens comparativas em termos de custo. Da mesma maneira, vantagens de custo podem ser obtidas através de melhorias na operação da malha de transporte. Para uma malha com a mesma demanda por origem/destino, a opção por diferentes estratégias operacionais e de utilização de veículos pode resultar em custos significativamente diferenciados (ver Figura 3.1 (b)).

Os conceitos relativos à configuração espacial do serviço de transporte são tratados por Lawrence (1976) em termos da extensão e da densidade da malha de transporte. A extensão da malha engloba a dispersão geográfica dos pontos cobertos pelo serviço de uma empresa, enquanto a densidade abrange a parcela de um dado mercado atendida por uma empresa. Podemos ainda incluir a configuração operacional dada ao serviço ao longo da malha de transporte a esse grupo de conceitos que, conjuntamente, podem ser chamados de economias de escopo advindas dos fatores espaciais do serviço de transporte (Chiang, 1981).

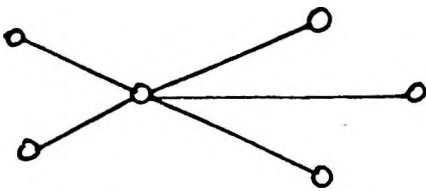
É de importância crucial, para fins de política de regulamentação, se definir a natureza das economias de escala no TRC. Caso haja, por um lado, marcantes economias de configuração da malha de transporte e, por outro, ausência de economias de operação ou com relação ao volume (i.e., quanto à densidade de transporte na malha), o tipo de política preconizada deveria se voltar para a configuração da malha das empresas; por exemplo, atuando na integração de diferentes mercados. Caso se desse o inverso, poder-se-ia pensar em políticas de redução do número de empresas atuando em cada mercado; por exemplo, através de licenças de trânsito e outras barreiras à entrada nos mercados específicos.

Na análise empírica é difícil distinguir entre essas diferentes dimensões das economias de escala no TRC. Exemplificando, na análise de econo-

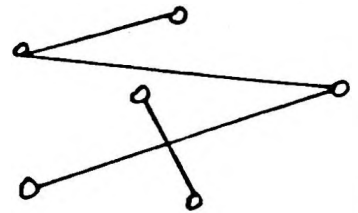
FIGURA 3.1

FATORES ESPACIAIS E CUSTOS DE TRANSPORTE

a) economias na configuração da malha

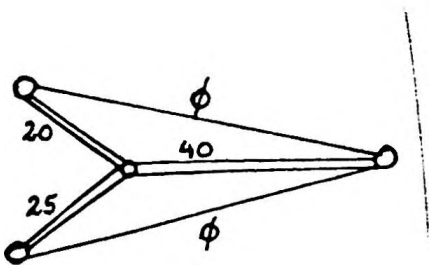


pode ter vantagens sobre

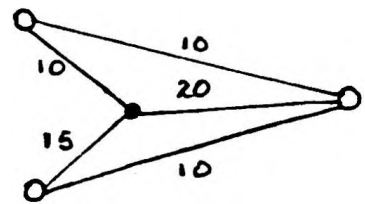


produção conjunta

b) economias operacionais: melhor consolidação de lotes de carga e utilização de equipamento



pode ter vantagens sobre



operação alternativa na malha

adaptado de Chiang, 1981.

mias de volume (densidade), o ideal seria observar empresas atuando entre um único par de origem/destino. Na prática, porém, tal caso é bastante raro, estando todas as dimensões de economias de escala inter-relacionadas. Passamos agora à discussão das principais variáveis que podem ser úteis na verificação empírica dessas economias do TRC.

- Distância de Transporte

Teoricamente, poderíamos ter um carregamento sendo transportado por diversas empresas entre sua origem e o seu destino final. Verifica-se, porém, que tal fato não ocorre com frequência. Primeiramente, para lotes de carga inteiros é tipicamente mais econômico que uma só empresa e um só veículo se encarreguem de todo o transporte. Para lotes de carga fracionada o intercâmbio de carga entre empresas traz uma série de inconvenientes. Por parte dos usuários, há evidências de que estes preferem utilizar empresas que possam prestar todo o serviço entre origem e destino. As razões usualmente alegadas para a não utilização de serviço prestado por mais de uma empresa incluem problemas na localização dos lotes e no recebimento de indenizações a possíveis danos, assim como um pior nível de serviço em geral (principalmente quanto ao tempo de serviço e à probabilidade de danos e avarias).

Isso não significa que serviços combinados sejam sempre inferiores. O transporte realizado por uma única empresa pode envolver tantos transbordos e manuseio da carga quantos os realizados por várias empresas. Ademais, a regularidade e a frequência relativa entre as empresas pode tornar o serviço combinado uma alternativa mais rápida entre um par de origem/destino. No sentido contrário, temos uma relutância comum entre empresas não associadas de cooperarem entre si - em parte devido à competitividade existente em suas atividades. O caso mais discutido de ação conjunta é aquele entre empresas de transporte inter-regional entre pontos-chaves, associadas a empresas regionais de distribuição. As complementaridades existentes parecem claras. Combinando cargas de diversas origens, as empresas de distribuição têm a possibilidade de combinar melhor os diversos lotes entre as possíveis rotas e os diversos destinos, resultando numa maior produtividade dos veículos na distribuição. Por sua vez, as empresas inter-regionais podem ajustar melhor o tipo de veículo utilizado no transporte rodoviário, angariando as economias advindas da operação de veículos maiores e de uma maior especialização dos serviços.

O questionário DS-01 apresenta o número e a extensão total das linhas de uma empresa, discriminados por divisão geográfico-política: linhas municipais (MN); intermunicipais (IM); interestaduais (IE); e internacionais (IN). Em 1982, para um total de 10.970 empresas, 1.796 foram caracterizadas como empresas de linhas com itinerário fixo (IF) e 9.174 empresas de linhas sem itinerário, a partir de um critério de receita. Ou seja, se a receita do transporte de carga em linhas municipais fosse superior a cada uma das receitas nos demais grupos linhas (IM; IE; IN; SI), individualmente, a empresa seria classificada como uma empresa de linhas predominantemente municipais (MN), e assim sucessivamente para os demais grupos de linhas.

Há uma marcante divisão entre as empresas caracterizadas como de itinerário fixo (IF; i.e., de linhas MN, IM, IE ou IN) e aquelas sem itinerário fixo (SI). Em 1982, por exemplo, apenas 2% das receitas operacionais das 1.796 empresas IF foram obtidas no transporte de carga em linhas sem itinerário fixo. As empresas SI, por sua vez, só obtiveram 0,5% de suas receitas em linhas com itinerário fixo. Da mesma maneira, há também um alto grau de especialização por tipo de linha dentre as empresas de linhas com itinerário fixo. A Tabela 3.3 mostra que a percentagem de carga transportada e receita pelo tipo de linha predominante se situa em torno de 75-90%, salvo para dois grupos de empresas.

As razões para essa especialização por tipo de linha trazem de novo à tona as discussões anteriores sobre a importância da distância e do tamanho do lote de carga na definição das características do serviço. Conforme já foi ressaltado anteriormente, as empresas de linhas sem itinerário fixo e de itinerário fixo com equipamento para cargas líquidas, automóveis e basculante tendem a se concentrar no transporte de lotes de carga inteiros. Já as empresas IF de carga seca (CS) concentram-se no transporte de carga fracionada. Na medida em que a distância média de transporte vai aumentando, não só o tamanho médio dos lotes torna-se tipicamente maior, como também cresce a importância relativa do segmento rodoviário sobre o serviço de coleta/entrega dos lotes de carga.

A classificação de empresas por tipo de linha e de equipamentos predominantes permite, portanto, distinguir com certo grau de refinamento essas duas importantes dimensões do TRC: distância e tamanho do lote de carga. A Tabela 3.4 apresenta as evidências de como a extensão média de linha varia por

TABELA 3.3
 PERCENTAGEM DE CARGA TRANSPORTADA E RECEITA
 POR TIPO DE LINHA PREDOMINANTE

LINHA	VEICULO	NO. EMPRE- SAS	PERCE- NT. CARGA PELA LINHA PREDOMI- NANTE	PERCE- NT. RECEI- TA PELA LINHA PRED.
		POR SETOR	POR SETOR	POR SETOR
IE	AT	1	100	100
	CB	8	94	98
	CF	51	79	94
	CL	153	75	88
	CS	562	78	86
IM	AT	4	33	73
	CB	29	89	92
	CF	47	91	86
	CL	360	83	79
	CS	410	85	79
IN	CF	3	94	98
	CL	1	100	100
	CS	8	44	58
MN	CB	26	100	99
	CF	18	88	76
MN	CL	22	99	99
	CS	93	93	89
SI	AT	41	0	.
	CB	403	0	.
	CF	769	0	.
	CL	1159	0	.
	CS	6802	0	.
TOTAL		10970	1425	1495

FONTE: QUESTIONARIO DS-01, FUNDAÇÃO IBGE 1982
 VALORES EM CRUZEIROS DE 1982

TABELA 3.4
EXTENSÃO MÉDIA DAS LINHAS
EM EMPRESAS DE TRANSPORTE DE CARGA
POR TIPO DE LINHA E EQUIPAMENTO PREDOMINANTE (1982)

LINHA	VEICULO	NO. EMPRE- SAS	EXTEN- SAO MÉDIA DAS LINHAS MUNIC- IPAIS	EXTEN- SAO MÉDIA DAS LINHAS INTER- MUN.	EXTEN- SAO MÉDIA DAS LINHAS INTER- EST.	EXTEN- SAO MÉDIA DAS LINHAS INTER- NAC.
		POR SETOR	POR SETOR	POR SETOR	POR SETOR	POR SETOR
IE	AT	1	.	.	2600	.
	CB	8	5	84	643	.
	CF	51	46	408	499	.
	CL	153	44	235	1065	990
	CS	562	29	253	910	2175
IM	AT	4	40	118	1075	.
	CB	29	3	162	1220	.
	CF	47	50	292	491	.
	CL	360	26	223	739	5883
	CS	410	27	179	717	1451
IN	CF	3	.	.	.	2327
	CL	1	.	.	.	1400
	CS	8	.	413	1373	3393
MN	CB	26	22	465	.	.
	CF	18	25	155	391	.
MN	CL	22	47	93	.	.
	CS	93	37	100	414	.
SI	AT	41	5	40	.	.
	CB	403	10	44	.	.
	CF	769	27	171	1605	.
	CL	1159	103	100	952	.
	CS	6802	31	145	843	1150

FONTE: QUESTIONÁRIO DS-01. FUNDAÇÃO IBGE 1982
VALORES EM CRUZEIROS DE 1982

tipo de empresa, de acordo com a classificação proposta. As empresas SI e as empresas IF com veículo predominante do tipo AT, CL ou CB seriam, via de regra, de lotes inteiros. Já as empresas IF com veículos do tipo CS e CF concentrar-se-iam em lotes de carga fracionada, com o tamanho médio dos lotes crescendo com a distância média, especialmente nas empresas do tipo CF.

- Cobertura Geográfica das Linhas

A cobertura geográfica proporcionada por uma empresa de transporte é dada pelo número de pontos conectados por serviço direto. Cobertura geográfica é um conceito que envolve tanto a estrutura de terminais, filiais e pontos de apoio, quanto a estrutura das linhas. Por exemplo, uma linha com início e fim num único terminal pode cobrir vários pontos geográficos. Da mesma forma, se essa linha passar também por um terminal intermediário daria mais possibilidades de atendimento aos mesmos pontos cobertos.

Quanto maior a cobertura geográfica de uma empresa, maiores são as possibilidades dela atender às necessidades dos usuários, diferenciando, assim, seus serviços das demais empresas concorrentes. As vantagens para o usuário proporcionadas por uma empresa com uma cobertura mais ampla começam pela maior possibilidade de prestação do serviço totalmente pela própria empresa, evitando as possíveis desvantagens dos serviços prestados por mais de uma empresa, discutidos anteriormente. Há também uma série de custos de distribuição que podem ser reduzidos através da concentração dos serviços num menor número de transportadoras. Dessa maneira, os custos de transação entre empresas podem ser diminuídos; há possibilidade de uma melhor coordenação dos veículos de coleta/entrega, reduzindo o congestionamento nas dependências do usuário; o usuário pode também repassar parte das tarefas de apartação dos lotes de carga para as transportadoras, assim como controlar melhor seus respectivos desempenhos. Lawrence (1976) encontrou evidências de que a cobertura geográfica é um dos principais determinantes da demanda das empresas de carga fracionada nos EUA. Lá, devido às limitações ora impostas na concessão de linhas às transportadoras, a expansão geográfica de linhas era um dos principais fatores na explicação do crescimento de empresas através da incorporação de concorrentes (mergers).

O questionário DS-01 apresenta informações quanto ao número e extensão das linhas. Não há informações quanto a terminais, filiais ou pontos de a-

poio, nem quanto ao número de pontos servidos em cada linha. Em princípio, podemos esperar que quanto maior o número de linhas e a extensão total destas, maior será a cobertura geográfica de uma empresa, ceteris paribus. A Tabela 3.5 apresenta o número de linhas e a extensão total das linhas por empresa, de acordo com a classificação proposta anteriormente. Pode-se notar que as empresas predominantemente de carga seca fracionada (linhas regulares e veículo CS) oferecem uma cobertura geográfica mais ampla do que as demais, em toda as faixas de classificação.

3.3 - A Diferenciação do Produto de Transporte pela Qualidade do Serviço

3.3.1 - Fatores Temporais do Serviço

A velocidade, a frequência, a confiabilidade e a disponibilidade de serviço são atributos de grande importância para os usuários, na determinação dos seus custos logísticos e para a elaboração de seus programas de distribuição. A velocidade de serviço pode ser definida como o valor esperado do tempo entre a coleta na origem e a entrega ao destinatário final. A variabilidade desse tempo é que define a confiabilidade do serviço. Já a disponibilidade e a frequência são atributos relacionados ao serviço de coleta; a disponibilidade está relacionada com o tempo entre a solicitação de um serviço e a coleta de fato do lote de carga; a frequência por sua vez, está relacionada ao espaçamento de tempo entre visitas no caso de serviços rotineiros de coleta. Outro atributo de grande importância é a capacidade do transportador de adequar seu nível de serviço a solicitações especiais (e.g. serviços "urgentíssimos"), rearranjando sua programação costumeira, de forma a melhor servir certos lotes de carga.

Por parte da empresa de transporte, a qualidade temporal do serviço é influenciada pela tecnologia, gerência e política operacional da empresa. Quanto mais recursos forem empregados para servir uma dada demanda, melhor poderá ser o nível de serviço. Assim também, o custo unitário de transporte será uma função crescente do nível de serviço, ceteris paribus.

Do lado do usuário, os atributos temporais dos serviços são determinantes nas decisões de compra de insumos, produção, estoques e distribuição de produtos acabados. Mercadorias em trânsito representam custos financeiros de estoque, risco de perdas, avarias e deterioração, que crescem diretamente com

TABELA 3.5
INDICADORES DA COBERTURA GEOGRAFICA
DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE DE CARGA
POR TIPO DE LINHA E EQUIPAMENTO PREDOMINANTE (1982)

LINHA	VEICULO	NO. EMPRESAS	NUMERO DE LINHAS - TOTAL	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS (MN IM IE IN)
		POR SETOR	POR SETOR	POR SETOR	POR SETOR
IE	AT	1	1	2600	2600
	CB	8	87	43657	502
	CF	51	4438	2151093	485
	CL	153	758	595983	786
	CS	562	4546	3103300	683
IM	AT	4	28	6819	244
	CB	29	58	10488	181
	CF	47	311	94969	305
	CL	360	1129	312492	277
	CS	410	2671	548633	205
IN	CF	3	11	25600	2327
	CL	1	1	1400	1400
	CS	8	119	156082	1312
MN	CB	26	33	1597	48
MN	CF	18	93	5520	59
	CL	22	69	3400	49
	CS	93	899	58389	65
SI	AT	41	2	45	23
	CB	403	4	107	27
	CF	769	10	2857	286
	CL	1159	16	5027	314
	CS	6802	245	56512	231
TOTAL		10970	15529	7186570	12408

FONTE: QUESTIONARIO DS-01, FUNDAÇÃO IBGE 1982
VALORES EM CRUZEIROS DE 1982

o tempo de trânsito. O nível de estoque médio do destinatário (e algumas vezes do expedidor) são também uma função do tempo de trânsito e de sua variabilidade. Como regra geral, tem-se o estoque médio ótimo como função direta do tempo de trânsito, do seu desvio-padrão, e do desvio-padrão da demanda pelo produto por unidade de tempo (ver Baumol e Vinod, 1970; Milgrím e Das, 1974). Tipicamente, os usuários consideram a consistência (i.e., menos variabilidade) no tempo de trânsito mais relevante do que a velocidade propriamente. Por exemplo, a capacidade de oferecer um serviço de entrega em 48 horas para 95% dos carregamentos é preferível à capacidade de oferecer um serviço em 24 horas para 50% dos carregamentos, em 48 horas para 25% e em 72 horas ou mais para os 25% restantes.

As informações contidas no Questionário DS-01 da Fundação IBGE não incluem medidas diretamente relacionadas com os aspectos temporais do serviço de transporte. Indiretamente, os estudos sobre o setor têm associado medida de valor unitário das mercadorias à qualidade de serviço. A hipótese subjacente é que quanto maior o valor unitário das mercadorias maior será o nível de serviço exigido pelo usuário; hipótese esta ubíqua nos estudos teóricos e práticos de estocagem e distribuição. Embora o Questionário DS-01 não contenha informações relativas ao valor unitário das mercadorias transportadas, apresenta dados relativos ao prêmio de seguros pagos e à despesa com indenizações de avarias. Os prêmios de seguros excluem aqueles destinados aos meios de transporte (discriminado num item à parte, nas Despesas Operacionais). Nossa expectativa é que uma parte significativa desse total seja atribuída ao seguro de mercadorias (RCTR-C, Responsabilidade Civil do Transportador-Carga). O RCTR-C garante a responsabilidade civil do transportador de entregar a mercadoria em perfeito estado; é obrigatório, e sua averbação fiscalizada. As alíquotas variam de 0,04 a 0,32% sobre o valor da carga, em função da quilometragem percorrida. Esperamos, portanto, que a despesa de seguro por tonelada-quilômetro transportada seja uma proxy razoável para o valor médio das mercadorias transportadas, dando alguma indicação da variação na qualidade do serviço prestado entre as empresas.

A Tabela 3.6 apresenta a distribuição das despesas de seguro por tonelada-quilômetro (TKM) das empresas de itinerário fixo.

3.4 - Resumo dos Condicionantes Estruturais Impostos pela Demanda

Para os propósitos do nosso estudo propomos cinco características bã

TABELA 3.6
 DESPESA GERAIS POR TONELADA-KILOMETRO
 EM EMPRESAS DE TRANSPORTE DE CARGA
 POR TIPO DE LINHA E EQUIPAMENTO PREDOMINANTE (1982)

LINHA	VEICULO	NO. EMPRE- SAS	DESPE- SA GERAL POR TKM.
		POR SETOR	POR SETOR
IE	AT	1	0.52
	CB	8	9.41
	CF	51	1.40
	CL	153	0.81
	CS	562	1.59
IM	AT	4	0.91
	CB	29	0.23
	CF	47	1.07
	CL	360	1.57
	CS	410	2.69
IN	CF	3	0.66
	CL	1	1.86
	CS	8	1.12
MN	CB	26	0.53
	CF	18	20.44
	CL	22	3.41
MN	CS	93	8.20
SI	AT	41	-
	CB	403	-
	CF	769	-
	CL	1159	-
	CS	6802	114.53

FONTE: QUESTIONARIO DS-01, FUNDAÇÃO IBGE 1982
 VALORES EM CRUZEIROS DE 1982

sicas para classificar e/ou diferenciar as empresas de transporte rodoviário de carga:

a) tipo de carga ou equipamento predominante (AT, CB, CF, CL, CS);

b) tipo de linha predominante: itinerário fixo (IF) ou sem itinerário (SI); as de itinerário fixo são ainda classificadas em empresas com linhas predominantemente municipais (MN), intermunicipais (IM), interestaduais (IE), ou internacionais (IN). Essa classificação engloba ainda a variável extensão média das linhas;

c) variáveis de extensão total e número de linhas, de maneira a capturar a cobertura geográfica de serviços proporcionada pela empresa;

d) tamanho médio de lote, distinguindo entre empresa de lotes de carga predominantemente inteiros (empresas SI, e IF/CL, IF/CB, IF/AT e IF/CL), e de lotes de carga fracionada (empresas IF/CS e IF/CF). A importância do tamanho de lote deve ainda diminuir com a distância média de transporte;

e) prêmios com seguro de carga por tonelada (ou TKM) que, por serem proporcionais ao valor unitário das mercadorias, devem indicar a qualidade do serviço de transporte.

4 - CONDICIONANTES TECNOLÓGICOS À PRODUÇÃO DE SERVIÇOS DE TRANSPORTE

4.1 - Introdução

No capítulo anterior, pudemos observar que tanto as dimensões impostas pela demanda como as da qualidade do serviço de transporte indicam a necessidade de se diferenciar o produto e as empresas prestadoras de serviços na análise do setor, assim como em propostas de políticas. Neste capítulo abordamos os aspectos relativos à produção, ressaltando os condicionantes que a tecnologia de transporte disponível impõe ao desempenho das empresas e do mercado como um todo. Essa tecnologia pode ser expressa pela demanda por fatores de produção por parte das ETC, e pelas funções que descrevem a alocação e/ou uso desses fatores. Mais especificamente, estaremos buscando, neste capítulo, relatar como se processa nessas empresas a demanda por capital (terminais, instalações, veículos, etc.), e seus substitutos (capacidade de transporte autônoma). Nossa

atenção estará concentrada em estabelecer: (a) se há níveis mínimos de capital para a produção de serviços; (b) como esses níveis variam em função das características do serviço; (c) quais as diversas formas em que se obtêm esses fatores necessários à produção (e.g. veículos e pessoal próprio versus transportador autônomo; bens incorporados ao ativo permanente versus aluguel ou leasing); (d) e até que ponto os equipamentos e as instalações usadas pelo setor são transferíveis para outros setores.

Em última instância, gostaríamos de determinar quais as dimensões das barreiras à entrada de novas firmas no setor, e a mobilidade dos fatores de produção (barreiras à saída). Os resultados encontrados neste capítulo complementarão a base de conhecimentos necessária para analisar a evolução do setor e sua estrutura atual, nas seções que se seguem.

4.2 - A Estrutura do Capital Imobilizado nas ETC

Em termos agregados, o valor imobilizado em material de transporte representava, em 1983, 56% do imobilizado total das 10.542 empresas recenseadas pelo Questionário DS-01. Essa participação vem decrescendo desde 1980 (69%), revelando uma mudança importante na estrutura do setor; a infra-estrutura de apoio ao transporte propriamente dito (e.g., edificações, equipamentos de manuseio de carga, de processamento de dados e comunicação, etc.) vem assumindo um papel cada vez mais preponderante na produção de serviços.

Por outro lado, pode-se perguntar se este processo de crescimento do imobilizado em edificações e equipamentos não de transporte foi fruto de um aumento do transporte de carga fracionada que, por sua vez, requer instalações para a apartação, consolidação e desconsolidação dos lotes de carga. A Tabela 4.1 mostra a estrutura do imobilizado das ETC por tipo de linha e carga predominantes. Nota-se que as empresas de itinerário fixo de carga seca são as que possuem as maiores percentagens de imobilizado em edificações, e as menores em material de transporte. Esse fato poderia ser antecipado em função da maior atuação dessas empresas no transporte de carga fracionada. Em contrapartida, as empresas de carga líquida superam as demais nos investimentos em veículos em quase todas as classes.

TABELA 4.1
 ESTRUTURA DO IMOBILIZADO
 DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE DE CARGA
 POR TIPO DE LINHA E EQUIPAMENTO PREDOMINANTE (1982)

LINHA	VEICULO	NO. EMPRESAS POR SETOR	PER-	PER-	PER-	PER-
			CEN- T. IMO- B. EM EDI- FIC- ACO- ES	CEN- T. IMO- B. EM VEI- CUL- OS	CEN- T. IMO- B. EM T.A- CIO- N.	CEN- T. OUT- RAS IMO- BIL- IZA- COES
			POR SET- OR	POR SET- OR	POR SET- OR	POR SET- OR
IE	AT	1	0	100	0	0
	CB	8	26	54	2	18
	CF	51	17	77	1	6
	CL	153	23	64	7	7
	CS	562	31	52	6	11
IM	AT	4	4	84	3	9
	CB	29	10	75	1	14
	CF	47	4	88	0	8
	CL	360	10	67	16	7
	CS	410	18	68	5	9
IN	CF	3	9	81	0	10
	CL	1	1	96	0	4
	CS	8	49	35	10	6
MN	CB	26	10	71	4	14
	CF	18	2	92	1	6
	CL	22	7	90	1	3
	CS	93	20	59	15	6
SI	AT	41	52	22	16	9
	CB	403	10	76	1	13
	CF	769	9	80	5	6
	CL	1159	13	72	9	6
	CS	6802	15	57	.	.

FONTE: QUESTIONARIO DS-01, FUNDAÇÃO IBGE 1982
 VALORES EM CRUZEIROS DE 1982

4.2.1 - Material Rodante

O material rodante das ETC para o transporte de carga inclui caminhões, pick-ups e utilitários, cavalos-mecânicos, semi-reboques e reboques. Pick-ups, utilitários e caminhões leves e médios (até cerca de 12 toneladas de porte bruto) são utilizados no trabalho de coleta e distribuição, ou para viagens de pequenas distâncias. Caminhões semipesados (tipicamente até 22 toneladas) e cavalos-mecânicos/semi-reboques são utilizados no transporte de médias e longas distâncias e/ou lotes inteiros de carga.

A Tabela 4.2 apresenta a distribuição da frota pelos diferentes tipos de veículos. Esses valores revelam as características da produção de serviços no País. Inicialmente, temos metade da frota das ETC concentrada em caminhões, englobando tanto veículos de coleta e entrega quanto de transporte rodoviário. A relação caminhão/semi-reboque é de 2 para 1; e a relação caminhão/cavalo-mecânico é quase 3 para 1. Em países com maior densidade de tráfego, como os EUA, essas relações são bem mais favoráveis às combinações de cavalo-mecânico associado a semi-reboque ou reboque, chegando-se a 2 cavalos por caminhão para empresas rodoviárias da Classe I nos EUA. Cabe também notar o pequeno número de pick-ups e furgões relativamente ao número de caminhões.

TABELA 4.2

DISTRIBUIÇÃO DA FROTA PRÓPRIA E ARRENDADA POR TIPO DE VEÍCULO

	NÚMERO	CAPACIDADE (t)	CAPACIDADE DE CARGA ÚTIL MÉDIA (t)
Pick-ups e Furgões	8 796	26 850	3,05
Caminhões	61 211	710 575	11,61
Semi-Reboques	28 665	700 287	24,43
Reboques	1 850	37 241	20,13
Cavalos-Mecânicos	20 984	-	-
	121 506	1 474 953	14,67*

FONTE: FIBGE (1984).

* Média, exclui cavalos-mecânicos.

4.2.2 - Capacidade de Transporte Própria Versus o Uso de Transportador Autônomo

O transportador autônomo é um elemento fundamental à produção de serviços por parte das ETC. As despesas com serviços de autônomos representaram 48% das despesas operacionais e 40% das despesas totais (operacionais e não operacionais), em 1982/3. Embora se verifique um declínio no uso do transportador autônomo - em 1974, este representava 65% das despesas operacionais -, seus serviços representam ainda o mais importante item isolado de custo das ETC. Por exemplo, em 1982/3 as despesas com combustível e lubrificante montaram apenas à metade dos gastos com autônomos.

A capacidade de transporte do autônomo é uma substituta para a capacidade de transporte própria, incluindo veículo, mão-de-obra, combustível, manutenção, etc. A Tabela 4.3 compara a participação dos custos de combustível e lubrificante com os custos com autônomos. Observa-se, com clareza, o processo de substituição, na medida em que os valores percentuais sempre variam em sentidos contrários entre as diversas classes de empresas. Inicialmente, notamos que a participação do autônomo é, na média, maior para as empresas sem itinerário fixo. Para estas, a participação do autônomo no custo total (incluindo depreciação e salários) é de 34%, enquanto para as empresas de linhas com itinerário fixo esta percentagem é de 29%. O uso do autônomo aparece com destaque nas empresas de transporte de automóvel e de transporte com veículos basculantes. Há também uma nítida intensificação do uso de autônomo com o aumento da extensão média das linhas (passando de MN para IM, e para IE), para os segmentos de carga líquida, frigorificada e seca (ver também Reck, 1984, para maiores evidências).

4.2.3 - O Tamanho da Frota Própria

O investimento num único veículo certamente não é uma barreira à entrada de novas firmas no setor; no entanto, se uma frota faz-se necessária para a produção do serviço, o investimento em material rodante pode representar uma barreira relevante à instalação de novas firmas. Cabe, contudo, observar que essas necessidades de investimento inicial podem ser atenuadas pela opção por um sistema de arrendamento ou leasing de veículos. De fato, tal prática já é adotada no setor, tendo as despesas com arrendamento de veículos participado

TABELA 4.3
 PARTICIPACAO NO CUSTO TOTAL
 DAS DESPESAS COM COMBUSTIVEIS E AUTONOMOS
 POR TIPO DE LINHA E EQUIPAMENTO PREDOMINANTE (1982)

LINHA	VEICULO	NO. EMPRE- SAS	PARTI- C. CUSTO COMBU- ST. LUBRI- F.	PARTI- C. CUSTO CARRE- TEIROS
		POR SETOR	POR SETOR	POR SETOR
IE	AT	1	56	5
	CB	8	5	31
	CF	51	16	33
	CL	153	18	32
	CS	562	11	33
IM	AT	4	8	58
	CB	29	23	38
	CF	47	23	12
	CL	360	24	15
	CS	410	19	15
IN	CF	3	28	23
	CL	1	35	5
	CS	8	15	35
MN	CB	26	23	35
	CF	18	24	2
MN	CL	22	27	3
	CS	93	15	10
SI	AT	41	7	57
	CB	403	18	40
	CF	769	17	37
	CL	1159	20	30
	CS	6802	15	34

FONTE: QUESTIONARIO DS-01, FUNDAÇÃO IBGE 1982
 VALORES EM CRUZEIROS DE 1982

com 9% das despesas operacionais, correspondendo a 11% do valor imobilizado em material de transporte em 1982.

Como medida para representar o tamanho da frota de veículos podemos utilizar variáveis tais como: número de veículos; capacidade de transporte; valor do imobilizado em material de transporte. O número de veículos apresenta como inconveniente ignorar a capacidade de carga de cada unidade. Esta, por sua vez, ignora que veículos diferentes apresentam valores por unidade de capacidade também diferentes. Essas diferenças entre veículos podem ter origem tanto em suas respectivas capacidades estáticas de carga, como também em suas idades ou horas de uso (e, portanto, capacidade de produção de serviços). O valor do imobilizado em material de transporte não leva em consideração o valor dos veículos arrendados. Este pode, entretanto, ser estimado a partir das despesas com arrendamento.

Uma estimativa para o imobilizado equivalente ao arrendamento de veículos foi realizada, assumindo que as despesas com arrendamento representassem uma remuneração do capital de 13% sobre o valor do veículo novo e completo, somado a uma reserva para reposição do veículo após 72 meses com 20% de valor residual.¹ Esses critérios resultaram numa anuidade correspondente a 19% do valor do veículo, a que foi acrescido 1,5% relativo ao prêmio de seguro do veículo. Comparando com os valores contábeis históricos do imobilizado em frota própria, é possível que estejamos superestimando o imobilizado equivalente para veículos arrendados. No entanto, julgamos que a soma desses dois imobilizados seja a melhor estimativa para o tamanho da frota utilizada pelas empresas.

A partir dessa estimativa, propomos um modelo para explicar o tamanho da frota das empresas. As variáveis explicativas a considerar são: (a) tonelada-quilômetro produzida; (b) tonelada transportada; (c) extensão total, média, e número de linhas; (d) despesas com seguro de mercadorias por tonelada-quilômetro. Tonelada-quilômetro, tonelada e extensão média das linhas são medidas de produto. O valor das toneladas-quilômetro (TKM) movimentadas é obtido pela multiplicação das toneladas transportadas (CGTT) pela extensão média das linhas (EMLT). Devemos incluir no modelo a variável tonelada ou extensão média

¹Ver descrição dos critérios para formação do Índice Nacional de Preços de Transporte - INPT, apurado pela NTC (publicado em Conjuntura Econômica, fev. 1984, pp. 75/78).

das linhas juntamente com TKM, de modo a não cometer um erro de especificação. A utilização exclusiva de TKM como medida de produto assume, implicitamente, que o transporte de uma tonelada por 1.000 quilômetros equivale ao transporte de 1.000 toneladas por um quilômetro. A extensão total ou o número de linhas indicam o grau de cobertura geográfica da empresa. As despesas com seguros de mercadorias por TKM são uma proxy para o valor unitário das mercadorias transportadas e, conseqüentemente, para a qualidade do serviço.

Note-se que não incluímos no modelo uma variável que represente o uso do transportador autônomo como, por exemplo, despesa com este item. Isso porque a capacidade autônoma adquirida pelas empresas é um insumo como outro qualquer e, portanto, torna-se uma variável endógena ao processo de minimização de custo e de seleção dos níveis ótimos de cada fator de produção.

Os resultados das regressões estão apresentados na Tabela 4.4 e no Apêndice A.1. Todas as variáveis significativas têm o sinal correto e o poder de explicação do modelo é bastante razoável para um cross-section com o número de observações disponível. Devemos ressaltar inicialmente as economias de densidade encontradas (coeficiente de TKMIF menor do que a unidade). Segundo o modelo, um aumento de 1% no volume de carga transportado requereria um aumento de frota de apenas 0,65%, para a mesma configuração da malha de transporte e a mesma qualidade de serviço. Da mesma maneira, há economias oriundas da extensão média das linhas: duas empresas em iguais condições de transporte, uma transportando o mesmo valor de TKM em linhas com uma extensão média 1% superior, teria necessidade de 0,43% a menos de veículos. Note-se que esta empresa também transportaria 1% a menos de volume de carga, de modo a mantermos constante o TKM produzido por ambas as empresas. Esse resultado, por sua vez, confirma que ao não incluir a extensão média das linhas na definição do produto de transporte comete-se um erro de especificação. A cobertura geográfica da empresa de transporte tem um impacto direto na necessidade de veículos. Um crescimento de 1% na extensão total das linhas (causado por um aumento no número de linhas, dado que a extensão média é mantida constante), ocasiona um aumento de 0,16% na frota de veículos necessária. Nesse percentual encontrado, espera-se que seja preponderante o efeito da redução da densidade de carga transportada nas linhas. Finalmente, temos o impacto da qualidade de serviço, expressa no modelo pelo coeficiente dos gastos com seguro de mercadorias por TKM. Mercadorias 1% mais valiosas por unidade demandam um tipo de serviço que requer, em média, uma alocação de 0,2% a mais de veículos para servi-las. Não foi encontrada nas es-

TABELA 4.4
 MODELO LOG-LINEAR PARA ESTIMACAO DO TAMANHO DA FROTA DE VEICULOS
 ANO 1982 - VARIAVEIS NA FORMA LOGARITMICA

DEP VARIABLE: IMBMTEQ, IMOBILIZADO EQUIVALENTE EM VEICULOS
 ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	12	919.46811	76.62234239	59.271	0.0001
ERROR	595	769.17932	1.29273836		
C TOTAL	607	1688.64743			
ROOT MSE		1.136987	R-SQUARE	0.5445	
DEP MEAN		16.87539	ADJ R-SQ	0.5353	
C.V.		6.737542			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	7.52009256	0.49738329	15.119	0.0001	INTERCEPT
TKMIF	1	0.64565928	0.03539138	18.243	0.0001	TONELADAS-QUILOMETRO - L. IT. FIXO
EMLNT	1	-0.42552613	0.05745885	-7.406	0.0001	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	0.16411214	0.04322328	3.797	0.0002	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
SGRTKM	1	0.20336002	0.02992767	6.795	0.0001	DESP. C/ SEGURO DE MERCADORIAS POR TKM
DNORTE	1	0.25396374	0.29365003	0.865	0.3875	DUMMY - REGIAO NORTE
DNDEST	1	-0.14737557	0.20420481	-0.722	0.4708	DUMMY - REGIAO NORDESTE
DSUL	1	0.18945847	0.11281307	1.679	0.0936	DUMMY - REGIAO SUL
DCOEST	1	0.17745458	0.26540053	0.669	0.5040	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE
DCL	1	0.03145809	0.13236404	0.238	0.8122	DUMMY - CARGA LIQUIDA PREDOMINANTE
DCF	1	0.22132206	0.22152446	0.999	0.3182	DUMMY - CARGA FRIGORIFICADA PREDOM.
DCB	1	0.23093596	0.34286951	0.674	0.5009	DUMMY - VEICULOS BASCULANTES PREDOM.
DAT	1	-0.04199486	0.66471615	-0.063	0.9496	DUMMY - CARGA AUTOMOVEIS PREDOMIN.

estimações significância estatística para as dummies por tipo de carga ou por região. Os resultados mostraram-se robustos para estimações realizadas com dados de 1981 e 1983, assim como para uma transformação das variáveis do tipo: $\log(\text{variável} + 1)$. Esta transformação evita a eliminação das observações com zeros para algumas das variáveis de estimação, resultando, para o ano de 1982, em 1.771 observações aproveitáveis. Para esse caso, as elasticidades encontradas para as variáveis de extensão média e total das linhas aumentaram significativamente em módulo, provavelmente refletindo o maior impacto desses fatores para firmas de menor porte (ver resultados no Apêndice A.1).¹

4.2.4 - Imobilizado em Edificações, Instalações e Outros Equipamentos

O Questionário DS-01 apresenta o imobilizado discriminado em: (1) edificações e terrenos; (2) máquinas, aparelhos e equipamentos; (3) instalações; (4) móveis e utensílios. Denominamos a soma desses itens de imobilizado fixo, de modo a contrastar com o imobilizado em meios de transporte. O imobilizado fixo participou, em 1982, com 23% do imobilizado total, enquanto os demais itens do imobilizado em concessões, participações acionárias, e imobilização em andamento com 18%.

Em princípio devemos esperar que as empresas de carga fracionada apresentem um maior imobilizado fixo por unidade de produto, ceteris paribus. De fato, a Tabela 3.2 mostrou que as empresas de itinerário fixo de carga seca apresentam um imobilizado fixo, seja por empresa, tonelada ou TKM, maior do que as empresas equivalentes de cargas líquida e frigorificada. De uma maneira geral observa-se, também na Tabela 3.2, um menor valor para o imobilizado fixo total ou unitário das empresas sem itinerário de linha fixo.

É importante caracterizar os determinantes do tamanho requerido para o imobilizado fixo, para uma dada produção de serviços, uma vez que este possui características que tornam seu desinvestimento mais difícil. Por serem mais

¹Somente as empresas de itinerários fixos puderam ser incluídas na amostra de estimação, visto que para as empresas não dispomos, no Questionário DS-01, de informações sobre extensão e número de linhas, ou de TKM transportadas (ver também a Seção 2.4 para maiores detalhes sobre a base de dados).

específicos ao tipo de serviço prestado têm também seu valor de revenda reduzido, sendo, portanto, considerados investimentos de maior risco do que investimentos em veículos. As empresas podem, até certo ponto, recorrer a aluguéis e arrendamentos de edificações, instalações e equipamentos, de modo a atenuar esses riscos. No entanto, espera-se que quanto mais específico for o investimento, maiores prazo de contrato e garantias requererá o arrendador, de modo a diminuir as chances de possíveis interrupções em seu fluxo esperado de rendimentos.

Uma medida adequada para representar o total do imobilizado fixo deve também incluir os fatores alugados ou arrendados. Assumimos que o valor anual das despesas com arrendamentos representassem 2% do valor dos imóveis e 15% do valor das máquinas e equipamentos locados.

Propomos um modelo semelhante ao descrito na subseção anterior para explicar o tamanho do imobilizado fixo equivalente (i.e., o calculado para os fatores arrendados somado ao valor contábil declarado de bens próprios). Os resultados estão apresentados na Tabela 4.5 e no Apêndice A.2, e se assemelham àqueles encontrados na Tabela 4.4. Os efeitos das economias de densidade para o imobilizado fixo são menos intensos do que aqueles estimados para veículos, porém muito significativos do ponto de vista estatístico. O impacto da extensão média das linhas no imobilizado fixo é semelhante àquele encontrado para a frota de veículos. A explicação, neste caso, seria que a infra-estrutura necessária para atender uma mesma cobertura geográfica cresce menos que proporcionalmente à extensão média das linhas. Por outro lado, os impactos tanto da cobertura geográfica como da qualidade de serviço sobre o imobilizado fixo são aproximadamente o dobro daqueles encontrados para veículos. Um maior número de pontos servidos requer uma contrapartida em termos de filiais, terminais, pontos de apoio, equipamentos de comunicação, etc., expresso numa elasticidade de 34% para o imobilizado com relação à extensão de linhas de serviço. Quanto ao efeito para as despesas com seguro por TKM é possível que este esteja em parte também capturando uma variação do tamanho do lote diretamente com o valor unitário das mercadorias. Isto é, quanto maior o valor unitário e as despesas com seguro por TKM, menores serão, na média, os lotes de carga e maiores as chances destes serem manuseados em terminais, de modo a consolidar lotes para o transporte rodoviário. Assim, as necessidades de imobilizado fixo, que são maiores para o caso de transporte de carga fracionada, ficam parcialmente capturadas por esse coeficiente. Quanto às dummies regionais e de tipo de carga encon

TABELA 4.5
 MODELO LOG-LINEAR PARA ESTIMACAO DO TAMANHO DO IMOBILIZADO FIXO
 ANO 1982 - VARIAVEIS NA FORMA LOGARITMICA

DEP. VARIABLE: IMBFEXQ IMOBILIZADO FIXO EQUIVALENTE

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	12	1544.32716	128.69393	35.976	0.0001
ERROR	533	1906.64718	3.57719920		
C TOTAL	545	3450.97434			
ROOT MSE		1.891349	R-SQUARE	0.4475	
DEP MEAN		17.31712	ADJ R-SQ	0.4351	
C.V.		10.92184			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	4.16743364	0.89520869	4.655	0.0001	INTERCEPT
TKMIF	1	0.74145815	0.06447383	11.500	0.0001	TONELADAS-QUILOMETRO - L. IT. FIXO
EMLNT	1	-0.33158055	0.10090272	-3.286	0.0011	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	0.33712398	0.07574696	4.451	0.0001	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
SGRTKM	1	0.37172139	0.05177430	7.180	0.0001	DESP. C/ SEGURO DE MERCADORIAS POR TKM
DNORTE	1	0.01229174	0.18971038	0.025	0.9800	DUMMY - REGIAO NORTE
DNDEST	1	-0.31790597	0.36298384	-0.876	0.3815	DUMMY - REGIAO NORDESTE
DSUL	1	-0.20774987	0.20341747	-1.021	0.3076	DUMMY - REGIAO SUL
DCOEST	1	0.59847937	0.47913560	1.249	0.2122	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE
DCL	1	-1.37323590	0.25492972	-5.387	0.0001	DUMMY - CARGA LIQUIDA PREDOMINANTE
DCF	1	-0.24609857	0.36418361	-0.676	0.4995	DUMMY - CARGA FRIGORIFICADA PREDOM.
DCB	1	0.59923666	0.65272894	0.918	0.3590	DUMMY - VEICULOS BASCULANTES PREDOM.
DAT	1	0.42523114	1.35803508	0.313	0.7543	DUMMY - CARGA AUTOMOVEIS PREDOMIN.

45.

tramos aquela relativa à carga líquida significativa estatisticamente e de magnitude considerável. Tal fato pode ser explicado pela predominância de lotes inteiros no transporte de cargas líquidas. Os resultados são robustos com relação às estimações para os anos de 1981 e 1983 (ver Apêndice A.2). Quando utilizamos a transformação do tipo $\log(\text{variável} + 1)$ todos os coeficientes estatisticamente significativos crescem. Observa-se, nesse caso, um coeficiente para TKMIF de 1,5, revelando que os investimentos fixos crescem mais do que proporcionalmente ao produto. Isso se dá porque as empresas menores, agora incluídas na amostra de estimação, concentram-se mais em lotes de carga inteira que requerem investimentos fixos menores. Como o modelo não controla os efeitos de tamanho de lote, os coeficientes resultam enviesados. Consideramos, assim, o modelo apresentado na Tabela 4.5 mais adequado.

4.3 - A Mobilidade dos Fatores de Produção de Serviços de Transporte Rodoviário de Carga

Fatores facilmente transferíveis para usos alternativos em outras indústrias é uma das condições para o bom funcionamento de um mercado competitivo. Caso os fatores sejam pouco transferíveis, as firmas terão dificuldades em ajustar seus níveis de produção e de custos proporcionalmente às variações nos níveis de demanda, criando condições para situações de competição destrutiva e inadimplência. No caso de transporte, podemos ainda observar outra possível causa na geração de competição destrutiva, qual seja, a existência de custos comuns. O exemplo mais óbvio é no transporte de carga de retorno - uma produção necessariamente conjunta ao transporte de ida. Se uma firma compete num dado segmento de mercado em condições de frete de retorno (i.e., com custos marginais de produção reduzidos), mas este segmento é o de ida de outras firmas, a tendência geral será de que os fretes caiam abaixo de seus custos marginais de longo prazo, comprometendo a estabilidade financeira das firmas que têm nesse segmento uma maior dependência de receitas.

Conforme foi ressaltado na Tabela 4.1, os veículos representam o maior item de investimentos das ETC, variando de 90% do total investido em empresas de transporte de carga inteira até menos do que 40% em empresas de carga fracionada. Veículos têm, em geral, um amplo mercado de revenda e podem ser facilmente transferidos entre regiões, ou transformados para atender outros mercados (e.g., através da mudança do tipo de carroceria utilizado). Em contras-

te, por exemplo, com o setor agropecuário onde não há maneiras pelas quais as firmas, agindo em grupo, possam retirar o capital investido em terras, no TRC o capital investido em veículos tem apenas alguns anos de vida (típicamente entre 3 e 10 anos). Assim, uma redução na taxa de reposição da frota pode rapidamente eliminar capacidade de produção. Ademais, a estreita margem entre receita e despesa operacionais no setor age como um forte incentivo para as firmas variarem o tamanho de suas frotas de acordo com os valores correntes de lucros e capacidade.¹

Contrariamente ao caso de veículos, temos terminais, escritórios, oficinas de manutenção, equipamentos fixos para o manuseio de carga (e.g., pontes-rolante, esteira-rolante, etc.) que são, por um lado, pouco relocáveis e que têm, por outro, vida útil bem mais longa. Esses bens podem representar até 60% do imobilizado das ETC operando com lotes de carga fracionada. Alguns tipos de terminais podem ser adaptados para uso como armazéns. Entretanto, o dimensionamento de terminais modernos é orientado para o fluxo e não para a estocagem de mercadorias, caracterizando-se pelo maior número de entradas e saídas, e uso intensivo de equipamentos automatizados para o manuseio de carga. Estes são, portanto, menos passíveis de adaptação para uso como armazéns. Podem, contudo, servir como centros de distribuição de empresas comerciais ou industriais, de acordo com a tendência da logística atual de substituição de armazéns regionais e locais por tais centros (cf. Taff, 1969; Smykay, 1973).

O arrendamento desses bens fixos aumenta, em parte, a flexibilidade de desinvestimentos nas ETC. Contudo, conforme já observado anteriormente, o período e as exigências contratuais conservam ainda muito das características de imobilidade desse tipo de ativo. Há, inclusive, práticas contábeis que registram esses contratos como obrigações não canceláveis.

Um último fator importante a comentar concerne à questão do risco global inerente à atividade de TRC. Comparando a estrutura de mercado do TRC, no Brasil, com aquelas de outras indústrias, pode-se inferir, pelo simples fato do TRC ser um setor praticamente não regulamentado e com milhares de firmas, que há relativamente mais risco nessa atividade. Até os anos 80, no entanto, o crescimento econômico do país, a ênfase dada ao modo rodoviário e as mudanças

¹Ver Smith (1955) para evidências de que as ETC nos EUA investem da maneira descrita.

tecnológicas no setor que estão aos poucos reduzindo a participação do transportador autônomo no mercado, contribufram para que as ETC atravessassem uma fase de saúde e estabilidade financeira. Já nos últimos anos, o setor foi atingido pelas variações no ritmo da economia. Ao que tudo parece indicar, os fatores de risco serão cada vez mais importantes nas considerações sobre investimentos dos empresários do TRC. Nos níveis atuais de opções, de remuneração e risco dos investimentos em outros setores ou em ativos financeiros, as novas inversões no TRC terão que, certamente, oferecer condições bastante atraentes para valer a pena.

4.4 - Conclusão

Uma ETC com linhas de itinerário fixo, em 1982, teria tipicamente um imobilizado em material de transporte de Cz\$ 530 mil e em instalações fixas e equipamentos de Cz\$ 260 mil (valores em Cz\$ de 1986). Esses valores não representam, sob qualquer critério relevante, uma barreira à entrada de novas firmas. O investimento em veículos, por exemplo, mal daria para comprar o cavalo-mecânico mais barato da linha Saab-Scania, pelo valor de tabela em 1986. Note-se que mais de 25% das empresas reportaram valores de imobilizado fixo igual a zero. Por outro lado, as maiores empresas do setor apresentavam um valor calculado para o imobilizado fixo equivalente de algumas centenas de milhões de cruzados (valor máximo observado de Cz\$ 295 milhões), e em material de transporte várias dezenas de milhões de cruzados (valor máximo observado de Cz\$ 105 milhões).

Ainda assim, os maiores investimentos encontrados no setor são minúsculos quando comparados com os investimentos necessários para empreendimentos de médio porte em outros setores, como ferrovias, siderurgia, navegação oceânica, etc.

Devemos mais uma vez ressaltar o fato de que as pequenas e médias empresas, concentrando-se no transporte de cargas inteiras, apresentam um imobilizado equivalente em veículos, em média, o dobro daquele para instalações fixas. Já para as maiores empresas verifica-se exatamente o contrário, em função da maior participação do transporte de carga fracionada, observando-se um imobilizado fixo equivalente, em média, três vezes superior àquele em veículos.

Mais uma vez, as evidências parecem apontar no sentido de amplas di-

ferências entre as ETC. De um lado temos pequenas empresas que se concentram no transporte de carga inteira, em segmentos específicos do mercado, e com investimentos quase que exclusivamente em veículos. A seguir, teríamos empresas de médio porte que, no caso do transporte de carga fracionada, se concentrariam em linhas específicas, preponderantemente regionais, com baixa e média densidades, apresentando investimentos balanceados entre veículos e instalações. No extremo dessa distribuição, encontramos as grandes empresas de transporte de carga fracionada, servindo uma ampla rede de pontos inter-regionais, e com investimentos fixos superando, por ampla margem, os investimentos em veículos. Em parte, pode-se explicar menor investimento em veículos pelo maior uso do transportador autônomo nas empresas inter-regionais, já destacado anteriormente.

Foram também detectadas economias de densidade significativas tanto para os imobilizados em veículos como em instalações. Por um lado, isso pode indicar possíveis ganhos em termos de custo, obtíveis através de uma redução do número de empresas em cada mercado. Por outro, o crescimento de cada empresa pode estar, em muitos casos, sendo limitado pelo próprio tamanho do mercado (à la Stigler, 1951). A resposta a essa questão, no entanto, necessita de uma análise bem mais abrangente.

5 - A ESTRUTURA DE CUSTO DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA

5.1 - Introdução

Em termos gerais, podemos afirmar que os custos dos serviços de TRC dependem da tecnologia do transporte rodoviário, do nível de preços dos fatores de produção (capital, mão-de-obra, energia, etc.), e das características de serviço exigidas pela demanda. Os condicionantes tanto da demanda por serviços como da tecnologia usada no TRC por serviços foram examinados nos Capítulos 3 e 4, respectivamente. Neste capítulo, propomos discutir: a) os principais componentes da função de custo de uma ETC; b) como seus preços são determinados; c) o comportamento dessa função de custo para os diversos níveis de produção e classes de empresa; d) e, funções de demanda derivada para alguns dos fatores de produção mais relevantes.

Um dos objetivos deste capítulo, é trazer alguma evidência empírica à questão das economias de escala no TRC. A importância dessa questão está no

fato de ela ser o argumento mais relevante nas discussões técnicas sobre os possíveis benefícios econômicos de uma regulamentação do TRC. A curto prazo, as economias de escala (i.e., custo marginal inferior ao custo médio de produção) podem advir de indivisibilidades de custos, tanto causadas pela existência de custos fixos (e.g., terminais, veículos, etc.), como também por custos comuns (e.g., frete de ida/frete de retorno, já discutido no Capítulo 4). No longo prazo, como todos os fatores podem variar, as economias de escala são inerentes à tecnologia de produção, como por exemplo, possibilidades de usar veículos maiores, diferentes tecnologias de manuseio de carga, ou procedimentos operacionais, só viáveis economicamente a partir de um certo volume e/ou composição do produto de transporte.

Os procedimentos para se examinar empiricamente essa questão são tão diversos quanto a própria indústria do TRC. No curto prazo, destacam-se as metodologias que, num extremo, estimam funções de custo, para tal horizonte, geralmente a partir de séries temporais, e noutro extremo, metodologias que se utilizam do juízo (e do bom senso) do analista para decidir se cada item de custo é fixo ou variável no horizonte de interesse.¹ As metodologias para estimar as funções de custo de longo prazo vão das funções de produção/custo extraídas das relações técnicas de engenharia, até funções econométricas geralmente estimadas a partir de dados tipo cross-section.²

A abordagem que seguiremos neste capítulo pode-se denominar como híbrida. Pretendemos descrever e analisar os itens de custo das ETC, seguindo aproximadamente, para o curto prazo, a metodologia proposta por Shirley, examinando o grau de variabilidade desses itens com relação ao nível de produção. Já para o longo prazo, estimamos estatisticamente funções de custo, de maneira a buscar informações à questão de economias de escala, assim como da influência dos condicionantes da demanda que distinguem o produto de transporte, conforme vimos no Capítulo 3.

¹Um dos estudos mais conhecidos utilizando essa metodologia é o de Shirley (1969).

²O estudo clássico de "engineering production functions", visando extrair informações econômicas (elasticidades de substituição entre insumos, economias de escala), é o de Hollis Chenery (1951). Para aplicações em transportes ver de Neufville e Marks (1979), e Moses e Lave (1970).

5.2 - Os Componentes de Custo de uma ETC

Nesta seção iremos analisar os componentes de custo de uma ETC, conforme expresso pelas informações contidas no Questionário DS-01 da Fundação IBGE. Inicialmente, chamamos a atenção para outras metodologias e estudos existentes, destacando, para o caso brasileiro, as tarifas para o TRC publicadas pelo CONET - Conselho Nacional de Estudos de Transporte e Tarifas, da NTC, baseadas em planilhas de custos. Estas se baseiam em relações técnicas de engenharia de transporte (i.e., ciclo do veículo, parâmetros técnicos de operação e depreciação, etc.). Este estudo se distingue dessa abordagem por ter caráter eminentemente empírico. Isto é, as análises e relações estudadas partem de observações da realidade das empresas. Assim, por exemplo, a metodologia do CONET não faz menção ao uso do transportador autônomo, assumindo que todo transporte é feito por frota própria.¹ Na prática, porém, verificamos que o autônomo é o maior item de custo de uma ETC típica. A distinção entre esses métodos de análise pode ser vista, com mais clareza, na Tabela 5.1, que destaca os principais itens de custo das ETC conforme estimado pelo CONET/NTC, e conforme apura do pelo Questionário DS-01.

TABELA 5.1

FORMAÇÃO DO CUSTO DAS ETC, SEGUNDO CONET/NTC E QUESTIONÁRIO DS-01

ITEM DE CUSTO ^a		ITEM DE CUSTO ^b	
a) Salários	13,5	a) Salários e encargos	30,2
b) Depreciação	4,3	b) Capital do veículo	17,2
c) Despesas administrativas	14,0	c) Combustível	15,2
d) Materiais	7,5	d) Materiais	12,7
e) Energia (combustíveis e lubrificantes)	32,9	e) Pneus e câmaras	8,1
f) Outras despesas operacionais	11,5	f) Aluguéis de edificações	5,4
		g) Lucro da empresa	11,2

NOTAS: ^aA partir de dados do Questionário DS-01 (1983).

^bVer formação do Índice Nacional de Preço de Transporte - Conjuntura Econômica, 38(2), fev. 1984.

A estrutura de custo apresentada pelo CONET/NTC na Tabela 5.1(b), mais se coaduna à de uma empresa de transporte de carga fracionada, enquanto o lado esquerdo da tabela exibe valores para a média das 10.542 empresas recenseadas pelo Questionário DS-01.

5.2.1 - Custos Operacionais Numa ETC

Numa ETC os custos operacionais respondem pela maior parcela do custo total.¹ A razão entre custos operacionais e receitas, em alguns casos, pode ir à casa dos 95%. Este fato, associado a um mercado competitivo, faz com que as empresas operem com margens de lucro bastante vulneráveis às flutuações de demanda e de custos - pequenas variações nestes podem levar a perdas consideráveis. A Tabela 5.2 apresenta os itens do custo operacional na forma de percentual da receita operacional, para os anos de 1981/2/3, para a média das empresas tanto de linhas com itinerário fixo (IF) como sem itinerário fixo (SI).²

¹Fica aqui entendido como custo operacional as despesas operacionais e gerais (excluindo-se as despesas financeiras), conforme denominação do Questionário DS-01, salários e encargos sociais, e depreciação. Estão excluídas do custo operacional as despesas financeiras, impostos (ISTR/IST e ISS), e o resultado da conta de correção monetária. Excluimos as despesas financeiras porque estas dependem da forma de financiamento da empresa (i.e., capital próprio versus capital de terceiros). Dada a inflação que vigorou nos anos de 1981/2/3, as despesas financeiras foram aumentadas significativamente, em termos monetários, devido ao pagamento da correção monetária dos empréstimos. Assim, sua inclusão nos custos operacionais poderia distorcer a análise de forma significativa, visto que duas empresas idênticas poderiam apresentar custos operacionais bastante distintos, dependendo da composição do seu passivo.

²Devemos ressaltar que os valores percentuais apresentados na Tabela 5.2, assim como em todas demais tabelas, apresentam números que resultam da divisão de valores obtidos após efetuar-se o somatório das variáveis a dividir, para a respectiva classe de empresa. Portanto, obtêm-se razões de somatórios, como por exemplo, $\frac{\Sigma \text{salários}}{\Sigma \text{receita operacional}}$, onde Σ representa a classe das empresas de itinerário fixo. A alternativa seria obter a média das razões individuais de cada empresa. Este método, no entanto, julgamos inferior, por dar às empresas de menor porte, onde a incidência de erros grosseiros no fornecimento dos dados é maior, um maior peso no cálculo da média global. As razões obtidas pelo método utilizado neste estudo, privilegiam, então, as relações encontradas nas empresas de maior porte.

TABELA 5.2
DISTRIBUICAO DO CUSTO DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE DE CARGA
EM PORCENTAGEM DA RECEITA OPERACIONAL

	LINHA									
	IF					SJ				
	ANO					ANO				
	1974	1977	1981	1982	1983	1974	1977	1981	1982	1983
SALARIOS - TOTAL	12.0	15.1	16.3	16.8	16.1	10.8	12.4	13.4	12.6	12.0
SALARIOS - PROPRIETARIOS E SOCIOS	0.7	0.6	1.7	1.6	1.4	0.7	0.6	1.9	1.7	1.6
SALARIOS - ADMINISTRATIVOS	4.8	5.5	4.8	4.9	4.9	3.4	3.6	3.2	3.0	2.8
SALARIOS - TRAFEGO	5.7	8.2	8.5	9.0	8.6	5.9	7.3	7.1	6.7	6.8
SALARIOS - MANUTENCAO	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8
SALARIOS - OUTROS	.	.	0.4	0.5	0.4	.	.	0.3	0.3	0.3
SALARIOS - GRATIFICACOES	.	.	0.1	0.0	0.0	.	.	0.0	0.0	0.0
DEPRECIACAO E AMORTIZACAO	.	.	4.2	3.8	3.9	.	.	4.6	4.0	4.2
DESPESAS GERAIS - TOTAL	10.3	13.0	11.6	11.3	10.8	10.1	12.7	8.2	7.8	7.7
DESPESAS GERAIS - ALUGUEIS	1.1	1.7	0.9	0.9	0.8	1.0	1.5	0.6	0.6	0.5
DESPESAS GERAIS - LEASING	.	.	0.2	0.2	0.1	.	.	0.2	0.1	0.1
DESPESAS GERAIS - MANUTENCAO	1.2	1.7	0.3	0.3	0.3	1.5	2.2	0.2	0.2	0.2
DESPESAS GERAIS - PUBLICIDADE	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
DESPESAS GERAIS - COMUNICACAO	.	.	0.9	0.9	1.0	.	.	0.7	0.6	0.6
DESPESAS GERAIS - MATERIAL DE LIMPEZA	.	.	0.3	0.3	0.4	.	.	0.2	0.2	0.2
DESPESAS GERAIS - ENCARGOS SOCIAIS	3.4	4.4	4.9	5.3	4.9	3.2	3.6	3.7	3.7	3.7
DESPESAS GERAIS - SEGUROS	1.7	2.0	0.5	0.4	0.4	1.1	1.3	0.2	0.2	0.2
DESPESAS GERAIS - TERCEIROS	0.4	0.6	0.6	0.6	0.5	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5
DESPESAS GERAIS - ENERGIA ELETRICA	.	.	0.2	0.2	0.3	.	.	0.2	0.1	0.2
DESPESAS GERAIS - OUTRAS	.	.	2.4	1.9	1.9	.	.	1.5	1.3	1.3
DESPESAS OPERACIONAIS - TOTAL	51.5	46.4	58.4	59.1	60.5	56.4	54.1	64.8	64.8	66.6
DESPESAS OPERACIONAIS - MAT. CONSUMIDO	7.3	6.4	6.6	6.9	6.4	7.9	7.9	7.7	7.6	7.4
DESPESAS OPERACIONAIS - IMPRESSOS	.	.	0.2	0.2	0.2	.	.	0.1	0.1	0.1
DESPESAS OPERACIONAIS - COMB. LUBRIF.	8.8	10.0	13.4	13.4	13.9	10.0	12.3	15.3	14.6	16.1
DESPESAS OPERACIONAIS - MANUTENCAO TER	.	.	1.9	2.0	1.8	.	.	2.3	2.3	2.3
DESPESAS OPERACIONAIS - TAXAS TERM. ROD	.	.	0.0	0.0	0.0	.	.	0.1	0.0	0.1
DESPESAS OPERACIONAIS - LICENC. VEIC.	.	.	0.5	0.4	0.4	.	.	0.5	0.4	0.4
DESPESAS OPERACIONAIS - SEGUROS MEIO T	.	.	1.9	1.5	1.5	.	.	1.0	1.0	1.0
DESPESAS OPERACIONAIS - CARRETEIROS	33.8	28.2	26.1	27.6	28.5	36.5	31.8	30.7	31.7	32.4
DESPESAS OPERACIONAIS - COMISSOES	.	.	1.1	0.8	1.3	.	.	0.6	0.6	0.8
DESPESAS OPERACIONAIS - INDENIZACOES	.	.	0.8	0.8	0.8	.	.	0.5	0.5	0.5
DESPESAS OPERACIONAIS - ARREND. MEIOS T	.	.	1.7	2.1	1.7	.	.	2.8	2.9	2.8
DESPESAS OPERACIONAIS - ALUGUEL CONTEI	.	.	0.1	0.2	0.1	.	.	0.1	0.1	0.1
DESPESAS OPERACIONAIS - OUTRAS	.	.	4.0	3.3	3.8	.	.	3.0	3.1	2.7
CUSTO OPERACIONAL TOTAL	73.8	74.4	90.5	91.0	91.3	77.3	79.2	91.0	89.2	90.5
RECEITAS TRANSP. CARGA - TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
DESPESAS GERAIS - FINANCEIRAS	2.2	2.2	3.7	3.6	4.5	2.0	3.0	3.5	4.0	5.2
ISTR + ISS	.	.	3.4	3.4	3.4	.	.	3.2	3.1	3.0
IMPOSTO SOBRE TRANSPORTE RODOVIARIO	.	.	3.2	3.2	3.2	.	.	2.8	2.7	2.6
IMPOSTO SOBRE SERVICOS	.	.	0.2	0.2	0.1	.	.	0.4	0.4	0.4
RECEITAS NAO OPERACIONAIS	0.1	0.3	2.4	3.1	3.2	0.3	0.4	3.9	4.3	5.3

Os percentuais na Tabela 5.2 encontram-se desagregados por todos os itens constantes no Questionário DS-01, para os seguintes quesitos: salários, depreciação despesas gerais e despesas operacionais. O custo operacional total corresponde à soma desses quesitos (excluindo-se as despesas financeiras). Abaixo do custo operacional temos despesas financeiras, impostos pagos e receitas não operacionais também como percentual da receita operacional. O questionário utilizado nos anos de 1974 a 1979 difere do utilizado em 1981/2/3, havendo células com valores não disponíveis para os primeiros anos. Deve-se notar que devido à ausência de alguns itens importantes (e.g. depreciação), a razão custo operacional/receita operacional nos primeiros anos é significativamente inferior, ficando na faixa de 75-80%.

Nos anos de 1981/3, em que as informações são mais completas, podemos constatar o alto valor para razão custo/receita operacional que, para a média das empresas IF ou SI, se situa em torno de 91%. Se agregarmos às despesas operacionais os gastos com impostos (sobre o transporte rodoviário e sobre serviços), essa razão passa a oscilar em torno de 94-95%.

As despesas operacionais se constituem no mais relevante item de dispêndio de uma ETC, consumindo de 50 a 70% das receitas operacionais. As maiores percentagens são observadas nas empresas sem itinerário de linhas fixo, onde predominam os lotes de carga inteiros que requerem menos instalações fixas, pessoal de escritório e de terminais. É importante também notar o crescimento da participação dos gastos com despesas operacionais, dos anos 70 para os anos 80, em função, principalmente, das despesas com combustíveis e lubrificantes. Esta evolução deve-se ao preço do diesel que passou, em termos reais, de Cz\$ 2,50/litro em 1974 para Cz\$ 3,50 em 1977 e para Cz\$ 4,50 em 1981/3, aproximadamente.

Dentre todos os itens de despesa, os gastos com transportadores autônomos merecem o maior destaque, absorvendo cerca de 30% das receitas do transporte, o que, por seu turno, representa 50% das despesas operacionais. É através do autônomo que as ETC podem substituir os custos fixos de manter uma frota própria de caminhões por custos variáveis, comprando parte ou toda a capacidade de transporte necessária de autônomos no mercado. Assim, as ETC, com investimentos relativamente pequenos em instalações e equipamentos, podem alavancar suas receitas na capacidade autônoma, possibilitando a obten-

ção de retornos bastante atrativos sobre o patrimônio líquido. Da mesma forma, a capacidade autônoma permite às empresas ajustarem-se mais rapidamente às variações de demanda, no curto prazo.¹

Há uma certa regularidade nas percentagens verificadas para os itens de despesas gerais, salários e depreciação. Cabe observar o baixíssimo percentual da receita operacional gasto com salários (14%), quando comparado com outros países. Nos EUA, por exemplo, as despesas com mão-de-obra chegam a 60% da receita nas empresas de carga geral (Meyer, 1984). Isso pode, em parte, ser explicado pela regulamentação de capacidade e tarifas do setor, existente até 1982, que permitiu repasses de custos uniformes com maior facilidade, como também pela reconhecida agressividade na negociação de acordos salariais do sindicato mais importante do setor a International Brotherhood of Teamsters (cf. Wyckoff e Maister, 1977, p. xlix). São também relativamente reduzidos os percentuais das despesas gerais e com depreciação. Novamente, pode-se constatar a profunda influência que o transportador autônomo tem na estrutura de custos das ETC, permitindo uma diminuição significativa desses gastos com salários, depreciação e despesas gerais, caracterizados por uma maior rigidez quando de variações nos níveis de demanda, no curto prazo.

Outro fato a ressaltar é que a grande participação dos custos operacionais na receita pode levar a profundos impactos alocativos em situações de disparidades de preços ou custos entre empresas concorrentes. Por exemplo a não incidência do imposto sobre transportes (IST) no transporte de carga própria, enquanto incide no transporte por outro tipo de transportador, pode conduzir a uma séria distorção alocativa, inviabilizando a produção de serviços por ETC ou autônomos. Estes poderiam, contudo, numa situação de igualdade, apresentar condições de preços mais favoráveis.²

¹Conforme afirma um executivo do setor: "o carreteiro é o melhor leasing que existe. Só pagamos quando produz e, feito o pagamento, acabaram-se nossas responsabilidades. Não há problema de administração, manutenção de pessoal, e ainda por cima, tem custo 10% menor" (cf. Transporte Moderno, 142, set. 1975, p.27).

²Note-se que a questão da incidência ou não do IST no transporte de carga própria ainda não está esclarecida, sendo esta incidência julgada inconstitucional por muitos juristas, mesmo após a transformação do ISTR em IST. A incidência do antigo ISTR sobre transporte de carga própria já foi julgado inconstitucional pelo Supremo Tribunal Federal.

5.3 - A Variabilidade dos Custos no Curto Prazo

O procedimento utilizado para avaliar a magnitude relativa dos custos fixos e variáveis é o de agregação dos itens de custo descritos na Tabela 5.2. Essa agregação é determinada pelas funções desempenhadas numa ETC, julgando-se por critérios qualitativos, quais os itens de custo que variam e quais que não variam no horizonte de tempo relevante. Este é assumido aqui como sendo um ano e, assim, os custos fixos podem ser definidos como as despesas necessárias para tornar possível manter um dado nível planejado de produção, por esse espaço de tempo. Caso nenhum item de custo possa ser identificado como fixo num dado período, este então passa a ser denominado como o período relevante de longo prazo. O tempo de um ano foi escolhido porque muitos compromissos financeiros são assumidos com esse prazo (ou seus múltiplos), como também por ser esta a frequência dos dados disponíveis.

O grupamento de itens de custo em fixos e variáveis é um processo sujeito a muitas restrições. Enquanto algumas despesas, tais como depreciação ou aluguéis de edificações, são facilmente identificáveis como fixas, dentro do horizonte de planejamento empresarial de um ano, outras como mão-de-obra de tráfego podem ser variáveis para valores acima de um mínimo fixo. Muitos fatores de produção são fixos até um limite, e passam a variar com o nível de produção para valores superiores. Depreciação de veículos é um exemplo típico, com alíquotas dependentes do tempo até um dado patamar de utilização dos veículos, e dependentes da utilização para valores acima desse patamar.¹ Outros custos podem variar direta ou inversamente em relação à demanda (e.g., despesas com publicidade), dentro do horizonte de planejamento em função de decisões gerenciais. A solução adequada a essa questão só pode ser dada através de análise de séries temporais criteriosamente selecionadas por ora não disponíveis. Há, por outra, custos "fixos" que têm seus compromissos expirando ao longo do período de planejamento. A consideração desses itens como sendo integralmente fixos pode levar a uma superestimação dos custos fixos.

¹Esse patamar varia significativamente com as condições de utilização dos veículos: distância média de percurso ; condições de terreno; utilização em estrada ou cidade; etc.; podendo se situar entre 20.000 e 150.000 quilômetros por ano.

a) Depreciação

O baixo valor do imobilizado observado nas ETC, permitido pelo uso ubíquo do transportador autônomo, faz com que os valores médios de depreciação estejam mais próximos de um limite inferior para representar os gastos como o uso do ativo permanente das empresas. É possível que esses valores sejam inflados em situações de excesso de demanda, quando ocorre superutilizações dos equipamentos. Tal não foi o caso para os anos de 1981/2/3 quando o País atravessou uma fase até certo ponto de variação da atividade econômica. Portanto, podemos considerar fixos os percentuais de gastos com depreciação apresentados na Tabela 5.2.

b) Salários

Os salários de proprietários e sócios, assim como os salários de pesoal administrativo podem ser considerados, em grande parte, como fixos. A estrutura administrativa de uma empresa dificilmente pode ser alterada, a curto prazo, em função da demanda. Há normas, procedimentos, "macetes" a serem assimilados por novos funcionários que os tornam pouco produtivos no curto prazo,¹ exatamente onde eles seriam mais necessários. Já a mão-de-obra de tráfego e de manutenção é mais fácil de ser variada com o volume produzido. Para o Brasil, entretanto, dados os altos índices de utilização do transportador autônomo, os valores apresentados para mão-de-obra de tráfego, cujo principal componente pertence à classe de motoristas, devem estar mais próximos do seu limite inferior, sendo então predominantemente fixos.

c) Despesas gerais

As despesas de alugueis, leasing, ou arrendamentos podem ser encaixadas no mesmo raciocínio feito para o caso de depreciação, assim como as despesas com manutenção e com reparação de imóveis e instalações - sendo, portanto, fixas. As despesas com publicidade poderiam ser consideradas, em parte, como variáveis. No entanto, em alguns casos, pode ocorrer um movimento inverso dessas despesas em relação à demanda, com esforços de publicidade se intensificando nas fases de menor volume de tráfego. As despesas com comunicação a-

¹principalmente num ambiente tão dinâmico e com normas pouco formalizadas como no TRC.

presentam muitos componentes que podem ser considerados variáveis com a demanda (e.g., correio, telefone, telex e linhas de transferência de dados tipo RENPAC). Outros podem ser fixos, como linhas de transferência de dados do tipo TRANDATA. Em nossa análise consideramos as despesas com publicidade como fixas e aquelas com comunicação como variáveis. Já as despesas com material de limpeza não há muito o que questionar - são fixas. Os encargos sociais seguem os critérios expostos para salários, e as despesas com seguros gerais seguem os critérios expostos para depreciação de edificações e instalações; sendo ambos os itens fixos. Os demais itens de despesas gerais (serviços de terceiros, energia elétrica, e outras despesas não classificadas) são considerados fixos.

d) Despesas Operacionais

Os itens relativos aos materiais e combustíveis consumidos são predominantemente variáveis com o volume de serviço (materiais, combustíveis e lubrificantes, impressos). Nessa mesma classe podemos incluir as despesas de manutenção prestada por terceiros, taxas de utilização de terminais rodoviários, comissões, indenizações, e outras despesas operacionais. Como fixos, no horizonte de um ano, teríamos despesas com o licenciamento de veículos, seguros dos meios de transporte, arrendamento de veículos, contêineres e outros equipamentos operacionais. As despesas com transportadores autônomos apresentam um caso bastante interessante pelo fato de que muitos autônomos são vinculados a uma empresa, com exclusividade de prestação de serviços. Nesses contratos há, geralmente, garantias quanto à retirada mínima mensal, independentemente do volume de carga movimentada. Naturalmente que quanto mais "exclusivo" for o vínculo empresa/autônomo tanto mais fixas serão essas despesas. A intensidade desse veículo é também função do tipo de serviço prestado: quanto melhor o serviço, em termos de frequência, presteza no atendimento, confiabilidade, etc., mais intensa deverá ser essa vinculação. A solução dessa questão dependeria de um levantamento específico em empresas, o que está fora do escopo deste estudo. Consideraremos, então, que estas despesas são variáveis, dentro do horizonte de planejamento anual.

c) Impostos

Por fim temos os impostos sobre o transporte rodoviário e sobre serviços (ISTR e ISS, respectivamente). O ISTR é variável com o volume de servi-

cos, tamanho da empresa e do município da sede. Como os gastos com impostos são predominantemente com ISTR, consideraremos esse item como variável.

Os custos fixos e variáveis das ETC, por tipo de linha e carga predominantes, estão descritos nas Tabelas 5.3, 5.4 e 5.5, para os anos de 1981/2/3. Os valores são expressos em termos de percentuais da receita operacional. Na Tabela 5.3 os percentuais são apresentados por classe de linha e tipo de veículo predominantes; nas Tabelas 5.4 e 5.5 por classe, linha e carga, respectivamente, de modo a facilitar a leitura da Tabela 5.3. Da Tabela 5.4, depreendemos a variação dos custos fixos inversamente à extensão média das linhas, em todos os anos. Na Tabela 5.5 está ressaltada a predominância dos custos fixos das empresas de carga seca, que operam relativamente mais lotes de carga fracionada. Em todas as tabelas observamos um ligeiro aumento nos custos variáveis de 1981 para 1982/3.

É curioso comparar nossos resultados com aqueles obtidos por Shirley (1969). Pelo seu método, como até certo ponto pelo nosso também, qualquer item de custo não identificado como variável, no período de um ano, foi considerado como fixo. Assim, obteve-se um limite superior para o percentual de custos fixos, atingindo 28%.¹ O percentual mínimo, estimado pela soma de salários e encargos de supervisão, aluguéis, depreciação e taxas fixas, foi calculado em 15%. Encontramos nos anos de 1982/3, para as 9.000 empresas sem itinerário fixo de linha. Para as demais empresas, com linhas de itinerário fixo (IE, IM, IN, MN), os percentuais de custo fixo são, a menos de um único (IN, 1983), todos os superiores, variando de 34 a 46%. As diferenças entre nossos resultados e os de Shirley têm sua origem, principalmente, no fato de ele considerar as despesas com salários, encargos e benefícios de administrativos, de pessoal ligado à manutenção, de trabalhadores de terminais, motoristas e ajudantes como variáveis; e nós como fixos, pelas razões já expostas.

Podemos concluir que, mesmo as empresas transportadoras especializadas em lotes de carga inteiros têm uma parte significativa de seus custos fixa, no curto prazo. É possível, portanto, que em situações de excesso de capacidade, as empresas, levadas a maximizar os excedentes de curto prazo sobre o

¹As empresas examinadas no estudo de Shirley equivaleriam as nossas empresas interestaduais ou intermunicipais de carga geral.

TABELA 5.3
DISTRIBUICAO DO CUSTO DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE DE CARGA
EM PERCENTAGEM DA RECEITA OPERACIONAL
POR TIPO DE LINHA E VEICULO PREDOMINANTE

LINHA	VEICULO	ANO								
		1981			1982			1983		
		NEMP	CUSTO FIXO	CUSTO VARIAVEL	NEMP	CUSTO FIXO	CUSTO VARIAVEL	NEMP	CUSTO FIXO	CUSTO VARIAVEL
IE	AT	2	18	51	1	24	85	2	40	60
	CB	8	27	62	8	49	47	3	15	86
	CF	44	21	63	51	27	67	61	25	74
	CL	151	33	64	153	27	68	120	27	65
	CS	580	36	59	562	35	59	505	35	60
IM	AT	.	.	.	4	18	70	.	.	.
	CB	31	32	65	29	20	64	27	16	71
	CF	39	40	51	47	41	59	53	31	67
	CL	327	31	60	360	30	58	300	25	66
	CS	447	39	56	410	44	53	384	37	57
IN	CF	6	39	62	3	29	63	2	21	54
	CL	1	66	75	1	35	72	.	.	.
	CS	5	28	55	8	30	73	9	25	78
MN	CB	30	30	65	26	26	70	25	41	70
	CF	8	39	51	18	43	51	11	42	39
	CL	21	43	44	22	44	48	18	49	53
	CS	109	44	41	93	48	41	72	48	44
SI	AT	41	29	67	41	21	72	37	27	67
	CB	391	26	66	403	20	68	353	21	69
	CF	634	31	68	769	24	70	1010	21	74
	CL	1165	26	65	1159	27	64	1060	25	70
	CS	6964	31	64	6802	29	63	6490	29	64

FONTE: QUESTIONARIO DS-01, FUNDACAO IBGE 1981/83

TABELA 5.4
DISTRIBUICAO DO CUSTO DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE DE CARGA
EM PORCENTAGEM DA RECEITA OPERACIONAL
POR TIPO DE LINHA PREDOMINANTE

LINHA	ANO								
	1981			1982			1983		
	NEMP	CUSTO FIXO	CUSTO VARIAVEL	NEMP	CUSTO FIXO	CUSTO VARIAVEL	NEMP	CUSTO FIXO	CUSTO VARIAVEL
IE	785	35	60	775	34	60	691	34	61
IM	844	37	57	850	38	56	764	34	60
IN	12	30	56	12	30	72	11	24	76
MN	168	41	46	159	43	48	126	46	52
SI	9195	30	64	9174	28	64	8950	28	66

FONTE: QUESTIONARIO DS-01, FUNDAÇÃO IBGE 1981/83

TABELA 5.5
DISTRIBUICAO DO CUSTO DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE DE CARGA
EM PORCENTAGEM DA RECEITA OPERACIONAL
POR TIPO DE VEICULO PREDOMINANTE

VEICULO	ANO								
	1981			1982			1983		
	NEMP	CUSTO FIXO	CUSTO VARIAVEL	NEMP	CUSTO FIXO	CUSTO VARIAVEL	NEMP	CUSTO FIXO	CUSTO VARIAVEL
AT	43	29	67	46	21	71	39	27	67
CB	460	26	66	466	23	65	408	22	70
CF	731	30	67	888	25	69	1137	22	73
CL	1665	27	64	1695	27	64	1498	25	69
CS	8105	32	62	7875	31	62	7460	30	63

FONTE: QUESTIONARIO DS-01, FUNDACAO IBGE 1981/83

custo variável, negociem tarifas abaixo dos seus custos marginais de longo prazo, sendo levadas a situações de descapitalização e eventualmente abandono do setor. No Brasil, o crescimento econômico, a altas taxas até 1980, tornou essas situações muito pouco prováveis. Já nos últimos anos, temos observado oscilações no movimento geral da economia que insuflaram os interesses dos empresários do TRC por uma maior proteção dos seus mercados.¹ Até que ponto os ganhos de uma maior estabilidade, no curto prazo, podem compensar as perdas econômicas causadas por uma maior concentração de mercado e de comportamento monopolista ou oligopolista dessas empresas, é uma questão a ser ainda resolvida.

5.4 - Estimação de uma Função de Custo para as ETC

5.4.1 - Apresentação do Problema

A importância de se conhecer o comportamento da função de custo de maneira a prever a possível estrutura de mercado de uma indústria, sob diferentes formas de regulamentação econômica, já foi bastante esclarecida e ressaltada na literatura. No seu trabalho seminal, Meyer et. al. (1960) observaram que a indústria do TRC exibia custos unitários aproximadamente constantes. Mais recentemente, estimulados pela tendência à concentração observada no mercado, muitos autores argumentaram que a curva de custo médio do setor deveria se aproximar do formato U-invertido, exibindo retornos constantes para firmas pequenas e economias de escala para firmas de grande porte. Essas economias de escala foram atribuídas, por outros autores, às economias proporcionadas pela maior extensão média das linhas, observada nas empresas de maior porte, quando os custos incorridos com o manuseio dos lotes de cargas em terminais são rateados por uma maior quantidade de toneladas-quilômetros (TKM) produzida.³

Os estudos mais recentes têm se caracterizado por uma maior sofisticação na especificação da forma funcional do modelo de custo (e.g., formas fle

¹Ver seções seguintes sobre evolução e análise da estrutura de mercado das ETC.

²Cf. Dicer, 1971; Ladeson e Stoga, 1974; Wychoff, 1974; Laurence, 1976.

³Cf. Meyer, et. al., 1960; e, Warner, 1965..

xíveis, tipo translog, quadrática), pela incorporação de variáveis que melhor expressem as características do serviço prestado, bem como pela incorporação de restrições tecnológicas no caso de funções de curto prazo.¹ Chiang e Friedaender (1984), por exemplo, argumentam, baseados num modelo de custo, com variáveis de cobertura geográfica estimado para empresas de carga geral, que a natureza das economias de escala e escopo no TRC é a própria dispersão geográfica das operações. Isto é, não são as firmas têm que manter terminais separados espacialmente, como também alocar suas frotas e os lotes de carga nessa malha de modo a minimizar custos. Assim, por um lado, as economias de escala podem ter sua origem no rateio de custos fixos incorridos nos terminais enquanto as economias de escopo, por sua vez, teriam sua origem na existência de carregamentos de diferentes distâncias e origens/destinos que permitem a obtenção de cargas de retorno e melhor utilização dos equipamentos.

Nesta seção, procuraremos especificar uma função de custo de modo a determinar as diferentes capacidades de empresas de competirem no mercado. Devemos, portanto, garantir que nossos resultados sejam fruto das características das empresas, controlando as variáveis que possam ter influência nos seus custos. Quanto à forma funcional escolhida inicialmente - a log - linear -, o critério que prevaleceu foi o de maior facilidade de uso e interpretação. A estimação de modelos de custo para essa mesma base de dados é também objeto de um trabalho específico, ora em curso.

5.4.2 - Especificação da Função de Custo

O ponto de partida da análise é uma função de custo log-linear incorporando uma medida do produto e uma série de medidas sobre as características do serviço. O modelo, em sua forma mais simples, seria expresso por:

$$CSTT = \beta_0 + \beta_1 \cdot TKMIF + \beta_2 \cdot EMLNT + \beta_3 \cdot ELNT + \sum_1 \beta_1 D_1 + u$$

(variáveis na forma logarítmica, e dummies com os valores 0 ou 1) onde:

CSTT = Custo operacional total (salários + depreciação + despesas gerais - despesas financeiras + despesas operacionais);

¹Essas variáveis foram amplamente discutidas nas Seções 3 e 4.

TKMIF = somatório das toneladas-quilômetros, estimadas pela multiplicação da quantidade de toneladas transportadas, por tipo de linha (MN, IM, IE ou IN), pela extensão média da linha correspondente;

EMLNT = extensão média das linhas (extensão total/número total de linhas);

ELNT = extensão total das linhas;

D_1 = dummies regionais.

Adicionalmente, testaremos as seguintes variáveis:

DSGTKM = despesas gerais com prêmios de seguro (excluindo seguros de meios de transporte) por tonelada-quilômetro;

PCTPKUP = percentagem da capacidade de carga da frota constituída por pick-ups e furgões (essa variável é apresentada em percentagem e não na forma logarítmica);

D_j = dummies para tipo de veículo predominante na frota (AT, CB, CE, CL, CS).

A variável PCTPKUP procura captar o efeito do tráfego de lotes de carga fracionada nos custos. As empresas com este tipo de tráfego têm que incorporar em suas frotas veículos que possam realizar os serviços de coleta e entrega, geralmente pick-ups, furgões ou caminhões leves e médios. Esperamos, então, que quanto maior for o tráfego de carga fracionada, tanto maior será a proporção relativa desses veículos com relação à capacidade de carga total da frota. O significado das demais variáveis já foi dissecado nas seções anteriores.

Naturalmente, as variáveis consideradas não exaurem todos os determinantes dos custos de uma ETC. Não incluímos, por falta de dados, o peso médio dos lotes de carga, a dispersão dos lotes pelas origens e destinos, etc. Por outro lado, não incluímos também variáveis relacionadas à utilização da capacidade instalada (e.g., imobilizado ou capacidade de transporte por tonelada transportada), estas disponíveis. Isso porque, essas variáveis poderiam mascara-

rar as possíveis vantagens de firmas maiores de organizar produção e obter ganhos de economias de escala, conforme discutido acima.

No modelo proposto, o coeficiente β_1 representa a elasticidade do custo em relação a variações no montante de serviços produzido, desde que nenhuma das demais variáveis do modelo se altere. No nosso caso, estamos mantendo fixa a extensão média, total e número de linhas, assim como as demais características do serviço e da empresa. Esse coeficiente expressa, então, o impacto no custo de uma variação nas toneladas transportadas, isto é, um crescimento no volume de tráfego pelo sistema de transporte da empresa. Devemos também notar que o modelo proposto assume uma elasticidade constante de escala para todos os tamanhos de firmas. Posteriormente, relaxaremos essa hipótese, examinando a possibilidade da curva de custo médio ser do tipo U, através da criação de dummies para particionamentos da amostra por faixa de receita ou produção, como também através da inclusão de termos quadráticos (i.e., $(\ln TKMIF)^2$; $(\ln EMLNT)^2$; etc.).

A função estimada assume que as empresas, operando em diferentes níveis de produção, tenham ajustado suas respectivas capacidades de produção a seus níveis ótimos, a menos de desvios aleatórios (i.e., a parte não determinada do modelo, para mais ou menos. É possível viesar os resultados da regressão se as empresas de alguma faixa de produção estiverem, por fatores exógenos, trabalhando sistematicamente fora dos seus níveis planejados de produção. Friedman (1962), por exemplo, argumenta que as firmas menores são mais passíveis do que as firmas maiores de serem observadas operando abaixo dos valores ótimos. Se tal acontecer, causado por fatores endógenos a essas empresas, estaríamos observando de fato economias de escala, caso os fatores causadores dessas diferenças sejam exógenos (e.g. há proporcionalmente mais firmas menores numa região que chove mais, o que afeta negativamente suas produtividades), poderemos estar superestimando as economias de escala.¹

5.4.3 - A Base de Dados e os Resultados da Estimação

A base de dados utilizada é formada pelas empresas de itinerário fi-

¹Na verdade, Friedman (1964) não chega a notar que há uma conclusão distinta para fatores exógenos e endógenos como causadores dessas diferenças entre firmas.

xo que responderam ao questionário DS-01, nos anos de 1981/3. As empresas sem itinerário foram excluídas porque para estas não dispomos de informações quanto a extensão e número de linhas, tonelada-quilômetro ou de utilização de veículos. Ao todo dispomos de 5.197 observações que, submetidas a critérios de detecção de erros grosseiros e de exclusão de observações com campos de dados relevantes nulos ou não disponíveis, resultam em 1.529 observações para a estimação.

Para agrupar as observações dos vários anos, podemos proceder de várias formas alternativas. A primeira seria compatibilizar os custos calculados dividindo-os por um índice de preços adequados. A segunda seria deixar que a própria regressão estimasse um fator de multiplicação que diferenciase os custos observados, ceteris paribus, através da introdução de dummies para cada ano. Ambos os métodos assumem que não ocorreram variações relativas de preços relevantes para as decisões das empresas, ou que, por outra, essas variações relativas não tenham sido relevantes, seja por suas respectivas magnitudes, seja pela existência da rigidez tecnológica a substituições entre os fatores de produção. Essa rigidez, aliás, já foi verificada em trabalhos anteriores, para o setor de transporte rodoviário.¹ Julgamos que a hipótese de que os preços relativos relevantes não variaram suficientemente para afetar nossas estimações seja aceitável. Caso contrário deveríamos, na especificação do modelo, incluir variáveis de preço.²

Nos diversos modelos estudados, as dummies foram bastante estáveis, variando 1 a 2% no máximo. Os valores encontrados indicavam que deveríamos dividir os custos de 1982 e 1983 por 1,86 e 4,01, respectivamente, para convertê-los em custos de 1981 (cabe notar que os divisores calculados segundo o IGP-DI seriam 1,96 e 4,98 em cada caso). É curioso notar que o menor divisor encontrado pelo modelo revela que a inflação dos custos de transporte foi 25% menor do que a inflação dos preços da economia em geral. Uma possível explicação já poderíamos antecipar em função dos resultados encontrados anteriormente. Tendo o ano de 1983 sido caracterizado por uma redução da atividade econômica, em

¹Ver Rezende, 1984; Faria, 1986; Swait, 1986.

²Note-se que a variação de preços de que falamos é a relativa. Movimentos nominais de preço, mantidas suas respectivas relações, são irrelevantes para o nosso caso, sendo tratados pelos métodos acima descritos.

geral, é de se esperar que o TRC tenha trabalhado com excesso de capacidade, cobrando tarifas abaixo de seus custos marginais de longo prazo. Os autônomos em particular, que respondem por mais de 30% dos custos das ETC, deveriam estar com tarifas bem próximas de seus custos variáveis, o que, por sua vez, atenuaria os custos de transporte para as ETC.

Os resultados das estimações estão descritos nas Tabelas 5.6 a 5.13. O primeiro modelo (Tabela 5.6) é o mais simples, incluindo apenas, como variáveis explicativas, toneladas-quilômetro, extensão média e total das linhas. Em seguida, tem-se: a) o modelo simples com as dummies por tipo de carga e região (Tabela 5.7); b) o modelo com termos quadráticos (Tabela 5.8) e termos cruzados (Tabela 5.12); os modelos incluindo as variáveis de percentagem de pick-ups e furgões na capacidade de carga da empresa (Tabela 5.9), e de despesas com seguro por tonelada-quilômetro (Tabela 5.10). Temos também o modelo com dummies por faixa de TKM produzida (Tabela 5.11), e as estimações com a amostra segmentada de acordo com o tipo de veículo predominante (Tabela 5.13).

Os resultados são excelentes. O poder de explicação dos modelos é sempre superior a 70%, atingindo num caso 80%, o que chega a ser surpreendente para uma amostra tipo cross-section com mais de 1.500 observações. Todas as variáveis apresentam o sinal correto, com significância estatística quase sempre acima de 99,9% (estatísticas + entre parênteses).

O modelo mais simples (Tabela 5.6) mostra que as toneladas-quilômetro produzidas e a extensão média e total das linhas explicam 71% do custo das 1.529 ETC da amostra; as economias de densidade são significativas. Segundo o modelo, um aumento de 10% na carga transportada, dada a mesma extensão média e total de linhas, levaria a um aumento de apenas 6,1% nos custos. Da mesma forma que nos modelos estimados na seção anterior, empresas com linhas mais longas apresentam custos por TKM bem menores. Esse resultado já era esperado em função de que quanto maior for a distância de transporte, menores serão os custos fixos unitários. Uma maior cobertura geográfica, por seu turno, impõe uma contrapartida em termos de custo: um aumento de 10% na extensão total de linhas leva a um custo total 2,4% superior.

O segundo modelo (Tabela 5.7) mostra que as empresas de carga líquida apresentam custos inferiores às empresas de carga seca. Nas primeiras, predomina o transporte de carga inteira, enquanto nestas últimas as cargas fracio

TABELA 5.6
 RESULTADO DAS ESTIMACOES DE FUNCAO DE CUSTO
 EMPRESAS DE TRANSPORTE RODOVIARIO DE CARGA

DEP VARIABLE: CSTT

CUSTO TOTAL=DSO+DSG+SLR+DPR

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	3	2034.66427	678.22142	1234.179	0.0001
ERROR	1525	838.03734	0.54953268		
C TOTAL	1528	2872.70161			
ROOT MSE		0.7413047	R-SQUARE	0.7083	
DEP MEAN		17.87753	ADJ R-SQ	0.7077	
C.V.		4.146571			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	9.52783255	0.16587224	57.441	0.0001	INTERCEPT
TKMIF	1	0.61004682	0.01477215	41.297	0.0001	TONELADAS-QUILOMETRO - L. IT. FIXO
EMLNT	1	-0.51155032	0.02217191	-23.072	0.0001	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	0.24330318	0.01748510	13.915	0.0001	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL

TABELA 5.7
 RESULTADO DAS ESTIMACOES DE FUNCAO DE CUSTO
 EMPRESAS DE TRANSPORTE RODOVIARIO DE CARGA
 MODELO COM DUMMIES POR REGIAO E TIPO DE VEICULO PREDOMINANTE

DEP VARIABLE: CSTT

CUSTO TOTAL=DSO+DSG+SLR+DPR

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	14	2084.80217	148.91444	286.149	0.0001
ERROR	1514	787.89944	0.52040914		
C TOTAL	1528	2872.70161			
ROOT MSE		0.7213939	R-SQUARE	0.7257	
DEP MEAN		17.87753	ADJ R-SQ	0.7232	
C.V.		4.035198			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR H0: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	14.74196624	0.89742018	16.427	0.0001	INTERCEPT
TKMIF	1	0.01600019	0.13101760	0.122	0.9028	TONELADAS-QUILOMETRO - L. IT. FIXO
EMLNT	1	-0.85301684	0.11807245	-7.225	0.0001	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	0.31045528	0.08020554	3.867	0.0001	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
TKMSQ	1	0.03871931	0.008421416	4.598	0.0001	1/2 * (LOG(TKMIF))**2
EMLSQ	1	0.06405302	0.01981179	3.233	0.0013	1/2 * (LOG(EMLNT))**2
ELNSQ	1	-0.01212928	0.01020974	-1.188	0.2350	1/2 * (LOG(ELNT))**2
DAT	1	0.49393581	0.36272099	1.362	0.1735	DUMMY - CARGA AUTOMOVEIS PREDOMIN.
DCB	1	-0.12029819	0.11724501	-1.026	0.3050	DUMMY - VEICULOS BASCULANTES PREDOM.
DCF	1	-0.08476033	0.10019013	-0.846	0.3977	DUMMY - CARGA FRIGORIFICADA PREDOM.
DCL	1	-0.19481302	0.05754003	-3.386	0.0007	DUMMY - CARGA LIQUIDA PREDOMINANTE
DNORTE	1	0.50167895	0.12369393	4.056	0.0001	DUMMY - REGIAO NORTE
DNDEST	1	-0.23524013	0.07612959	-3.090	0.0020	DUMMY - REGIAO NORDESTE
DSUL	1	0.02659618	0.04681365	0.568	0.5700	DUMMY - REGIAO SUL
DCOEST	1	0.01492307	0.09493572	0.157	0.8751	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE

nadas; daí a explicação para seus custos maiores. A Região Norte apresenta também custos médios superiores à Região Sudeste, e a Região Nordeste custos inferiores a esta. Os coeficientes estimados para as dummies mostram que as diferenças de custo são relevantes: a Região Norte apresenta custos 76% superiores à Região Sudeste; e, as empresas de carga líquida custos 18% inferiores às empresas de carga seca.

O terceiro modelo (Tabela 5.8) incorpora os termos quadráticos, aproximando-se, assim, um pouco mais de uma especificação translog.¹ Os resultados revelam que as elasticidades de escala e com relação à extensão média não são constantes. No caso da elasticidade de escala, inclusive, o termo do primeiro grau é praticamente zero e torna-se não significativo estatisticamente. Podemos observar que as elasticidades de custo variam de 0,36 para a menor empresa da amostra (6.700 TKM produzidas), até 0,82 para a maior empresa da amostra (1,16 bilhão de TKM produzidas), e 0,63 na média (6,88 milhões de TKM produzidas). Note-se que as economias de escala estão longe de serem exauridas mesmo para as maiores empresas da amostra. É curioso comparar nossos resultados com os de Chiang (1981), que estimou uma função de custo translog para o segmento regulamentado dos transportadores de carga geral dos EUA. Chiang obtém resultados que indicam economias de escopo até volumes de produção de 1 bilhão de TKM. A partir desse volume a função exhibe custos unitários ligeiramente crescentes com a escala (as maiores empresas na amostra de Chiang, 1981, transportavam mais de 5 bilhões de TKM anuais).

O termo quadrático para a extensão média das linhas mostra que a elasticidade do custo em relação a esta variável se reduz conforme a extensão média aumenta. Para as empresas com linhas tipicamente municipais com 50 km de extensão média esta elasticidade é -0,60. Já para as empresas inter-regionais, com linhas de até 4.660 km de extensão, essa elasticidade cai para valores em torno de -0,30. O coeficiente do termo quadrático da extensão total da linha não se mostrou estatisticamente significativo.

¹Para uma especificação translog estariam faltando os termos cruzados das variáveis relevantes.

TABELA 5.8
 RESULTADO DAS ESTIMACOES DE FUNCAO DE CUSTO
 EMPRESAS DE TRANSPORTE RODOVIARIO DE CARGA
 MODELO INCLUINDO TERMOS QUADRATICOS

DEP VARIABLE: CSTT

CUSTO TOTAL=DSO+DSG+SLR+DPR

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	14	2084.80217	148.91444	286.149	0.0001
ERROR	1514	787.89944	0.52040914		
C TOTAL	1528	2872.70161			
ROOT MSE		0.7213939	R-SQUARE	0.7257	
DEP MEAN		17.87753	ADJ R-SQ	0.7232	
C.V.		4.035198			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	14.74196624	0.89742018	16.427	0.0001	INTERCEPT
TKMIF	1	0.01600019	0.13101760	0.122	0.9028	TONELADAS-QUILOMETRO - L. IT. FIXO
EMLNT	1	-0.85301684	0.11807245	-7.225	0.0001	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	0.31045528	0.08028554	3.867	0.0001	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
TKMSQ	1	0.03871931	0.008421416	4.598	0.0001	1/2 * (LOG(TKMIF.))**2
EMLSQ	1	0.06405302	0.01981179	3.233	0.0013	1/2 * (LOG(EMLNT))**2
ELNSQ	1	-0.01212928	0.01020974	-1.188	0.2350	1/2 * (LOG(ELNT))**2
DAT	1	0.49393581	0.36272099	1.362	0.1735	DUMMY - CARGA AUTOMOVEIS PREDOMIN.
DCB	1	-0.12029819	0.11724501	-1.026	0.3050	DUMMY - VEICULOS BASCULANTES PREDOM.
DCF	1	-0.08476033	0.10019013	-0.846	0.3977	DUMMY - CARGA FRIGORIFICADA PREDOM.
DCL	1	-0.19481302	0.05754003	-3.386	0.0007	DUMMY - CARGA LIQUIDA PREDOMINANTE
DNORTE	1	0.50167895	0.12369393	4.056	0.0001	DUMMY - REGIAO NORTE
DNDEST	1	-0.23524013	0.07612959	-3.090	0.0020	DUMMY - REGIAO NORDESTE
DSUL	1	0.02659618	0.04681365	0.568	0.5700	DUMMY - REGIAO SUL
DCOEST	1	0.01492307	0.09493572	0.157	0.8751	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE

Em seguida apresentamos dois modelos. O primeiro adiciona à lista de variáveis independentes a percentagem de pick-ups e furgões na capacidade de carga da frota da empresa (Tabela 5.9). A variável tem sinal correto e é significativa estatisticamente ao nível de 99,9%. No segundo modelo, o coeficiente das despesas com seguro por TKM tem o sinal correto e é altamente significativo (Tabela 5.10), apresentando um valor bastante semelhante ao encontrado nas regressões para o imobilizado fixo e em material de transporte. Note que as regressões com essa variável contam apenas com 901 observações.

Foram criadas três variáveis, definidas de acordo com quatro faixas de produção, com igual número de empresas. Estas correspondem a: a) até 2 milhões de TKM; b) de 2 a 7,4 milhões de TKM; c) de 7,4 a 24,8 milhões de TKM; d) e, acima de 24,8 milhões de TKM. Os resultados corroboram as estimações anteriores, mostrando que os valores dos coeficientes decrescem para as empresas maiores, revelando uma redução das economias de densidade com o tamanho das empresas (Tabela 5.11). A magnitude dos coeficientes estimados é cerca de 20% inferior à daqueles que seriam estimados para o modelo com termos quadráticos, superestimando as economias de densidade.

Ainda no sentido de flexibilizar cada vez mais a especificação da forma funcional, foi estimada uma especificação translog completa (Tabela 5.12), acrescentando ao modelo com termos quadráticos, os termos cruzados de TKMIF, EMLNT e ELNT. Nesse modelo o termo cruzado $\ln(\text{TKMIF}) \cdot \ln(\text{EMLNT})$ resultou significativo, enquanto o termo quadrático de TKMIF tornou-se não significativo. Para o ponto médio da amostra a elasticidade de custo estimada é 0,65. Esta diminui com a extensão média das linhas como também com o volume produzido. Para os valores no extremo superior da amostra - as maiores empresas inter-regionais -, a elasticidade de custo calculada é 0,85, exatamente o mesmo valor estimado pelo modelo, só que com termos quadráticos, conforme discutido anteriormente. Outro resultado interessante é que as economias de densidade parecem crescer com a cobertura geográfica. Isto é, empresas produzindo o mesmo volume de serviços em uma malha mais ampla desfrutam economias de escala relativamente maiores. Este resultado, contudo, deve ser visto com cautela, dado que o coeficiente do termo cruzado $\ln(\text{TKMIF}) \cdot \ln(\text{ELNT})$ não foi estatisticamente significativo.

TABELA 5.9
 RESULTADO DAS ESTIMACOES DE FUNCAO DE CUSTO
 EMPRESAS DE TRANSPORTE RODOVIARIO DE CARGA
 MODELO INCLUINDO PORCENTAGEM DE PICKUPS E FURGÕES NA FROTA

DEP VARIABLE: CSTT

CUSTO TOTAL=DSO+DSQ+SLR+OPR

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	15	2090.26305	139.35087	269.463	0.0001
ERROR	1513	782.43856	0.51714379		
C TOTAL	1528	2872.70161			
ROOT MSE		0.7191271	R-SQUARE	0.7276	
DEP MEAN		17.87753	ADJ R-SQ	0.7249	
C.V.		4.022518			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	14.77279863	0.89465059	16.512	0.0001	INTERCEPT
TKMIF	1	0.008664967	0.13062541	0.066	0.9471	TONELADAS-QUILOMETRO - L. IT. FIXO
EMLNT	1	-0.83695885	0.11780513	-7.105	0.0001	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	0.29802174	0.08012467	3.719	0.0002	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
TKMSQ	1	0.03947493	0.008398174	4.700	0.0001	1/2 * (LOG(TKMIF))**2
EMLSQ	1	0.06125834	0.01976826	3.099	0.0020	1/2 * (LOG(EMLNT))**2
ELNSQ	1	-0.01129023	0.01018093	-1.109	0.2676	1/2 * (LOG(ELNT))**2
PCTPKUP	1	0.004600308	0.001415668	3.250	0.0012	PERCENT. CAP. -CARGA PICKUPS FURGÕES
DAT	1	0.50347897	0.36159317	1.392	0.1640	DUMMY - CARGA AUTOMOVEIS PREDOMIN.
DCB	1	-0.11120176	0.11691012	-0.951	0.3417	DUMMY - VEICULOS BASCULANTES PREDOM.
DCF	1	-0.07719679	0.09990242	-0.773	0.4398	DUMMY - CARGA FRIGORIFICADA PREDOM.
DCL	1	-0.18063855	0.05752485	-3.140	0.0017	DUMMY - CARGA LIQUIDA PREDOMINANTE
DNORTE	1	0.51363174	0.12336011	4.164	0.0001	DUMMY - REGIAO NORTE
DNDEST	1	-0.24930004	0.07601361	-3.280	0.0011	DUMMY - REGIAO NORDESTE
DSUL	1	-0.007706402	0.04784555	-0.161	0.8721	DUMMY - REGIAO SUL
DCOEST	1	0.005403685	0.09468274	0.057	0.9545	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE

TABELA 5.10
 RESULTADO DAS ESTIMACOES DE FUNCAO DE CUSTO
 EMPRESAS DE TRANSPORTE RODOVIARIO DE CARGA
 MODELO INCLUINDO SEGURO DE MERCADORIAS POR TKM

DEP VARIABLE: CSTT

CUSTO TOTAL=DSO+DSG+SLR+DPR

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	16	1158.56502	72.41031383	173.663	0.0001
ERROR	884	368.59142	0.41695863		
C TOTAL	900	1527.15645			
ROOT MSE		0.6457233	R-SQUARE	0.7586	
DEP MEAN		18.3303	ADJ R-SQ	0.7543	
C.V.		3.522711			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	11.76805113	1.21233471	9.707	0.0001	INTERCEPT
TKMIF	1	0.28276857	0.17623666	1.604	0.1090	TONELADAS-QUILOMETRO - L. IT. FIXO
EMLNT	1	-0.81319167	0.14846248	-5.477	0.0001	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MM IM IE IN)
ELNT	1	0.20141255	0.10012805	2.012	0.0446	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
TKMSQ	1	0.02572542	0.01100258	2.338	0.0196	1/2 * (LOG(TKMIF))**2
EMLSQ	1	0.07803746	0.02474425	3.154	0.0017	1/2 * (LOG(EMLNT))**2
ELNSQ	1	-0.005464211	0.01222037	-0.447	0.6549	1/2 * (LOG(ELNT))**2
PCTPKUP	1	0.000018899	0.001616353	0.012	0.9907	PERCENT. CAP. CARGA PICKUPS FURGOES
SGRTKM	1	0.20995380	0.01392811	15.074	0.0001	DESP. C/ SEGURO DE MERCADORIAS POR TKM
DAT	1	0.07207731	0.37643745	0.191	0.8482	DUMMY - CARGA AUTOMOVEIS PREDOMIN.
DCB	1	0.08707175	0.17281631	0.504	0.6145	DUMMY - VEICULOS BASCULANTES PREDOM.
DCF	1	0.000336453	0.12858684	0.003	0.9979	DUMMY - CARGA FRIGORIFICADA PREDOM.
DCL	1	-0.10844555	0.07960151	-1.362	0.1734	DUMMY - CARGA LIQUIDA PREDOMINANTE
DNORTE	1	0.50562625	0.13627556	3.710	0.0002	DUMMY - REGIAO NORTE
DNDEST	1	-0.24981434	0.09622292	-2.596	0.0096	DUMMY - REGIAO NORDESTE
DSUL	1	-0.03739402	0.05424002	-0.689	0.4907	DUMMY - REGIAO SUL
DCOEST	1	0.10809332	0.11757666	0.919	0.3582	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE

75.

TABELA 5.11
 RESULTADO DAS ESTIMACOES DE FUNCAO DE CUSTO
 EMPRESAS DE TRANSPORTE RODOVIARIO DE CARGA
 MODELO COM TKM ESTRATIFICADA EM 4 FAIXAS DE PRODUCAO

DEP VARIABLE: CSTT

CUSTO TOTAL=DSO+DSQ+SLR+DPR

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	15	2085.55705	139.03714	267.248	0.0001
ERROR	1513	787.14456	0.52025417		
C TOTAL	1528	2872.70161			
ROOT MSE		0.7212865	R-SQUARE	0.7260	
DEP MEAN		17.87753	ADJ R-SQ	0.7233	
C.V.		4.034597			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	11.29569458	0.38134524	29.621	0.0001	INTERCEPT
TKM1	1	0.48565024	0.03069799	15.820	0.0001	TKMIF<2.078 MIL TKM
TKM2	1	0.49219544	0.02749062	17.904	0.0001	2.078 <TKMIF=<7.358 MIL TKM
TKM3	1	0.50701388	0.02591260	19.566	0.0001	7.358<TKMIF=<24.756 MIL TKM
TKM4	1	0.52518293	0.02381662	22.051	0.0001	TKMIF >24.756 MIL TKM
EMLNT	1	-0.49284872	0.02276378	-21.651	0.0001	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	0.21545873	0.01758314	12.254	0.0001	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
PCTPKUP	1	0.004872802	0.001419222	3.433	0.0006	PERCENT. CAP. CARGA PICKUPS FURGOES
DAT	1	0.51945540	0.36268977	1.432	0.1523	DUMMY - CARGA AUTOMOVEIS PREDOMIN.
DCB	1	-0.03122816	0.11143935	-0.280	0.7793	DUMMY - VEICULOS BASCULANTES PREDOM.
DCF	1	-0.07645272	0.10008933	-0.764	0.4451	DUMMY - CARGA FRIGORIFICADA PREDOM.
DCL	1	-0.19758439	0.05775997	-3.421	0.0006	DUMMY - CARGA LIQUIDA PREDOMINANTE
DNORTE	1	0.53630586	0.12316406	4.354	0.0001	DUMMY - REGIAO NORTE
DNDEST	1	-0.22925666	0.07597248	-3.018	0.0026	DUMMY - REGIAO NORDESTE
DSUL	1	-0.000155382	0.04792886	-0.003	0.9974	DUMMY - REGIAO SUL
DCOEST	1	0.02889133	0.09475500	0.305	0.7605	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE

TABELA 5.12
 RESULTADO DAS ESTIMACOES DE FUNCAO DE CUSTO
 EMPRESAS DE TRANSPORTE RODOVIARIO DE CARGA
 MODELO INCLUINDO TERMOS QUADRATICOS E CRUZADOS

DEP VARIABLE: CSTT

CUSTO TOTAL=DSO+DSG+SLR+DPR

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	17	2088.61611	122.85977	236.761	0.0001
ERROR	1511	784.08550	0.51891826		
C TOTAL	1528	2872.70161			
ROOT MSE		0.7203598	R-SQUARE	0.7271	
DEP MEAN		17.87753	ADJ R-SQ	0.7240	
C.V.		4.029414			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR H0: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	14.66849061	0.90797699	16.155	0.0001	INTERCEPT
TKMIF	1	0.12391150	0.14920804	0.830	0.4064	TONELADAS-QUILOMETRO - L. IT. FIXO
EMLNT	1	-1.12328049	0.17422076	-6.447	0.0001	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	0.32139486	0.13629864	2.358	0.0185	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
TKMSQ	1	0.02098247	0.01383391	1.517	0.1295	1/2 * (LOG(TKMIF))**2
EMLSQ	1	-0.01159285	0.03756116	-0.309	0.7576	1/2 * (LOG(EMLNT))**2
ELNSQ	1	-0.02664929	0.02128693	-1.252	0.2108	1/2 * (LOG(ELNT))**2
TKMEML	1	0.03284607	0.01631081	2.014	0.0442	TERMO CRUZADO - TKMIF*EMLNT
TKMELT	1	-0.003331811	0.01262024	-0.264	0.7918	TERMO CRUZADO - TKMIF*ELNTT
EMLELT	1	0.02678311	0.02289208	1.170	0.2422	TERMO CRUZADO - EMLNT*ELNTT
DAT	1	0.51108844	0.36264645	1.409	0.1589	DUMMY - CARGA AUTOMOVEIS PREDOMIN.
DCB	1	-0.10714698	0.11910637	-0.900	0.3685	DUMMY - VEICULOS BASCULANTES PREDOM.
DCF	1	-0.09077151	0.10011358	-0.907	0.3647	DUMMY - CARGA FRIGORIFICADA PREDOM.
DCL	1	-0.18720938	0.05763385	-3.248	0.0012	DUMMY - CARGA LIQUIDA PREDOMINANTE
DNORTE	1	0.49816825	0.12394169	4.019	0.0001	DUMMY - REGIAO NORTE
DNDEST	1	-0.24246220	0.07606827	-3.187	0.0015	DUMMY - REGIAO NORDESTE
DSUL	1	0.02657706	0.04681263	0.568	0.5703	DUMMY - REGIAO SUL
DCOEST	1	0.01831162	0.09488498	0.193	0.8470	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE

Os modelos finais apresentam resultados de estimações para as empresas de carga líquida e seca (Tabela 5.13). O objetivo é avaliar até que ponto as primeiras empresas, que atuam predominantemente no transporte de lotes inteiros, têm os parâmetros de sua função de custo diferentes das empresas de carga seca, onde há maior participação de lotes de carga fracionada. O primeiro ponto a notar é que as economias de densidade se exaurem bem mais rapidamente nas ETC de carga líquida - aliás, como era de se esperar. Nestas, encontramos retornos constantes de escala na faixa de 2,26 bilhões de TKM, enquanto nas empresas de carga seca os custos constantes só ocorrem para volumes de produção acima de 14 bilhões de TKM. Da mesma forma, os ganhos com maiores extensões médias das linhas decrescem mais rapidamente para as empresas de carga líquida. Para os valores superiores de EMLNT, encontrados nas empresas inter-regionais, as elasticidades são semelhantes para os tipos de empresa CS e CS (= -0,35). Para as distâncias tipicamente municipais, no entanto, há maiores ganhos com o crescimento de EMLNT para as empresas de carga líquida; possivelmente proporcionados por uma utilização relativamente melhor dos veículos. Os impactos da cobertura geográfica para as empresas de carga líquida são bastante acentuados para as empresas com pouca extensão total de linha, mas decrescem também rapidamente, chegando a se anular para valores próximos ao percentil de 95% da amostra. Esse resultado é devido, possivelmente, a uma maior especialização das empresas com pouca cobertura geográfica, e ao maior impacto, portanto, de uma expansão no leque de suas atividades.

5.5 - A Demanda por Óleo Diesel nas ETC

As funções de demanda por um fator de produção podem ser derivadas através da diferenciação da função de custo em relação ao preço desse fator. Obtém-se, assim, para uma especificação genérica, uma função dependente dos preços dos insumos, do volume produzido e dos condicionantes exógenos à produção (e.g., extensão média das linhas). Da mesma maneira que procedemos para a função de custo, partimos de uma especificação mais simples - log-linear -, procurando, em seguida, testar tanto a influência de novas variáveis bem como de formas funcionais menos restritivas.

Dado o volume pouco significativo de outros combustíveis utilizados, consideramos como variável dependente a quantidade consumida de óleo diesel, em metros cúbicos, como variável dependente. A base de dados é a mesma que foi utilizada para a estimação da função de custo, na subseção anterior.

TADELA 5.13
 RESULTADO DAS ESTIMAC0ES DE FUNCAO DE CUSTO
 EMPRESAS DE TRANSPORTE RODOVIARIO DE CARGA
 AMOSTRA POR TIPO DE VEICULO PREDOMINANTE

CARGA+CL

DEP VARIABLE: CSTT CUSTO TOTAL=DSO+DSG+SLR+DPR

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	11	113.25024	10.29620381	33.098	0.0001
ERROR	62	19.28723845	0.31108449		
C TOTAL	73	132.54548			
ROOT MSE		0.5577495	R-SQUARE	0.8545	
DEP MEAN		18.21074	ADJ R-SQ	0.8287	
C.V.		3.062751			

NOTE: MODEL IS NOT FULL RANK. LEAST SQUARES SOLUTIONS FOR THE PARAMETERS ARE NOT UNIQUE. SOME STATISTICS WILL BE MISLEADING. A REPORTED DF OF 0 OR 8 MEANS THAT THE ESTIMATE IS BIASED. THE FOLLOWING PARAMETERS HAVE BEEN SET TO 0, SINCE THE VARIABLES ARE A LINEAR COMBINATION OF OTHER VARIABLES AS SHOWN.

DNORTE

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	15.86756500	3.72747189	4.257	0.0001	INTERCEPT
TKMIF	1	-0.46411035	0.52504468	-0.884	0.3801	TUNELADAS-QUILOMETRO - L. IT. FIXO
EMLNT	1	-0.85044521	0.52500345	-1.620	0.1103	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	0.83518711	0.26054901	3.205	0.0021	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
TKMSQ	1	0.07558566	0.03403460	2.221	0.0300	1/2 * (LOG(TKMIF))**2
EMLSO	1	0.05903013	0.08809370	0.670	0.5053	1/2 * (LOG(EMLNT))**2
ELNSO	1	-0.09474689	0.03168083	-2.991	0.0040	1/2 * (LOG(ELNT))**2
PCTPKUP	1	0.02552649	0.01396129	1.828	0.0723	PERCENT. CAP. CARGA PICKUPS FURGOES
SGRTKM	1	0.12996550	0.04938017	2.632	0.0107	DESP. C/ SEGURO DE MERCADORIAS POR TKM
DNORTE	0	0	0			DUMMY - REGIAO NORTE
DNDEST	1	-0.21166632	0.29775840	-0.711	0.4798	DUMMY - REGIAO NORDESTE
DSUL	1	-0.34056343	0.16940020	-2.010	0.0487	DUMMY - REGIAO SUL
DCOEST	1	-0.20993586	0.35938593	-0.584	0.5612	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE

CARGA-CS

DEP VARIABLE: CSTT CUSTO TOTAL=DSO+DSG+SLR+DPR

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	12	1016.60924	84.71743683	207.174	0.0001
ERROR	767	313.64092	0.40891906		
C TOTAL	779	1330.25016			
ROOT MSE		0.6394678	R-SQUARE	0.7642	
DEP MEAN		18.35301	ADJ R-SQ	0.7605	
C.V.		3.484267			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	-11.76936988	1.31418958	8.956	0.0001	INTERCEPT
TKMIF	1	0.22264706	0.19682014	1.131	0.2583	TUNELADAS-QUILOMETRO - L. IT. FIXO
EMLNT	1	-0.66911483	0.16954568	-3.947	0.0001	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	0.19192412	0.11862339	1.618	0.1061	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
TKMSQ	1	0.02928177	0.01217755	2.405	0.0164	1/2 * (LOG(TKMIF))**2
EMLSO	1	0.05562300	0.02012644	1.978	0.0483	1/2 * (LOG(EMLNT))**2
ELNSO	1	-0.002579711	0.01430836	-0.180	0.8570	1/2 * (LOG(ELNT))**2
PCTPKUP	1	-0.000759020	0.001629472	-0.466	0.6415	PERCENT. CAP. CARGA PICKUPS FURGOES
SGRTKM	1	0.21899847	0.01474312	14.854	0.0001	DESP. C/ SEGURO DE MERCADORIAS POR TKM
DNORTE	1	0.47604125	0.14087997	3.379	0.0008	DUMMY - REGIAO NORTE
DNDEST	1	-0.23382603	0.10346771	-2.260	0.0241	DUMMY - REGIAO NORDESTE
DSUL	1	-0.003398060	0.05821831	-0.058	0.9535	DUMMY - REGIAO SUL
DCOEST	1	0.15852462	0.12566015	1.262	0.2075	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE

A Tabela 5.14 apresenta os resultados da estimação para a especificação mais simples, acrescida de dummies regionais e por tipo de veículo predominante. Os coeficientes estimados para as variáveis toneladas-quilômetro e extensão média e total das linhas são bastante semelhantes àqueles encontrados para essas variáveis na estimação da função de custo. Este resultado já poderia ser antecipado através da própria derivação teórica da função de demanda por um insumo, a partir de uma função de custo log-linear, e do (comparativamente) bom ajuste que esta apresentou vis-à-vis as formas funcionais mais flexíveis.

As economias de densidade encontradas na estimação da função de custo aparecem com intensidade semelhante para a demanda derivada por óleo diesel. Nesse caso, porém, esse coeficiente (TKMIF) permanece literalmente constante para todas as faixas de produção, conforme demonstra a Tabela 5.15. Reiteramos que essas economias advêm do crescimento do volume de carga transportada pelo sistema de uma ETC, as demais condições permanecendo fixas. Um maior volume de carga transportado pode permitir um melhor aproveitamento dos veículos, e/ou uso de veículos maiores (menos intensivos no uso de energia, ceteris paribus).

A magnitude encontrada para o coeficiente dessa economia de densidade sugere fortemente que investigações mais pormenorizadas devem ser conduzidas, de modo a revelar, de forma mais completa, sua natureza e particularidades. É possível que esse coeficiente tenha captado influências espúrias de outros fatores que, por sua vez, levaram a uma superestimação do efeito de escala. Por exemplo, é possível que empresas maiores (i.e., que transportem um maior volume de carga) se utilizem mais do que proporcionalmente do transportador autônomo. Este é, por seu turno, um substituto para o insumo energia. Se tal for o caso, o coeficiente de TKMIF resultaria enviesado.

Há evidências de outros trabalhos que empresas com rotas mais longas tendem a comprar mais capacidade de transporte autônoma do que empresas com linhas menos extensas. A variável extensão média das linhas (EMLNT) capta esse efeito; o coeficiente apresenta o sinal negativo esperado, e é altamente significativo do ponto de vista estatístico. Ainda há outras variáveis importantes, não incluídas no modelo, que devem estar correlacionadas com EMLNT. Destacamos o tamanho médio dos lotes de carga que, via de regra, aumenta com a distância média de transporte. Esse fato também contribuiria para explicar o sinal negativo do coeficiente de EMLNT.

TABELA 5.14
 RESULTADO DAS ESTIMACOES DE FUNCAO DE DEMANDA POR OLEO DIESEL
 EMPRESAS DE TRANSPORTE RODOVIARIO DE CARGA

DEP VARIABLE: QTDSL

QUANTIDADE CONSUMIDA - DIESEL

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	11	1417.45132	128.85921	131.863	0.0001
ERROR	1517	1482.44739	0.97722306		
C TOTAL	1528	2899.89870			
ROOT MSE		0.9885459	R-SQUARE	0.4888	
DEP MEAN		5.174961	ADJ R-SQ	0.4851	
C.V.		19.10248			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	-1.67881158	0.22440848	-7.481	0.0001	INTERCEPT
TKMIF	1	0.55787667	0.01995530	27.956	0.0001	TONELADAS-QUILOMETRO - L. IT. FIXO
EMLNT	1	-0.48824216	0.03063637	-15.937	0.0001	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	0.12838604	0.02373881	5.408	0.0001	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
DAT	1	0.60546805	0.49642070	1.220	0.2228	DUMMY - CARGA AUTOMOVEIS PREDOMIN.
DCB	1	-0.02460442	0.15261668	-0.161	0.8719	DUMMY - VEICULOS BASCULANTES PREDOM.
DCF	1	0.43788535	0.13699236	3.196	0.0014	DUMMY - CARGA FRIGORIFICADA PREDOM.
DCL	1	0.20609040	0.07875388	2.617	0.0090	DUMMY - CARGA LIQUIDA PREDOMINANTE
DNORTE	1	0.02193945	0.16828185	0.130	0.8963	DUMMY - REGIAO NORTE
DNDEST	1	-0.43899455	0.10374394	-4.232	0.0001	DUMMY - REGIAO NORDESTE
DSUL	1	0.07086538	0.06392219	1.109	0.2678	DUMMY - REGIAO SUL
DCOEST	1	0.06872988	0.12977248	0.530	0.5965	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE

TABELA 5.15
 RESULTADO DAS ESTIMACOES DE FUNCAO DE DEMANDA POR OLEO DIESEL
 EMPRESAS DE TRANSPORTE RODOVIARIO DE CARGA
 MODELO COM TKM ESTRATIFICADO EM 4 FAIXAS

DEP VARIABLE: QTDSL

QUANTIDADE CONSUMIDA - DIESEL

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F. VALUE	PROB>F
MODEL	14	1418.71081	101.33649	103.581	0.0001
ERROR	1514	1481.18789	0.97832754		
C TOTAL	1528	2899.89870			
ROOT MSE		0.9891044	R-SQUARE	0.4892	
DEP MEAN		5.174961	ADJ R-SQ	0.4845	
C.V.		19.11327			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	-1.62584092	0.52282590	-3.110	0.0019	INTERCEPT
TKM1	1	0.55462480	0.04206808	13.184	0.0001	TKMIF<2.078 MIL TKM
TKM2	1	0.55170421	0.03766933	14.646	0.0001	2.078 <TKMIF=<7.358 MIL TKM
TKM3	1	0.55700126	0.03550175	15.689	0.0001	7.358<TKMIF-<24.756 MIL TKM
TKM4	1	0.55467979	0.03261742	17.006	0.0001	TKMIF >24.756 MIL TKM
EMLNT	1	-0.48773241	0.03121575	-15.625	0.0001	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	0.12798508	0.02398730	5.336	0.0001	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
DAT	1	0.60829493	0.49734224	1.223	0.2215	DUMMY - CARGA AUTOMOVEIS PREDOMIN.
DCB	1	-0.02520802	0.15278763	-0.165	0.8690	DUMMY - VEICULOS BASCULANTES PREDOM.
DCF	1	0.44209811	0.13722740	3.222	0.0013	DUMMY - CARGA FRIGORIFICADA PREDOM.
DCL	1	0.20898432	0.07897989	2.646	0.0082	DUMMY - CARGA LIQUIDA PREDOMINANTE
DNORTE	1	0.01137771	0.16884265	0.067	0.9463	DUMMY - REGIAO NORTE
DNDEST	1	-0.44155071	0.10397511	-4.247	0.0001	DUMMY - REGIAO NORDESTE
DSUL	1	0.06752985	0.06406218	1.054	0.2920	DUMMY - REGIAO SUL
DCOEST	1	0.06857927	0.12986740	0.528	0.5975	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE

O sinal e a magnitude do coeficiente da variável extensão total das linhas (ELNT) revelam deseconomias no consumo de energia, com a maior dispersão geográfica do sistema de transporte de uma empresa. De acordo com a estimativa obtida, um aumento de 1% na extensão total das linhas (causado por um aumento no número de linhas, mantendo-se constante a extensão média das linhas e as toneladas-quilômetro produzidas) levaria a um consumo 0,13% maior.

Foram feitas regressões incluindo os termos quadráticos e cruzados das variáveis TKMIF, EMLNT e ELNT, sem que nenhum dos coeficientes estimados se revelasse estatisticamente significativo.

Na Tabela 5.16 são apresentados os resultados para o modelo descrito na Tabela 5.14, acrescido da variável de despesas com prêmios de seguro de mercadorias por tonelada-quilômetro, que procura captar o efeito da qualidade de serviço no consumo energético. O coeficiente estimado tem sinal e magnitude semelhantes àqueles encontrados em modelos anteriores, tanto para tamanho de frota, imobilizado fixo (Seção 4), como também para a função de custo. Note-se também que a amostra de estimação é sensivelmente reduzida, de 1.529 para 901 observações. Os coeficientes de TKMIF e ELNT também se alteram de maneira significativa, observando-se uma redução das economias de densidade e das deseconomias de cobertura geográfica, respectivamente.

Quanto ao impacto da especialização de transporte, captado pelas dummies relativas ao tipo de veículo predominante, notamos que nas Tabelas 5.14 e 5.15 as empresas de cargas refrigeradas e líquidas apresentam consumo superior àquelas de cargas seca. Poderíamos ter antecipado maior consumo para as empresas de carga refrigerada, em função do dispêndio de energia com a refrigeração do compartimento de carga do veículo. Já para as empresas de carga líquida, temos fatores que apontariam no sentido de um consumo unitário tanto maior quanto menor. O maior tamanho dos lotes no transporte de cargas líquidas, por um lado, permite a utilização de veículos maiores, de maior rendimento energético, ceteris paribus. Por outro lado, o transporte de cargas líquidas é mais especializado, sendo difícil a conjugação de cargas apropriadas de retorno. Assim, o aproveitamento global dos veículos tende a ser menor do que aquele encontrado nas empresas de carga seca. Para os modelos estimados com a amostra de 1.529 empresas, ambos os coeficientes são estatisticamente significativos. Já no modelo estimado com a amostra de 901 empresas (Tabela 5.16) o

TABELA 5.16
 RESULTADO DAS ESTIMACOES DE FUNCAO DE DEMANDA POR OLEO DIESEL
 EMPRESAS DE TRANSPORTE RODOVIARIO DE CARGA
 MODELO COM INCLUINDO VARIAVEL SEGURO DE MERCADORIAS POR TKM

DEP VARIABLE: QTDSL

QUANTIDADE CONSUMIDA - DIESEL

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	12	869.92843	72.49403550	75.676	0.0001
ERROR	888	850.66292	0.95795374		
C TOTAL	900	1720.59135			
ROOT MSE		0.9787511	R-SQUARE	0.5056	
DEP MEAN		5.461243	ADJ R-SQ	0.4989	
C.V.		17.92176			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	-3.71719805	0.40168463	-9.329	0.0001	INTERCEPT
TKMIF	1	0.65958071	0.02934818	22.474	0.0001	TONELADAS-QUILOMETRO - L. IT. FIXO
EMLNT	1	-0.44237698	0.04171374	-10.605	0.0001	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	0.07479796	0.03068670	2.437	0.0150	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
SGRTKM	1	0.19043666	0.02097161	9.081	0.0001	DESP. C/ SEGURO DE MERCADORIAS POR TKM
DAT	1	0.55323593	0.56958665	0.971	0.3317	DUMMY - CARGA AUTOMOVEIS PREDOMIN.
DCB	1	0.01180460	0.24948426	0.047	0.9623	DUMMY - VEICULOS BASCULANTES PREDOM.
DCF	1	0.60223806	0.19415322	3.102	0.0020	DUMMY - CARGA FRIGORIFICADA PREDOM.
DCL	1	0.16501068	0.12000381	1.375	0.1695	DUMMY - CARGA LIQUIDA PREDOMINANTE
DNORTE	1	0.16256111	0.20482525	0.794	0.4276	DUMMY - REGIAO NORTE
DNDEST	1	-0.39258302	0.14531521	-2.702	0.0070	DUMMY - REGIAO NORDESTE
DSUL	1	0.09248275	0.07858051	1.177	0.2395	DUMMY - REGIAO SUL
DCOEST	1	0.33297236	0.17750163	1.876	0.0610	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE

coeficiente relativo à dummy de carga líquida predominante tem sua significância estatística reduzida. O último modelo estimado (Tabela 5.17) procura examinar o impacto do valor unitário do serviço no consumo energético. A variável selecionada para esse fim foi a receita operacional total oriunda do transporte de carga (RCCGT). Observamos que o coeficiente estimado é positivo e altamente significativo, e que há uma redução do coeficiente de TKMIF. A elasticidade global do custo com relação à escala de produção, entretanto, aumenta para 0,76, sendo esta obtida através da soma dos coeficientes de TKMIF e RCCGT (assumindo $RCCGT = \text{preço unitário do serviço} \times \text{carga total transportada}$). O coeficiente de RCCGT capta parte do efeito de qualidade do serviço dado pelo coeficiente de SGRTKM, reduzindo o valor deste. O maior consumo energético das empresas com maior frete unitário deve ter origem no maior emprego de frota própria, visando uma maior confiabilidade dos serviços. Assim, reduz-se a utilização do transportador autônomo, tendo em contrapartida um maior dispêndio com os insumos de transporte, incluindo-se o óleo diesel.

5.6 - A Demanda por Transportador Autônomo nas ETC

Ao contrário do caso do consumo de óleo diesel, não dispomos de uma variável de quantidade para indicar o uso do transportador autônomo (e.g., toneladas-quilômetro produzidas por autônomos). A variável disponível é a despesa com autônomos, que seria um indicador razoável de quantidade somente se o preço unitário por TKM fosse idêntico para as diversas condições de transporte. Uma outra alternativa seria estimar uma função onde a variável dependente fosse a percentagem das despesas com autônomos no custo total. Esse é o procedimento utilizado quando a função de custo especificada é do tipo translog, visto que estas funções de share derivada de uma translog são lineares nos parâmetros, ao contrário das funções de demanda por insumos simplesmente. Nossas estimativas da função de share para a despesa com transportador autônomo, entretanto, obtiveram baixíssimo poder de explicação e parâmetros muito instáveis. Daí optarmos pela utilização da despesa com autônomos como variável explicativa.

A Tabela 5.18 apresenta os resultados para o modelo mais simples. Os coeficientes estimados para EMLNT e ELNT são semelhantes aos encontrados para o consumo de óleo diesel. O coeficiente negativo do EMLNT tem sua origem, possivelmente, na redução do custo unitário da capacidade autônoma, conforme au-

TABELA 5.17
 RESULTADO DAS ESTIMACOES DE FUNCAO DE DEMANDA POR OLEO DIESEL
 EMPRESAS DE TRANSPORTE RODOVIARIO DE CARGA
 MODELO COM INCLUINDO VARIABEL RECEITA TOTAL (CARGA)

DEP VARIABLE: QTDSL

QUANTIDADE CONSUMIDA - DIESEL

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	12	1615.23329	134.60277	158.841	0.0001
ERROR	1516	1284.66541	0.84740463		
C TOTAL	1528	2899.89870			
ROOT MSE		0.9205458	R-SQUARE	0.5570	
DEP MEAN		5.174961	ADJ R-SQ	0.5535	
C.V.		17.78846			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	-5.55465198	0.32868250	-16.900	0.0001	INTERCEPT
TKMIF	1	0.31100551	0.02462593	12.629	0.0001	TONELADAS-QUILOMETRO - L. IT. FIXO
EMLNT	1	-0.28421817	0.03149998	-9.023	0.0001	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	0.03982703	0.02285326	1.743	0.0816	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
RCCGT	1	0.38692846	0.02532694	15.277	0.0001	RECEITAS TRANSP. CARGA - TOTAL
DAT	1	0.44941350	0.46238576	0.972	0.3312	DUMMY - CARGA AUTOMOVEIS PREDOMIN.
DCB	1	0.006838780	0.14213339	0.048	0.9616	DUMMY - VEICULOS BASCULANTES PREDOM.
DCF	1	0.45834559	0.12757596	3.593	0.0003	DUMMY - CARGA FRIGORIFICADA PREDOM.
DCL	1	0.28773909	0.07353104	3.913	0.0001	DUMMY - CARGA LIQUIDA PREDOMINANTE
DNORTE	1	-0.16999673	0.15720889	-1.081	0.2797	DUMMY - REGIAO NORTE
DNDEST	1	-0.36403750	0.09673212	-3.763	0.0002	DUMMY - REGIAO NORDESTE
DSUL	1	0.06809572	0.05952539	1.144	0.2528	DUMMY - REGIAO SUL
DCOEST	1	0.01177084	0.12090319	0.097	0.9225	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE

TABELA 5.18
 RESULTADO DAS ESTIMACOES DE FUNCAO DE DESPESAS
 COM TRANSPORTADOR AUTONOMO
 EMPRESAS DE TRANSPORTE RODOVIARIO DE CARGA
 MODELO COM DUMMIES POR REGIAO E TIPO DE VEICULO PREDOMINANTE

DEP VARIABLE: DSOCRR DESPESAS OPERACIONAIS - CARRETEIROS
 ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	11	4115.10804	374.10073	105.962	0.0001
ERROR	1517	5355.77035	3.53050122		
C TOTAL	1528	9470.87838			
ROOT MSE		1.878963	R-SQUARE	0.4345	
DEP MEAN		15.78414	ADJ R-SQ	0.4304	
C.V.		11.90412			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	2.97461902	0.42654081	6.974	0.0001	INTERCEPT
TKMIF	1	0.89509433	0.03792971	23.599	0.0001	TONELADAS-KILOMETRO - L. IT. FIXO
EMLNT	1	-0.45168472	0.05823160	-7.757	0.0001	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	0.18368200	0.04512116	4.071	0.0001	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
DAT	1	-0.33543553	0.94356368	-0.355	0.7223	DUMMY - CARGA AUTOMOVEIS PREDOMIN.
DCB	1	0.57214355	0.29008371	1.972	0.0488	DUMMY - VEICULOS BASCULANTES PREDOM.
DCF	1	-0.67479840	0.26038603	-2.592	0.0096	DUMMY - CARGA FRIGORIFICADA PREDOM.
DCL	1	-0.02173528	0.14969017	-0.145	0.8846	DUMMY - CARGA LIQUIDA PREDOMINANTE
DNORTE	1	0.70159137	0.31985902	2.193	0.0284	DUMMY - REGIAO NORTE
DNDEST	1	0.11489710	0.19718963	0.583	0.5602	DUMMY - REGIAO NORDESTE
DSUL	1	0.23275614	0.12149908	1.916	0.0556	DUMMY - REGIAO SUL
DCOEST	1	-0.30965873	0.24666295	-1.255	0.2095	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE

menta a distância de transporte. Já o aumento da despesa com autônomos pode refletir tanto um aumento no mesmo custo unitário, causado por uma maior dispersão de carga na malha servida pela empresa, como também um maior uso do autônomo por empresas servindo uma área geográfica relativamente mais extensa.

O uso do autônomo cresce significativamente com o volume transportado e a extensão média das linhas. Ambos os termos quadráticos de TKMIF e EMLNT são positivos e estatisticamente significativos (ver Tabela 5.19). O termo do primeiro grau de TKMIF é praticamente nulo, revelando que a importância do autônomo é maior nas empresas que transportam maior volume de carga. Com EMLNT se dá o inverso, sendo o coeficiente do primeiro grau negativo, significativo e de magnitude considerável. O impacto de EMLNT na despesa com o autônomo torna-se, contudo, nulo, e em seguida positivo, para extensões médias de linha superiores a 2.660 quilômetros, em função do termo quadrático positivo.

5.7 - Conclusões

Os dois resultados fundamentais desta seção são: a) a estrutura de custo das ETC apresenta uma fração ponderável de custos fixos, no curto prazo, dando margem à cobrança de tarifas até 40% inferiores aos custos marginais de longo prazo; b) a produção de serviços pelas ETC exibe fortes evidências de economias de densidade, decrescentes com o volume produzido e a extensão média das linhas, porém ainda significativas para os valores do extremo superior da amostra (empresas inter-regionais produzindo acima de 1 bilhão de TKM). Esses dois resultados têm implicações de grande importância tanto para entender a atual estrutura de mercado e o desempenho do TRC, como também para a confecção de políticas que visem estimular aspectos relativos a sua eficiência econômica.

Até o ano de 1980, o crescimento geral da economia e a consolidação do modo rodoviário no transporte interno de mercadorias foram suficientes para absorver os recursos acumulados nas empresas para suprir seus crescimentos individuais. A partir daí, contudo, a economia do País teve um comportamento menos vigoroso; muitas ETC trabalharam certos períodos com excesso de capacidade, o que levou a uma intensificação da competição e a modificações na estrutura de mercado e desempenho do setor.

Os próximos capítulos deverão trazer informações sobre a evolução do setor, complementando os conhecimentos obtidos nesta, e permitindo explicar as

TABELA 5.19
 RESULTADO DAS ESTIMACOES DE FUNCAO DE DESPESAS
 COM TRANSPORTADOR AUTONOMO
 EMPRESAS DE TRANSPORTE RODOVIARIO DE CARGA
 MODELO COM TERMOS QUADRATICOS

DEP VARIABLE: DSOCCR DESPESAS OPERACIONAIS - CARRETEIROS
 ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	14	4233.86584	302.41899	87.428	0.0001
ERROR	1514	5237.01254	3.45905716		
C TOTAL	1528	9470.87838			
ROOT MSE		1.859854	R-SQUARE	0.4470	
DEP MEAN		15.78414	ADJ R-SQ	0.4419	
C.V.		11.78305			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	11.98767884	2.31367440	5.181	0.0001	INTERCEPT
TKMIF	1	0.009272668	0.33778164	0.027	0.9781	TONELADAS-KILOMETRO - L. IT. FIXO
EMLNT	1	-1.40257045	0.30440724	-4.608	0.0001	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	0.24111487	0.20698732	1.165	0.2443	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
TKMSQ	1	0.05749543	0.02171159	2.648	0.0082	1/2 * (LOG(TKMIF))**2
EMLSQ	1	0.17787240	0.05107757	3.482	0.0005	1/2 * (LOG(EMLNT))**2
ELNSQ	1	-0.01084627	0.02632212	-0.412	0.6804	1/2 * (LOG(ELNT))**2
DAT	1	-0.45743121	0.93514531	-0.489	0.6248	DUMMY - CARGA AUTOMOVEIS PREDOMIN.
DCB	1	0.28814765	0.30227399	0.953	0.3406	DUMMY - VEICULOS BASCULANTES PREDOM.
DCF	1	-0.73139958	0.25830412	-2.832	0.0047	DUMMY - CARGA FRIGORIFICADA PREDOM.
DCL	1	-0.003107713	0.14834623	-0.021	0.9833	DUMMY - CARGA LIQUIDA PREDOMINANTE
DNORTE	1	0.52889633	0.31890020	1.659	0.0974	DUMMY - REGIAO NORTE
DNDEST	1	0.02419430	0.19627270	0.123	0.9019	DUMMY - REGIAO NORDESTE
DSUL	1	0.19526854	0.12069211	1.618	0.1059	DUMMY - REGIAO SUL
DCOEST	1	-0.34276652	0.24475753	-1.400	0.1616	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE

razões para a estrutura e desempenho atual das ETC e suas perspectivas. Em particular, procuraremos explicar, à luz das economias de densidade encontradas, a organização atual do mercado, possíveis cenários de evolução, e o impacto de possíveis políticas de regulamentação de capacidade (entrada e/ou expansão de firmas) e de tarifas.

6 - A ESTRUTURA DE MERCADO E O DESEMPENHO ECONÔMICO DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA

6.1 - Introdução

Neste capítulo investigamos os aspectos relativos à estrutura de mercado e ao desempenho econômico das ETC. Quanto à estrutura, concentramos nos a atenção em descrever e analisar o número, o tamanho e a dispersão geográfica dessas empresas. Em particular, pretendemos observar o grau de concentração do setor, levando em consideração não só suas subdivisões quanto ao tipo de carga e extensão de linhas, como também quanto à localização geográfica dos mercados servidos. O desempenho econômico das ETC será examinado nos aspectos relativos à rentabilidade das empresas. Testam-se os impactos na rentabilidade sobre as vendas, do grau de concentração do mercado, do nível de barreiras a entrada, da extensão da diferenciação dos serviços e das características do produto de transporte. Finalmente, apresentamos algumas evidências quanto às características da dinâmica de entrada e saída de firmas do setor.

Uma das questões de maior importância que esta seção tenta abordar é a de como firmas com tamanhos (e, provavelmente, custos) diferentes podem co-existir no mercado. Conforme foi observado na Seção 5, as economias de escala no setor são significativas, o que induziria as empresas a buscar a expansão de suas atividades, de maneira a obter ganhos de escala e reduzir seus custos. Mais ainda, as evidências encontradas nas Seções 4 e 5 de que uma proporção entre 20 e 40% dos custos seria fixa com relação ao volume produzido, daria margem à prática de preços predatórios. Assim, combinando expansão de capacidade com preços abaixo dos custos marginais de longo prazo, as firmas poderiam expandir tanto participação nos mercados onde já prestam serviços, como também expandir cobertura de sua malha de atuação.

Nos EUA, por exemplo, os defensores de um regime de regulamentação econômica da atividade de transporte rodoviário de carga argumentam que, na

ausência de restrições nos preços praticados, na capacidade e na entrada no se tor, as firmas maiores expandiriam suas atividades, expulsando as menores de quase todos os mercados. Conseqüentemente, o regime de total liberdade de pre ços, capacidade e entrada de novas firmas como o que vigorou no Brasil até o presente, levaria a índices de concentração do mercado cada vez maiores, com grandes empresas dominando nas rotas de maior fluxo, e com pequenas empresas so brevivendo apenas em rotas de mais baixa densidade e, por isso, menos atrativas, ou na prestação de serviços especializados.

6.2 - A Estrutura de Mercado das ETC

Nos Capítulos 3 e 4 analisamos os fatores da demanda e da oferta de serviços de transporte rodoviário que criam fortes tendências à segmentação nas áreas de atuação das ETC. Estabelecemos, de fato, que o setor é constituído por diversos subsetores com contornos bem definidos. Conseqüentemente, nesta seção devemos incorporar essas constatações em nossa análise, buscando distinguir as características desses diversos segmentos de mercado.

A tarefa mais difícil é determinar a região de atuação de cada empre sa. Ou seja, quem são seus concorrentes, efetivos ou potenciais. Devido à li mitação dos dados nos vemos obrigados a proceder de forma nem sempre ideal no estabelecimento dos limites de atuação das empresas.

A primeira variável a estabelecer um desses limites é o tipo de veí culo predominante, já amplamente discutida nas seções anteriores. A segunda va riável é o tipo de linha predominante oferecido pela empresa. Ao longo dessa dimensão, no entanto, a determinação do mercado de atuação de cada empresa não parece tão imediata. Uma empresa de itinerário fixo com linhas predominantemente municipais teria, em princípio, as demais empresas com esse tipo de li nha (e veículo predominante) como suas concorrentes. Entre as empresas de iti nerário fixo com linhas que podem servir mercados mais amplos fica menos cla ra a relação de concorrência entre elas. Por exemplo, as empresas com atuação em linhas interestaduais poderiam atuar em todo território nacional, tendo como concorrentes todas as demais empresas interestaduais do país, em sua classe de veículo predominante. Na prática, porém, observa-se uma especialização das empresas também por região geográfica de atuação. Assim, uma empresa interes-
tadual com sede no Paraná se especializaria em atender o tráfego entre esse es

tado e a Região Nordeste, enquanto outras empresas atuariam no tráfego para estados mais ao Sul, ou para Região Centro-Oeste. O mesmo deve ocorrer dentro de um estado para empresas com atuação predominantemente intermunicipal. Uma empresa sem itinerário fixo em suas linhas, por outro lado, poderia ter uma atuação menos especializada, devido ao próprio caráter menos regular de suas operações.

Na falta de melhores informações sobre a amplitude de atuação das empresas, procuramos determinar as suas respectivas concorrentes conforme descrito a seguir. Para as empresas de itinerário fixo, com linhas predominantemente municipais, seu mercado e concorrentes seriam aquelas do município de sua sede com mesmo tipo de veículo predominante. Para empresas intermunicipais e empresas sem itinerário fixo seguimos o mesmo critério, utilizando a unidade da federação sede da empresa. Justifica-se essa delimitação para as empresas sem itinerário fixo, porque essas têm um tráfego predominantemente da região de sua sede para outras regiões, e, em menor proporção, tráfego de retorno ou entre localidades fora de seu estado-sede. Assim sendo, as concorrentes de uma empresa sem itinerário fixo seriam principalmente aquelas com sedes localizadas no mesmo estado da federação. Da mesma forma, limitamos a concorrência de empresas interestaduais àquelas de uma mesma região geográfica do país (Norte, Nordeste, Sudeste, Sul, Centro-Oeste), e de empresas internacionais a todo o conjunto de empresas do país com o mesmo tipo de veículo predominante.

Certamente há diversos problemas com os critérios de segmentação do mercado descritos acima. Acreditamos que as maiores restrições seriam para os critérios adotados para empresas interestaduais e sem itinerário fixo em suas linhas. Grosso modo, porém, espera-se estar errando sempre para mais, isto é, agrupando em cada conjunto de concorrentes um número maior de empresas do que aquele que possivelmente teríamos caso tivéssemos maiores informações do mercado servido por cada ETC. Dessa forma, esperamos testar com maior rigor a hipótese de não haver impacto da concentração de mercado sobre o desempenho econômico das empresas.

Nas Tabelas 6.1 a 6.4 são apresentados os principais indicadores da estrutura de mercado e do desempenho econômico das ETC, por região geográfica de atuação, linha e tipo de veículo predominante. Para cada grupo temos:

- a) o número de empresas;
- b) receita operacional do transporte de carga (média geral do grupo e das quatro maiores empresas);
- c) índice de concentração de Herfindahl;
- d) índice de Herfindahl assumindo uma distribuição equitativa das receitas do grupo;
- e) fração de mercado possuída pelas 4 maiores firmas do grupo (CR4);
- f) e, margem líquida sobre as vendas (média).

O índice de concentração de Herfindahl é definido como o somatório, por grupo, do quadrado da fração de cada empresa na receita total do grupo. É igual à unidade para um mercado com uma única empresa, e decresce com o número de empresas, bem como com uma distribuição mais equitativa da receita entre um mesmo número de empresas. Um outro índice de Herfindahl é fornecido assumindo que todas as empresas fossem do mesmo tamanho. Isso equivale, simplesmente, ao valor do inverso do número de empresas. Serve, portanto, como referência para se avaliar o grau de concentração do mercado, para um dado número de ETC. A margem líquida sobre as vendas é a média para o grupo do percentual obtido pela divisão do lucro (receita operacional menos custo total) pela receita operacional. O custo total inclui salários, despesas gerais e operacionais e depreciação, conforme estabelecido nas seções anteriores. Os grupos com apenas uma empresa foram eliminados das tabelas. Para os grupos com menos de quatro empresas, tomou-se um índice de concentração CR4 igual a 100.

A Tabela 6.1 apresenta os resultados para as empresas de itinerário fixo e internacional. O primeiro ponto a notar é a relativa concentração em todos os subsetores, comparável em valor, àquela encontrada em ramos industriais. Mesmo em regiões mais desenvolvidas, como a Região Sudeste, que dispõe de 374 ETC interestaduais operando com veículos predominantemente de carga seca, a fração de mercado detida pelas quatro maiores empresas é superior a 25% e o índice de Herfindahl é cerca de 10 vezes superior àquela encontrado caso assumíssemos 374 empresas de mesmo tamanho.

TABLELA 6.1
INDICADORES DE DESEMPENHO ECONOMICO E DA ESTRUTURA
DE MERCADO DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE DE CARGA
POR TIPO DE REGIAO GEOGRAFICA DE ATUACAO,
LINHA E VEICULO PREDOMINANTE
(ETC INTERESTADUAIS E INTERNACIONAIS)

LINHA	CARGA	REGIAO GEOGRAFICA	NO. EMPRESAS	RECEITA DO TRANSPORTE DE CARGA	RECEITA MEDIA DAS 4 MAIORES ETC	INDICE DE CONCENTRACAO DE HERFIND- AHL	HERFIND- AHL P/ ETC MESMO TAMANHO	INDICE DE CONCENTRACAO - CR4	MARGEM LIQUIDA SOBRE AS VENDAS
			MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
IE	CB	SUDESTE	6	45.8	68.3	0.693	0.167	99.4	16.2
		CF	NORTE	4	11.7	14.5	0.646	0.250	100.0	30.3
	NORDESTE		2	6.1	6.1	0.683	0.500	100.0	36.1
	SUDESTE		32	6.3	24.5	0.084	0.031	48.7	3.7
	SUL		10	17.1	37.2	0.455	0.100	96.8	-2.5
	CENTRO- OESTE		2	0.8	0.8	0.683	0.500	100.0	36.3
	CL		NORTE	2	22.8	22.8	0.740	0.500	100.0	11.0
		NORDESTE	22	3.7	13.2	0.133	0.045	64.9	24.2
		SUDESTE	77	15.4	177.9	0.181	0.013	60.2	13.8
		SUL	30	6.4	29.9	0.137	0.033	62.5	15.4
		CENTRO- OESTE	22	7.8	33.2	0.218	0.045	77.2	20.2
	CS	NORTE	15	60.2	180.3	0.303	0.067	78.5	20.5
		NORDESTE	37	17.2	79.5	0.092	0.027	51.2	11.0
		SUDESTE	374	20.3	474.5	0.025	0.003	25.1	6.6
		SUL	111	31.1	320.4	0.052	0.009	37.2	6.1
		CENTRO- OESTE	21	13.9	56.9	0.276	0.048	78.0	14.5
IN	CF	BRASIL	3	32.7	32.7	0.353	0.333	100.0	5.9
	CS	BRASIL	8	112.4	210.7	0.322	0.125	93.8	-15.2

RECEITAS EM MILHOES DE CRUZADOS DE FEV/87

Outro ponto interessante é o contraste entre a variação inter-regional do tamanho médio, em termos de receita, das empresas e o tamanho médio das quatro maiores empresas. Se, por um lado, não se nota uma clara tendência de crescimento do tamanho médio das empresas em acompanhamento ao tamanho do mercado das regiões servidas, por outro o crescimento das quatro maiores empresas é impressionante. Por exemplo, as empresas IE/CS das Regiões Sudeste e Nordeste faturaram em média 20,3 e 17,2 milhões de cruzados (de fev./87), respectivamente. Enquanto isso, as quatro maiores empresas do Sudeste faturaram em média 6 vezes mais do que as empresas do Nordeste.

Esse fato, observado em todas as tabelas apresentadas, revela uma característica do mercado de grande importância. Num primeiro plano, temos empresas líderes cujo tamanho e crescimento é limitado principalmente pelo tamanho do mercado servido. Num segundo plano, temos empresas de menor porte, cujo número (mas não necessariamente o tamanho) cresce com as dimensões do mercado. Embora não tenhamos maiores informações sobre o comportamento dessas empresas, tanto entre seus pares de igual tamanho, como entre pequenos e grandes concorrentes, a estrutura de mercado descrita acima está longe de sugerir um quadro de competição perfeita. Muito pelo contrário, os resultados parecem indicar mais um mercado oligopolizado na faixa das grandes empresas, e de competição monopolística na faixa das pequenas empresas. Estas explorariam "nichos" do mercado com tráfego menos denso, ou serviços mais especializados; portanto, menos interessantes às maiores empresas. Estas, por sua vez, se concentrariam nos segmentos do mercado com tráfego mais denso, servindo principalmente aos grandes embarcadores que dão preferência a empresas que possuem malhas com coberturas mais ampla, para um mesmo padrão de serviço.

Os valores apresentados na Tabela 6.2 incluem apenas as empresas intermunicipais situadas nas regiões Nordeste e Sudeste. De uma maneira geral, os resultados destacados da Tabela 6.1 são reforçados pelos da Tabela 6.2. A concentração do mercado é particularmente intensa no subsetor de carga líquida em São Paulo, com as quatro maiores empresas, das 109 existentes, detendo 65% do mercado. Mais uma vez o tamanho das quatro maiores empresas se destaca diante do tamanho médio das empresas, atingindo em São Paulo proporções 18 vezes maiores para o subsetor de carga líquida, e 13 vezes para o subsetor de carga seca. Pode-se observar também um certo crescimento do número de empresas com a extensão geográfica e a dispersão dos pontos de consumo. Estados como Minas Gerais

TABELA 6.2
INDICADORES DE DESEMPENHO ECONOMICO E DA ESTRUTURA
DE MERCADO DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE DE CARGA
POR TIPO DE REGIAO GEOGRAFICA DE ATUACAO,
LINHA E VEICULO PREDOMINANTE
(ETC INTERMUNICIPAIS)

LINHA	CARGA	REGIAO GEOGRAFICA	NO. EMPRESAS	RECEITA DO TRANSPORTE DE CARGA	RECEITA MEDIA DAS 4 MAIORES ETC	INDICE DE CONCENTRACAO DE HERFIND-AHL	HERFIND-AHL P/ ETC MESMO TAMANHO	INDICE DE CONCENTRACAO - CR4	MARGEM LIQUIDA SOBRE AS VENDAS	
			MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	
IM	AT	MG	2	100.4	100.4	0.979	0.500	100.0	20.7	
		CB	RA	2	2.7	2.7	0.509	0.500	100.0	3.1
	CB	MG	7	11.1	18.5	0.409	0.143	95.1	4.6	
		RJ	2	4.8	4.8	0.897	0.500	100.0	34.6	
		SP	12	2.1	4.1	0.195	0.083	68.4	13.3	
		CF	RN	3	0.1	0.1	0.335	0.333	100.0	-50.6
	CF	MG	7	0.9	1.4	0.408	0.143	92.8	21.0	
		RJ	6	4.5	6.3	0.251	0.167	93.8	-3.3	
		SP	20	4.4	17.1	0.241	0.050	81.4	-0.7	
		CL	MA	6	2.3	3.2	0.368	0.167	91.1	36.5
	CL	PI	4	0.3	0.3	0.322	0.250	100.0	25.4	
		CE	8	1.6	2.7	0.270	0.125	85.2	20.2	
		PR	2	5.2	5.2	0.705	0.500	100.0	15.3	
		PE	4	0.7	0.7	0.452	0.250	100.0	24.3	
		BA	20	1.9	7.0	0.317	0.050	74.3	17.8	
		MG	60	1.1	5.2	0.043	0.017	31.7	11.0	
		ES	8	13.0	25.6	0.919	0.125	98.7	16.9	
		RJ	18	3.1	11.2	0.238	0.056	80.1	17.5	
		SP	109	5.6	99.4	0.210	0.009	64.9	13.2	
		CS	CE	10	2.0	4.0	0.221	0.100	81.6	12.9
			PE	5	3.7	4.5	0.318	0.200	97.0	16.0
	BA		13	4.7	11.3	0.182	0.077	74.3	19.8	
	MG		62	4.7	28.4	0.056	0.016	39.9	11.4	
	RJ		30	5.8	23.6	0.102	0.033	54.0	11.7	
	SP		211	8.2	106.8	0.028	0.005	24.8	9.5	

RECEITAS EM MILHOES DE CRUZADOS DE FEV/87

e Bahia apresentam um número relativamente maior de empresas que, por sua vez, são de tamanho proporcionalmente menor.

Na Tabela 6.3 apresentamos os dados relativos às empresas com atuação em âmbito predominantemente municipal. Somente os municípios com duas ou mais empresas em cada subgrupo estão relacionados (ao todo, 14 municípios). O primeiro subgrupo é de empresas com veículos tipo basculante, situadas em Minas Gerais (código inicial 31), provavelmente ligadas a atividades de mineração. Atuando no transporte municipal de carga líquida encontramos duas empresas em São Paulo e duas em Belo Horizonte. Já na carga seca temos 10 empresas no Rio, 12 em São Paulo, e as demais em cidades do estado de São Paulo (código inicial 35). Para as empresas municipais pode-se notar um aumento significativo no tamanho médio das empresas com o mercado (em especial, nas empresas de carga seca do Rio e São Paulo). Isso se dá, provavelmente, em função da intensidade das economias de escala encontradas nessa faixa de distância média de percurso (ver Capítulo 5, e especialmente a Seção 5.4).

Finalmente, a Tabela 6.4 apresenta os resultados para as empresas sem itinerário fixo situadas nas Regiões Nordeste e Sudeste. Mais uma vez temos a confirmação dos resultados encontrados anteriormente. Note-se, em São Paulo, por exemplo, que o tamanho médio das quatro maiores empresas é 100 vezes aquele encontrado para a média das empresas do estado. As quatro grandes, em São Paulo, detêm 15% de um mercado onde atuam 2.653 empresas de carga seca, e o índice de concentração de Herfindahl é 27 vezes maior do que o índice de Herfindahl obtido para a hipótese de uma distribuição equitativa da receita entre essas empresas.

6.3 - Análise da Rentabilidade das ETC

O objetivo dessa seção é avaliar o impacto da estrutura de mercado e das características do serviço de transporte no desempenho econômico das empresas de transporte rodoviário de carga. Mais especificamente, procuramos testar se a concentração do mercado, a fração de mercado detida por cada firma individualmente, e as características do produto de transporte (incluindo a diferenciação do produto, nível das barreiras à entrada, etc.) afetam a rentabilidade obtida na venda de serviços.

TABELA 6.3
INDICADORES DE DESEMPENHO ECONOMICO E DA ESTRUTURA
DE MERCADO DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE DE CARGA
POR TIPO DE REGIAO GEOGRAFICA DE ATUACAO,
LINHA E VEICULO PREDOMINANTE
(ETC MUNICIPAIS)

LINHA	CARGA	REGIAO GEOGRAFICA	NO. EMPRE- SAS	RECEITA DO TRANSPOR- TE DE CARGA	RECEITA MEDIA DAS 4 MAIORES ETC	INDICE DE CONCENT- RACAO DE HERFIND- AHL	HERFIND- AHL P/ ETC MESMO TAMANHO	INDICE DE CONCENT- RACAO - CR4	MARGEM LIQUIDA SOBRE AS VENDAS
			MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
MN	CB	31	2	1.7	1.7	0.725	0.500	100.0	0.0
		31	3	3.5	3.5	0.493	0.333	100.0	1.7
		31	6	5.2	7.2	0.543	0.167	93.2	4.4
		31	2	0.6	0.6	0.561	0.500	100.0	5.4
	CF	35	3	0.4	0.4	0.505	0.333	100.0	7.1
	CL	31	2	2.4	2.4	0.844	0.500	100.0	9.5
		35	2	2.4	2.4	0.676	0.500	100.0	7.7
	CS	33	10	7.3	15.2	0.217	0.100	83.1	9.8
		35	3	1.0	1.0	0.370	0.333	100.0	31.3
		35	2	1.1	1.1	0.829	1.000	100.0	-36.6
		35	2	4.0	4.0	0.584	0.500	100.0	6.0
		35	2	0.9	0.9	0.918	0.500	100.0	14.7
		35	4	0.4	0.4	0.256	0.250	100.0	11.1
			35	12	7.7	15.4	0.140	0.083	66.9

RECEITAS EM MILHOES DE CRUZADOS DE FEV/87

TABELA 6.4
INDICADORES DE DESEMPENHO ECONOMICO E DA ESTRUTURA
DE MERCADO DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE DE CARGA
POR TIPO DE REGIAO GEOGRAFICA DE ATUACAO,
LINHA E VEICULO PREDOMINANTE
(ETC SEM ITINERARIO FIXO)

LINHA	CARGA	REGIAO GEOGRAFICA	NO. EMPRESAS	RECEITA DO TRANSPORTE DE CARGA	RECEITA MEDIA DAS 4 MAIORES ETC	INDICE DE CONCENTRACAO DE HERFIND- AHL	HERFIND- AHL P/ ETC MESMO TAMANHO	INDICE DE CONCENTRACAO - CR4	MARGEM LIQUIDA SOBRE AS VENDAS
			MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
SI	CS	MA	10	2.8	5.6	0.231	0.100	79.8	15.5
		PI	28	1.8	7.3	0.128	0.036	57.2	10.1
		CE	55	7.8	52.7	0.089	0.018	50.1	12.3
		RN	42	6.3	46.3	0.154	0.024	69.8	12.2
		PR	28	4.3	19.4	0.157	0.036	67.1	5.9
		PE	107	20.5	286.7	0.089	0.009	52.4	14.3
		AL	28	4.4	16.9	0.096	0.036	54.7	5.7
		SE	37	2.4	14.6	0.224	0.027	64.7	9.4
		BA	81	10.7	130.0	0.119	0.012	60.2	12.5
		MG	747	8.2	356.6	0.025	0.001	23.5	7.4
		ES	185	6.6	177.3	0.129	0.005	58.2	11.3
		RJ	426	14.0	478.7	0.041	0.002	32.1	8.4
		SP	2653	7.1	710.7	0.010	0.000	15.2	8.6

RECEITAS EM MILHOES DE CRUZADOS DE FEV/87

A rentabilidade é definida como a razão do lucro operacional pela receita operacional, medida em percentagem. O lucro operacional é a diferença entre a receita operacional e o custo total (salários, despesas gerais e operacionais), excluindo-se a depreciação e as despesas financeiras. A depreciação foi excluída do custo total devido à grande disparidade de métodos de cálculo usados entre as empresas, o que poderia, caso incluída, provocar vieses nas taxas estimadas, principalmente entre grandes e pequenas empresas. Já para as despesas financeiras, os critérios para exclusão foram os mesmos daqueles expostos na Seção 5 (ver, em especial, a nota 1).

Procedemos a uma análise de correlação simples, para o ano de 1982, entre as seguintes variáveis: taxa de retorno sobre as vendas; número de empresas no mercado; índice de concentração de Herfindahl; e receita operacional. Foram feitas análises tanto incluindo todas as empresas da amostra como também por categoria de linha e tipo de veículo predominante. De uma maneira geral os resultados foram satisfatórios, com as correlações apresentando o sinal correto quando se mostravam estatisticamente significativas. A significância estatística, no entanto, se revelou bastante sensível ao número de observações disponível. Os resultados indicam que quanto menor o número de empresas do mercado, ou maior for sua concentração (medida pelo índice de Herfindahl), ou ainda a fração de mercado da firma, maior será a taxa de retorno obtida sobre as vendas. A receita operacional não apresentou correlação significativa com a taxa de retorno sobre as vendas. Os resultados para o subgrupo de empresas sem itinerário de carga seca (o subgrupo com o maior número de empresas: 4.321) são destacados na Tabela 6.5. Os destaques vão para as correlações entre a taxa de retorno sobre as vendas e o índice de Herfindahl de 6% (significativa ao nível de 0,01%), e a fração de mercado detida pela empresa de 4% (significativa ao nível de 1%).

Foram também desenvolvidos testes para a comparação entre as médias das taxas de retorno de cada um dos subgrupos. Para tanto foi utilizado o método proposto por Tukey-Kramer para comparação múltipla de médias; isto é um método para a comparação entre três ou mais médias. Isto solicita métodos estatísticos mais sofisticados porque uma simples repetição de testes t entre médias levaria a uma alta probabilidade de erro do tipo 1 (rejeição indevida da hipótese nula). Por exemplo, se tivéssemos 10 médias e cada teste t fosse conduzido ao nível de 5% de significância, seriam necessárias 45 comparações

Tabela 6.5 - Coeficientes de Correlação entre o Retorno sobre as Vendas, Número de Empresas, Índice de Concentração de Herfindahl, Market Share, e Receita

VARIABLE	N	MEAN	STD DEV	SUM	MINIMUM	MAXIMUM
MRGVDS	4321	12.8649	12.8957	55589.3	-42.6986640	42.98
NLC82	4321	1101.2729	939.7559	4758600.0	1.0000000	2653.00
HFLC82	4321	0.0450	0.0596	194.5	0.0100852	1.00
MKTSHR	4321	0.4894	3.0817	2114.6	0.0100043	100.00
RCCGT	4321	119609005.4536	462874370.1137	516830512565.0	884000.0000000	12285810081.00

PEARSON CORRELATION COEFFICIENTS / PROB > |R| UNDER HO:RHO=0 / N = 4321

	MRGVDS	NLC82	HFLC82	MKTSHR	RCCGT
MRGVDS MARGEM S/ VENDAS	1.00000 0.0000	-0.03241 0.0331	0.05804 0.0001	0.03922 0.0099	0.00999 0.5117
NLC82 NUMERO DE EMPRESAS	-0.03241 0.0331	1.00000 0.0000	-0.50998 0.0001	-0.13558 0.0001	0.05190 0.0006
HFLC82 INDICE DE CONCENTR. HERFINDAHL	0.05804 0.0001	-0.50998 0.0001	1.00000 0.0000	0.42111 0.0001	-0.03521 0.0206
MKTSHR MARKET SHARE	0.03922 0.0099	-0.13558 0.0001	0.42111 0.0001	1.00000 0.0000	0.26682 0.0001
RCCGT RECEITAS TRANSP. CARGA - TOTAL	0.00999 0.5117	0.05190 0.0006	-0.03521 0.0206	0.26682 0.0001	1.00000 0.0000

[10(10/1)/2]. A probabilidade global de cometer pelo menos um erro do tipo 1, neste caso, estaria em torno de 90%.

Os resultados (ver Anexo A3) revelaram dois grupos que se distinguiram dos demais por apresentarem retorno médio sobre os muito baixos ou muito altos. As empresas de carga líquida, em todos os tipos de linha com ou sem itinerário fixo, apresentaram retorno superior aos demais grupos de outras cargas, sendo mais do que 30% das comparações de médias estatisticamente significativas. Por sua vez, o grupo de empresas com linhas internacionais de carga seca apresentou retorno inferior a todos os demais grupos, sendo 75% dessas comparações estatisticamente significativas.

Uma possível explicação para a superioridade do retorno sobre as vendas do grupo de empresas de carga líquida é que neste grupo predominam empresas de transporte de derivados de petróleo. Este subsetor é bastante fechado à entrada de novas empresas e tem seus fretes estabelecidos através de negociações entre representantes das transportadoras do governo federal, e das empresas de distribuição de derivados; muitas destas detêm posições acionárias em transportadoras. O frete, no entanto, é pago através de um fundo de compensação de fretes formado por recursos oriundos de alíquotas nos preços dos derivados, cobradas diretamente ao consumidor final. Esse fundo, por seu turno, é gerido pelo Conselho Nacional de Petróleo. Dentro desse processo de negociação e pagamento de fretes, notamos muito pouco espaço para um regime de maior competição e, portanto, de emagrecimento das margens de lucro, porque quem afinal paga a conta do frete não está representado na mesa de negociações.

No caso das empresas internacionais de carga seca, uma das possíveis causas para seu desempenho sofrível, ante aos demais grupos de empresas, pode ter sido a brutal queda na carga transportada nesse segmento. O movimento rodoviário internacional das empresas brasileiras caiu de cerca de 950 mil toneladas em 1980 para menos de 500 mil em 1982.

6.4 - A Entrada de Novas Empresas no Setor

Conforme foi descrito no Capítulo 2, as ETC constituem um segmento do transporte rodoviário de carga, onde também atuam transportadores autônomos e empresas de carga própria. Há indícios de que a entrada de novas firmas se

dã, predominantemente, pela evolução do transportador autônomo à situação de empresa. A Figura 6.1 retrata a situação das ETC, em 1982, em termos de receita média das empresas, de acordo com o ano de fundação. Nota-se que a receita média das firmas mais antigas (com ano de fundação anterior a 1967) é quase 30 vezes superior às firmas constituídas em 1982. Mesmo as firmas com mais anos de atividade mantêm uma grande defasagem de tamanho para com as empresas mais antigas. As 878 empresas mais antigas em 1982 representavam apenas 8% do número total de firmas, mas detinham 35% do faturamento total das 10.971 empresas do setor.

A mesma intensidade que se nota para a entrada de novas firmas parece acontecer na saída de empresas do setor. Durante o triênio 1980/82, por exemplo, observou-se a entrada de 2.435 novas empresas no setor, enquanto o número total de empresas recenseadas pelo Questionário DS-01 cresceu em apenas 298 empresas. Ou seja, 2.137 empresas parecem ter se retirado do setor nesse período. Essas estimativas devem, no entanto, ser olhadas com cautela, visto que outros fatores podem ter influenciado nesses resultados, principalmente aqueles relativos ao não respondimento de questionários por empresas menores, mudanças de endereços, etc.

7 - CARACTERÍSTICAS DA EVOLUÇÃO DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA

7.1 - Introdução

Nos capítulos anteriores, estabelecemos as bases para uma melhor compreensão da conduta e do desempenho das ETC. Este capítulo conclui nosso estudo sobre o setor analisando as características de sua evolução no tempo. Os principais aspectos a serem destacados incluem:

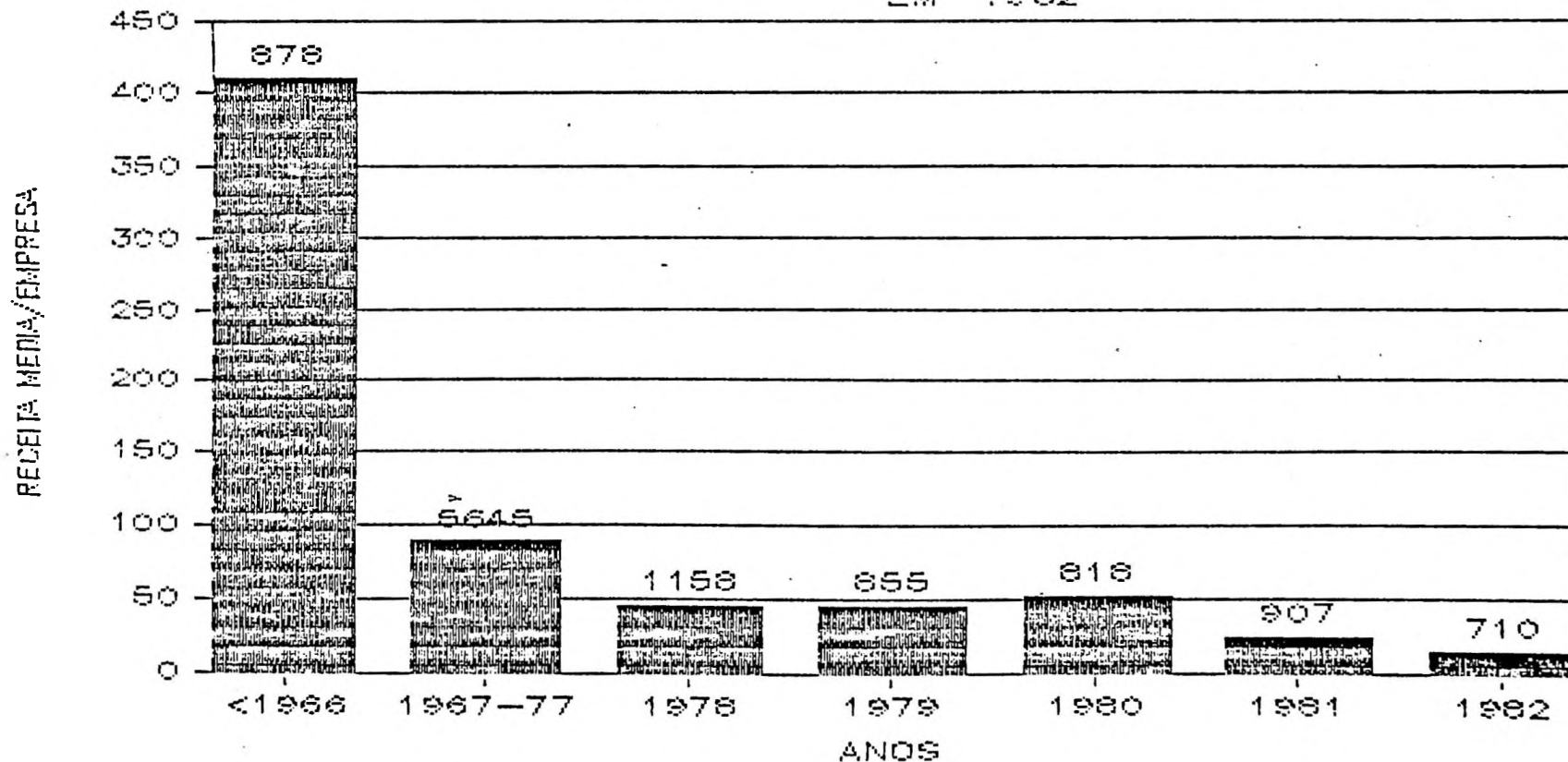
a) indicadores de crescimento do setor, comparando-os com o crescimento econômico do país como um todo;

b) o impacto das variações no crescimento econômico do país e preços dos principais insumos nos investimentos, na produtividade dos fatores de produção, e no tamanho médio das empresas;

FIGURA 6.1

RECEITA MEDIA/EMPRESA — ANO DE FUND

EM 1982*



* Receitas em Cr\$ milhões de 1982

c) distinguir as características da evolução das empresas com e sem itinerário fixo de linhas, tendo como principal motivação a maior mobilidade dos fatores de produção destas últimas empresas, conforme já destacado nas seções anteriores;

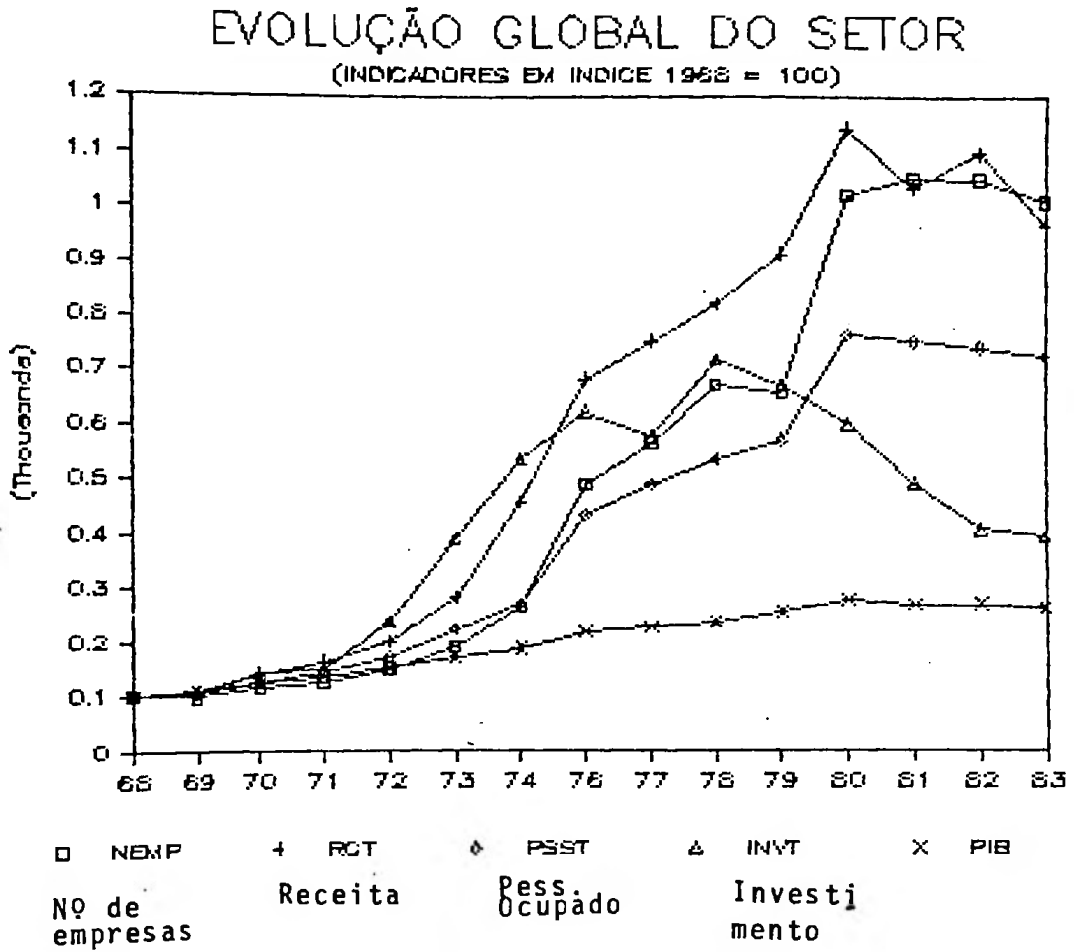
d) a evolução no uso e nos preços dos fatores de produção, em especial, do transportador autônomo.

A base de dados disponível para a análise proposta é proveniente do questionário anual sobre as empresas de transporte rodoviário, da Fundação IBGE (ver descrição no Capítulo 2). Os dados cobrem os anos de 1968 a 1983 (exceto 1975); nem todas as informações, porém, estão disponíveis para todos os anos. Em particular, nos anos anteriores a 1974, não foi possível distinguir entre as empresas com e sem itinerário fixo de linhas. Note-se, também, que a base de dados vai incorporando empresas à população recenseada tanto pelo nascimento de novas ETC, como pela inclusão de ETC existentes em anos anteriores que não constavam no cadastro de empresas. Este último tipo de incorporação é particularmente significativo para os anos de recenseamento, 1975 e 1980. Nestes há um crescimento do número de empresas fora dos padrões históricos. Por um lado, valores agregados de variáveis como receita, carga transportada e investimento não são afetados tão intensamente por essa maior incorporação de empresas, porque estas são, via-de-regra, de menor tamanho relativo. Por outro lado, indicadores por empresa (e.g., receita por empresa, pessoal ocupado por empresa, etc) devem ser olhados tendo em mente essa variação atípica no número de empresas. Graficamente, é como se a curva se deslocasse paralelamente, para cima ou para baixo, a partir do ano de incorporação dessas empresas; ou, algebricamente, como se a função que descreve o comportamento da variável em questão adquirisse um novo valor para o termo constante.

7.2 - O Crescimento Global do Setor

A Figura 7.1 descreve a evolução dos principais indicadores do setor constituído pelas empresas de transporte rodoviário de carga: número de empresas (NEMP); receita total (RCT); pessoal ocupado (PSST), investimento líquido total (INVT). A figura também apresenta a evolução do Produto Interno Bruto (PIB), no período 1968/83. Os valores da figura são expressos em termos de

FIGURA 7.1



Índice, tomando como base (=100) o ano de 1968; os valores absolutos correspondentes aos anos de 1968 e 1983 estão expostos na Tabela 7.1.

TABELA 7.1

EVOLUÇÃO GLOBAL DO SETOR

VARIÁVEL	1968	1983
Número de empresas (NEMP)	1 045	10 542
Receita total* (RCT)	5 980	57 606
Pessoal Ocupado (PSST)	29 868	216 331
Investimento total* (INVT)	763	3 019
Produto Interno Bruto* (PIB)	1 088 000	2 869 000

* Valores em Cz\$ milhões de 03/86.

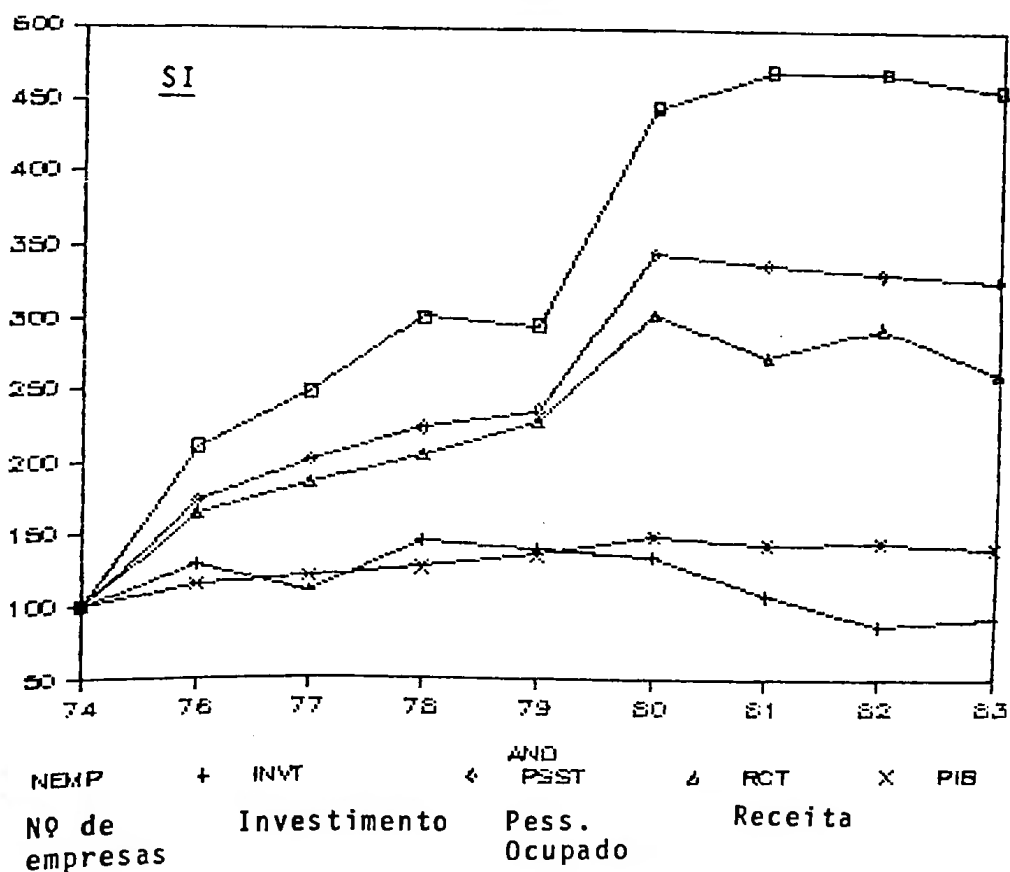
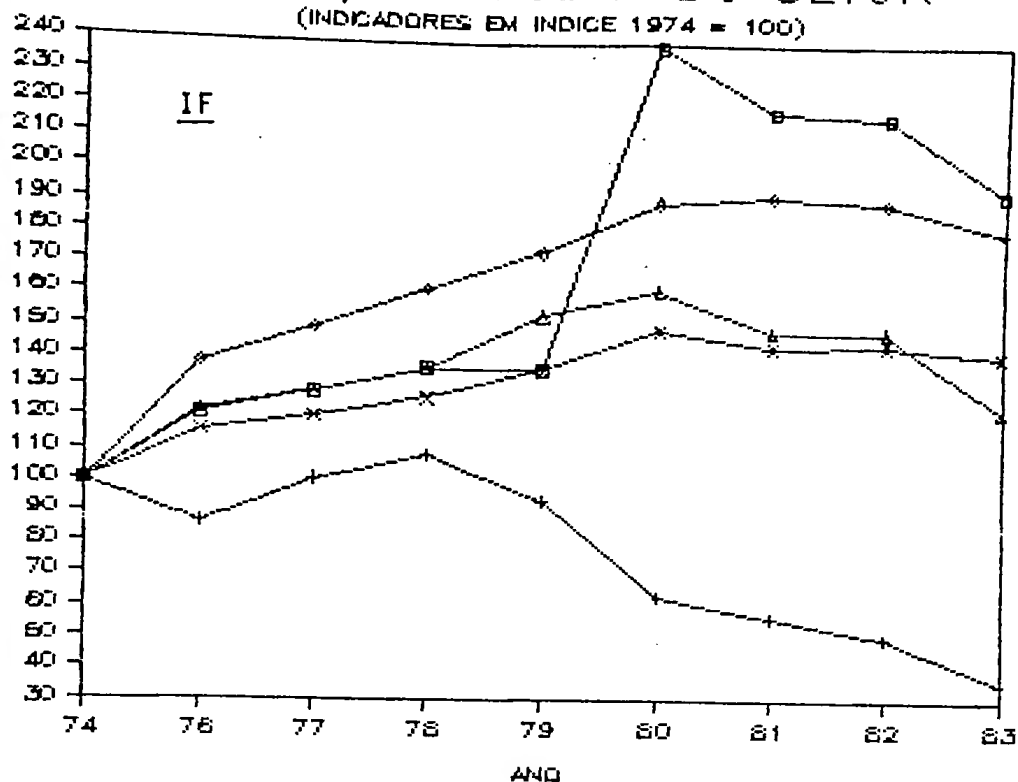
Os indicadores da Figura 7.1 revelam um fantástico crescimento do setor quando comparado com a evolução do PIB, principalmente no período de 1971 a 1980. O crescimento acelerado do mercado de serviços de transporte rodoviário possibilitou uma expansão ainda mais acelerada do setor, através, principalmente, da evolução dos transportadores autônomos mais capitalizados e empreendedores à constituição de suas próprias empresas. Assim, a receita do setor cresceu mais do que 10 vezes entre o período de 1968 (Cz\$ 5.980 milhões; ou seja, 0,55% do PIB) a 1980 (Cz\$ 68.329 milhões; ou seja, 2,3% do PIB). Já a partir de 1979, começamos a observar uma tendência de reversão dessa trajetória, com a queda dos investimentos, prosseguindo assim descendente até 1983. Nota-se, também, a partir de 1980/81, uma redução no número de empresas, na receita total e no pessoal ocupado pelo setor.

A Figura 7.2 apresenta os mesmos indicadores da Figura 7.1, agora desagregados por tipo de empresa: com linhas predominantemente de itinerário fixo (IF), e sem itinerário (SI). Podemos notar alguns contrastes interessantes entre esses dois grupos de empresas. Inicialmente, temos os investimentos do grupo IF que evoluem acompanhando o PIB entre 1974 e 1978, passando a cair vertiginosamente, desde então, de um índice aproximadamente igual a 110 para um

FIGURA 7.2

EVOLUÇÃO GLOBAL DO SETOR

(INDICADORES EM ÍNDICE 1974 = 100)



valor de 35 em 1983. Por sua vez, para o grupo SI, observa-se uma evolução dos investimentos muito semelhante àquela do PIB, com uma queda apenas modesta a partir de 1980. Uma possível explicação para esta diferença reside na necessidade relativamente maior de investimentos e sua menor mobilidade nas empresas de linhas com itinerário fixo, conforme já amplamente discutido no Capítulo 4. Essas empresas, portanto, devem portar-se com mais cautela nas suas decisões de investimento, assim como reagir mais fortemente a mudanças nas perspectivas do cenário macroeconômico. Pela mesma causa, provavelmente, podemos observar uma redução significativa do número de empresas IF no período 1980/83, com uma queda de mais de 40 pontos no índice respectivo (o número de empresas se reduz de 1.976 em 1980 para 1.592 em 1983). Enquanto isso, o número de empresas SI cresceu 3% nesse mesmo período.

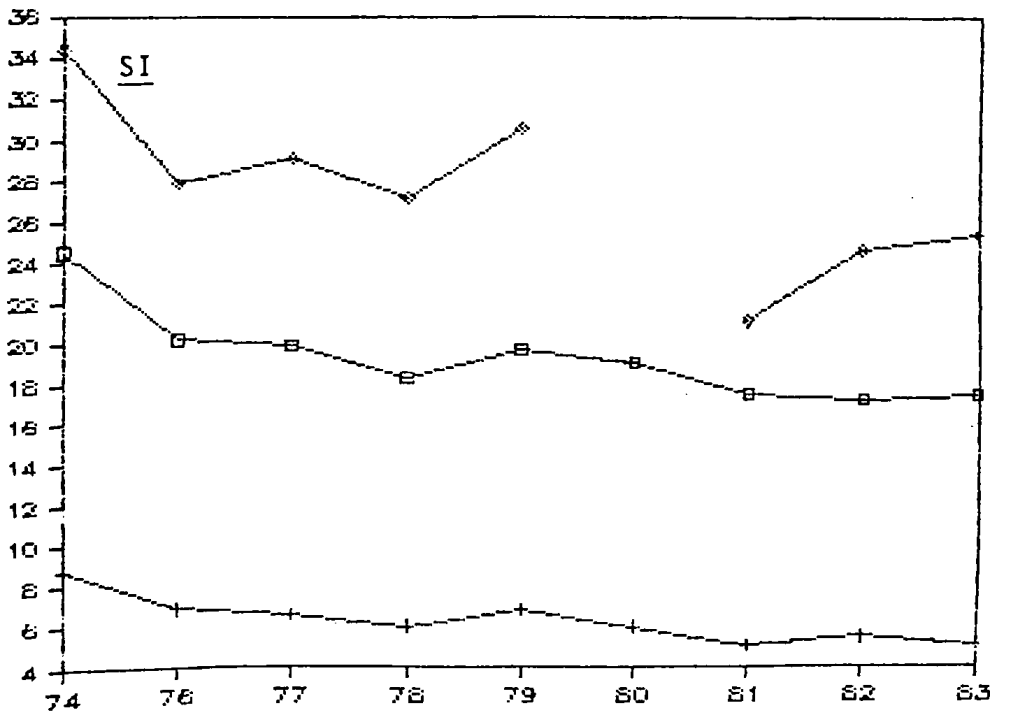
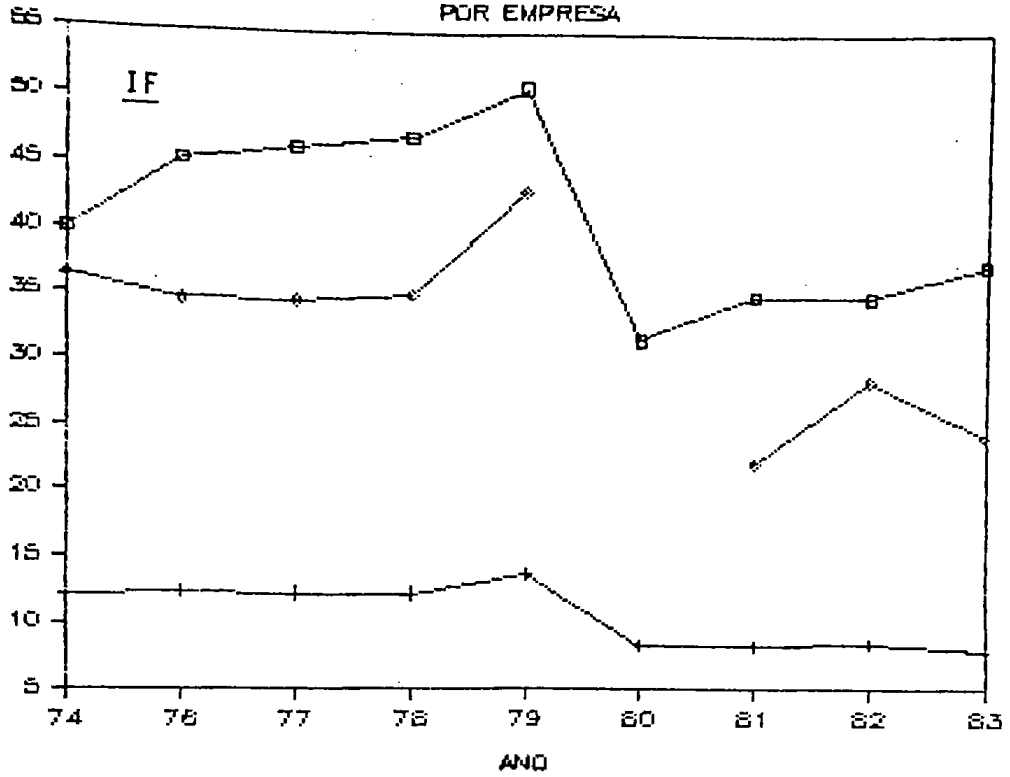
Outro aspecto importante a destacar é que a evolução da receita das empresas do grupo IF acompanhou a evolução do PIB, enquanto a evolução da receita do grupo SI superou por ampla margem o crescimento do PIB. Deve-se ressaltar que as empresas do grupo IF são mais influenciadas pelas variações no consumo final interno, e as empresas do grupo SI captam também variações nos investimentos na formação de capital, assim como exportações e importações não destinadas ao consumo final. Assim, vemos, por exemplo, no quadriênio 1980/83, caracterizado por uma flutuação no consumo final com altos (80/82) e baixos (81/83), uma flutuação semelhante e amplificada em intensidade na receita do grupo IF. Já no grupo SI essa flutuação é sentida com menos intensidade relativa.

7.3 - Evolução do Tamanho Médio das Empresas

A Figura 7.3 apresenta a evolução da receita, do pessoal ocupado e da carga transportada por empresa, no período de 1974 a 1983 (para o ano de 1980 não se dispõe do valor da carga transportada). De uma maneira geral, depreende-se da figura uma queda nos indicadores de tamanho das empresas do grupo SI. A receita por empresa decresceu de Cz\$ 8,4 milhões, em 1974, para algo em torno de Cz\$ 5 milhões, em 1983. Da mesma forma o pessoal ocupado e a carga transportada caem, respectivamente, de 24 pessoas e 34 mil toneladas por empresa, para 17 pessoas e 25 mil toneladas, no mesmo período. Essa queda pode ser explicada pela entrada de novas firmas no setor, suplantando o crescimento das firmas já existentes.

FIGURA 7.3

PESSOAL OCUP. , RECEITA E CARGA TRANSP. POR EMPRESA



□ PSST/NEMP (empregados/empresa)
 + RCT/NEMP (Cz\$ milhões/empresa)
 ◆ CGTT/NEMP (1000 tons/empresa)

Nas empresas com itinerários fixos (IF), a evolução dos indicadores expressa a entrada atípica de empresas no ano de 1980, já comentada anteriormente. Ao lado desse fenômeno, podemos constatar um crescimento do pessoal ocupado por empresa e contrastar uma relativa estabilidade da receita com as oscilações do volume de carga transportada a partir de 1979.

7.4 - Evolução dos Investimentos e da Produtividade dos Fatores

A Figura 7.4 apresenta a evolução da carga transportada por pessoa ocupada e por capacidade de carga de veículos possuídos pelo setor, no período de 1974 a 1983. Devemos destacar a significativa redução na produtividade desses dois fatores de produção nos anos de queda da atividade econômica do país (1981 e 1983). Note-se, também, que essas reduções são mais violentas nas empresas do grupo IF, devido à menor mobilidade dos fatores de produção. A maior facilidade do setor SI em se ajustar às variações na demanda por serviços pode ser observada em 1983, quando notamos apenas uma leve queda na produtividade dos veículos e até um ligeiro aumento na produtividade da mão-de-obra.

Na Figura 7.5 destaca-se a evolução dos investimentos, dos salários e das despesas financeiras por tonelada transportada. Observa-se uma relação inversa, tanto no grupo de empresas IF como SI, entre o aumento das despesas financeiras e a redução nos investimentos por unidade de carga transportada, a partir de 1978/79. Nas empresas IF as despesas financeiras por tonelada transportada sobem de Cz\$ 7 para Cz\$ 14, enquanto os investimentos caem de Cz\$ 50 para Cz\$ 16, no período 1974/83. Nas empresas do grupo SI, os investimentos por unidade de carga transportada eram 9 vezes maiores do que as despesas financeiras, em 1974. Já em 1983, essa relação é apenas de 1,5. Esse fato contrasta com a relativa constância das despesas com salário por tonelada transportada no mesmo período.

O grande crescimento observado nas despesas financeiras por tonelada transportada pode ter sua origem tanto num aumento do custo do capital (nominal: inflação mais taxa de juros real), como também numa mudança na proporção relativa de financiamento dos ativos das empresas entre capital próprio ou de terceiros. Infelizmente, a ausência de dados sobre a composição do passivo das ETC não nos permite investigações mais profundas sobre esse assunto.

FIGURA 7.4

CARGA TRANSPORTADA TOTAL

POR PESSOAL OCUP. E CAPAC. DE CARGA

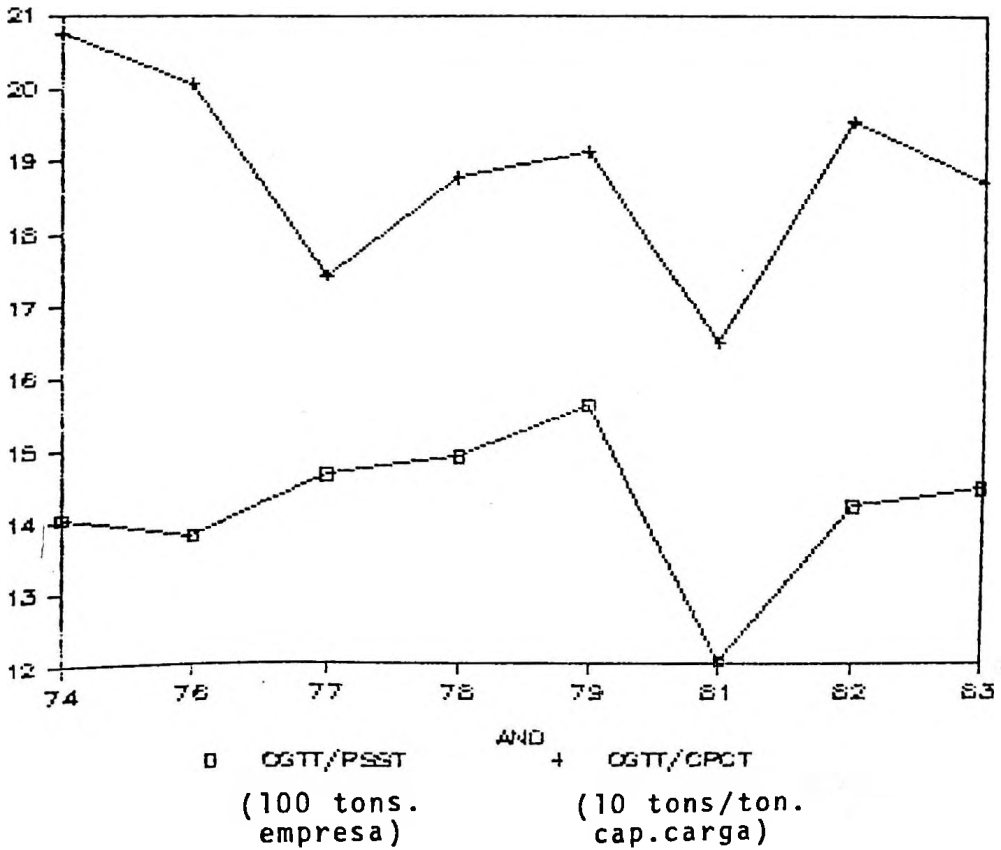
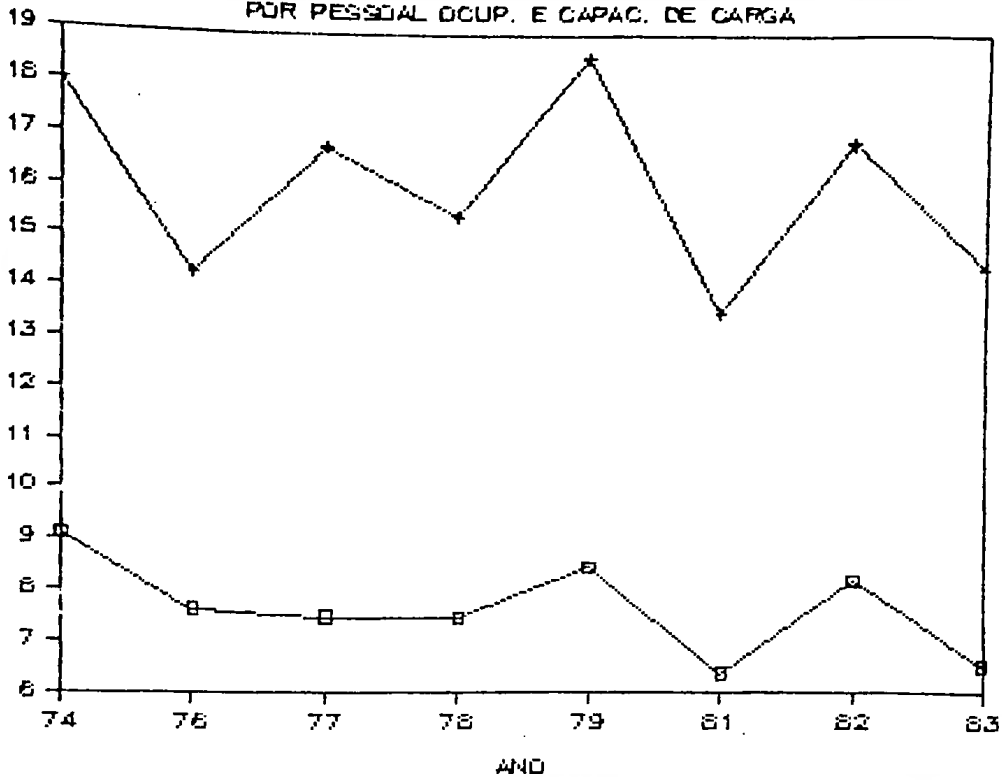
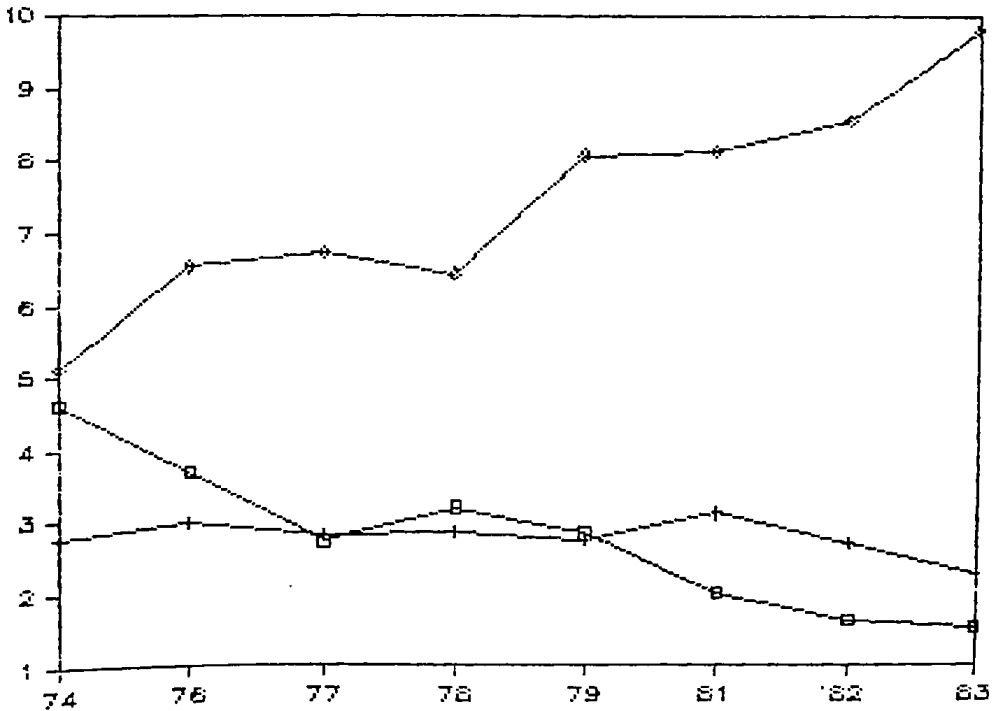
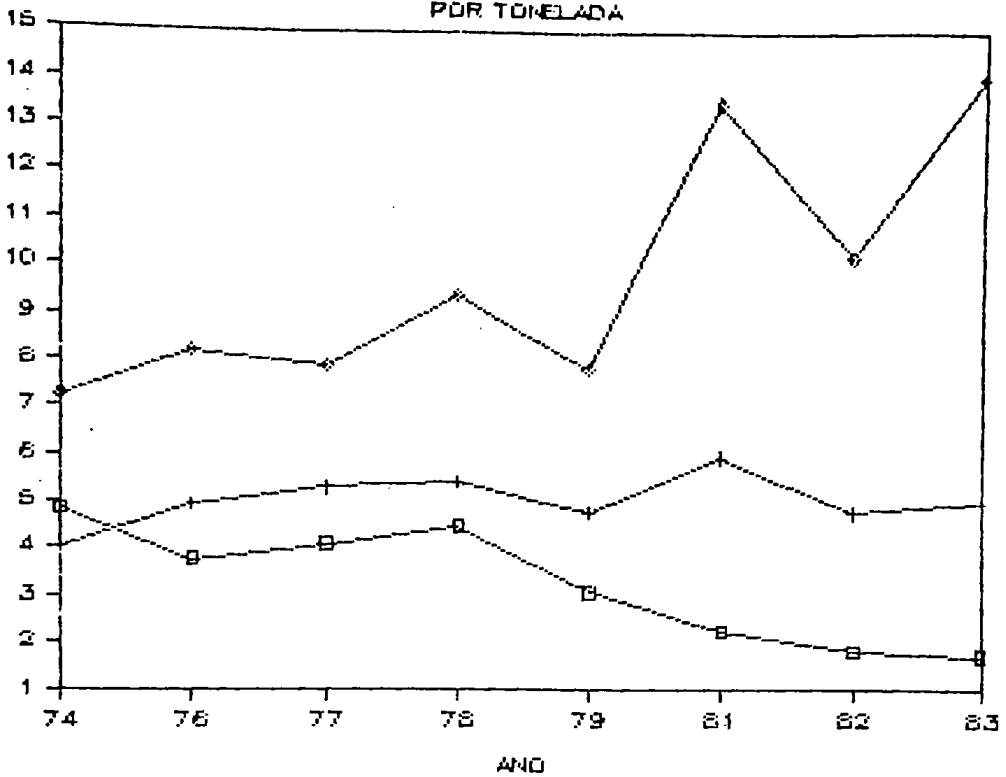


FIGURA 7.5

INVEST., SALARIO E DESP. FINANCEIRA

POR TONELADA



□ INVT/CGTT + ^{ANO} SLRT/CGTT ◊ DSGFNN/CGTT
 Investimento Salários Desp. Financeiras
 (10 Cz\$/ton) (10 Cz\$/ton) (Cz\$/ton)

7.5 - Evolução dos Preços e da Demanda pelos Fatores de Produção

A Figura 7.6 apresenta a evolução das despesas com transportadores autônomos (carreiros), combustíveis e lubrificantes, e salários por tonelada transportada, bem como do preço médio do diesel, no período de 1974 a 1983. O maior destaque é para a queda acentuada das despesas com carreiros, o que pode significar um uso menos intensivo desse fator de produção e/ou uma queda no seu custo unitário. Há evidências, entretanto, de que tal fato se deve, principalmente, a um menor uso do carreiro pelas ETC, motivado, em parte, por uma menor disponibilidade de capacidade autônoma, e por um aumento da frota própria das empresas.

Outro destaque é para a maior intensidade na utilização de mão-de-obra e energia por parte das empresas do grupo IF. Enquanto os custos unitários desses insumos para o grupo SI variam em torno de Cz\$ 30, o grupo IF dispende, por tonelada transportada, Cz\$ 50 com mão-de-obra e Cz\$ 40 com combustíveis e lubrificantes. A maior predominância de empresas de carga fracionada no grupo IF, faz com que este seja mais intensivo no uso de mão-de-obra. Por outro lado, estas empresas também ofertam, tipicamente, um melhor nível de serviço, utilizam-se de veículos menores no trecho rodoviário, e ainda necessitam prestar serviços de coleta/entrega de lotes de carga. Todos esses fatores contribuem para um uso mais intensivo de energia nas empresas com itinerário fixo. Outras razões para um maior consumo unitário de energia podem residir nas características das rotas, densidade de tráfego nas linhas, ou ainda na proporção dos diversos tipos de produtos transportados.

8 - CONCLUSÃO

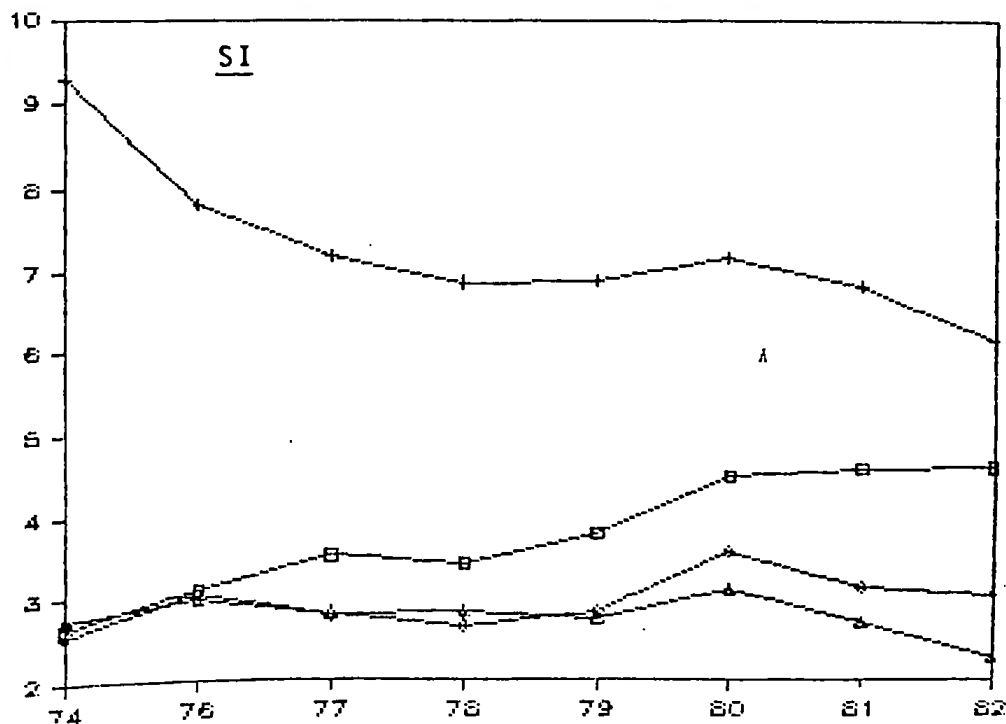
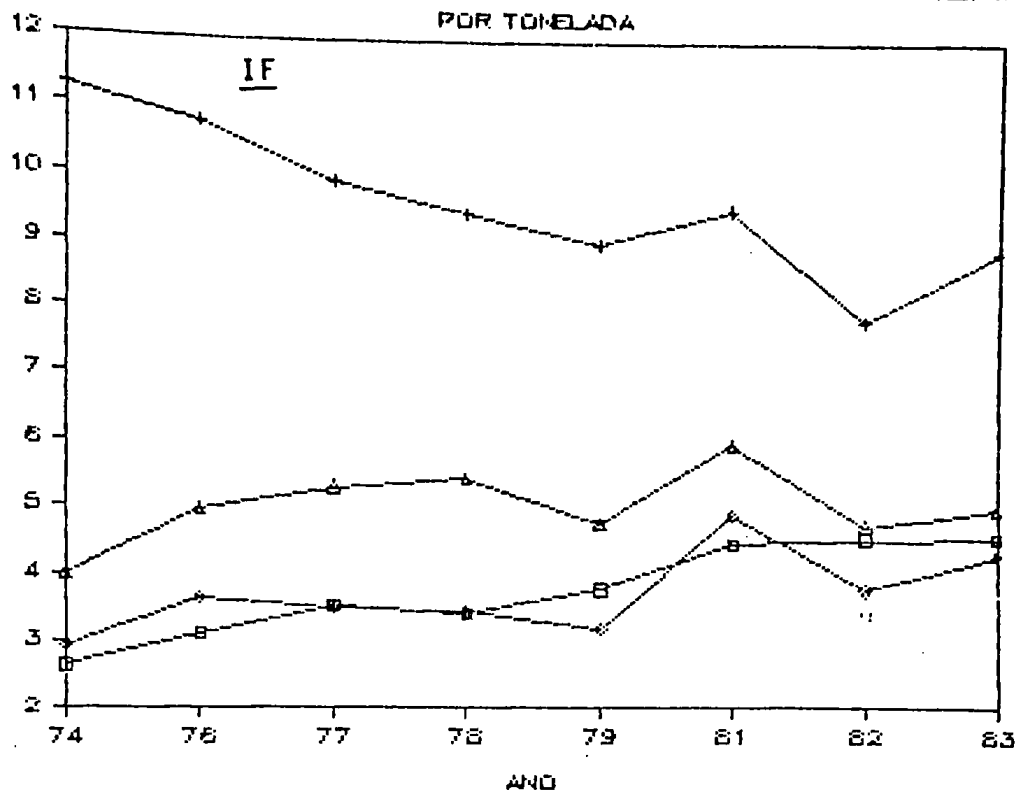
8.1 - Principais Resultados

O objetivo deste estudo foi avançar no conhecimento da estrutura e do desempenho econômico do segmento do transporte rodoviário de carga constituído pelas Empresas de Transporte Comercial (ETC). A partir de uma metodologia seguida em estudos de organização industrial, os principais aspectos investigados incluíram:

- a definição do produto de transporte e estratificação do setor em subgrupos mais homogêneos, a partir dos condicionantes estruturais impostos pela demanda por serviços;

FIGURA 7.6

DESPEZA CARR., COMB. E LUBRIF E SALARIO



PREÇO MÉDIO
DIESEL
(Cz\$)

+ DESOCRR/CGTT
Desp. Carreiro
(10 Cz\$/ton)

◇ DESOCML/CGTT
Desp. Combustível
(10 Cz/ton)

△ SLRT/CGT
Desp. Salários
(10 Cz/ton.)

- os condicionantes tecnológicos à produção de serviços de transporte - em particular, as dimensões das barreiras à entrada de novas firmas, e à mobilidade dos fatores de produção;

- a estrutura de custo de uma ETC no curto e no longo prazo, focalizando custos fixos e variáveis no curto prazo e as possibilidades abaixo dos custos marginais de longo prazo, bem como a estimação de função de custo de longo prazo, considerando economias de escala e de densidade, e economias oriundas das características da malha de transporte;

- a estrutura de mercado e a rentabilidade das empresas, com atenção especial aos limites impostos pelo tamanho do mercado à expansão das empresas tanto em número como em tamanho, ao impacto das características do mercado na rentabilidade das empresas, e à dinâmica de entrada e saída de empresas do setor;

- a evolução dos principais indicadores operacionais e financeiros, destacando o crescimento global do setor, a evolução dos investimentos, do tamanho médio das empresas, da produtividade e do uso dos fatores de produção.

No Capítulo 3 constatamos que, a partir dos condicionantes impostos pela demanda por serviços de transporte tais como tipo de produto, tamanho de lote, origem/destino, distribuição e densidade dos fluxos de transporte, qualidade do serviço desejado, etc., podemos segmentar o setor de transporte rodoviário de carga em diversos subsetores com características e desempenho bastante distintos. Assim, limitados pela disponibilidade de dados, propusemos cinco dimensões para diferenciar entre as empresas do setor: (a) tipo de carga ou equipamento predominante; (b) tipo de linha predominante; (c) extensão total e número de linhas; (d) tamanho médio de lote; (e) e, qualidade do serviço, medida indiretamente através dos gastos com prêmios de seguro de mercadorias, por serem estes proporcionais ao valor unitário destas. Observou-se um alto grau de especialização das empresas em suas atividades: o setor de fato é constituído por segmentos quase estanques, pelo menos no curto prazo.

Do ponto de vista tecnológico, detectamos também evidências de amplas diferenças entre as ETC. No início da escala de tamanho dessas empresas encontramos pequenas empresas que se concentram no transporte de lotes de carga inteira, com investimentos quase que exclusivamente em veículos. A seguir,

surgem empresas de médio porte, que no caso de carga fracionada, se concentrariam em linhas preponderantemente regionais de baixa densidade de tráfego, apresentando investimentos balanceados entre veículos e instalações. No extremo dessa distribuição, encontramos as grandes empresas inter-regionais, oferecendo ampla cobertura geográfica e com investimentos em instalações fixas superando, por ampla margem, os investimentos em veículos. Pode-se explicar, em parte, esse menor investimento em veículos pelo maior uso do transportador autônomo por parte das empresas inter-regionais. Grosso modo, porém, a magnitude dos investimentos requeridos para a atividade é muito inferior àquela requerida em outros modos de transporte ou em atividades industriais.

Foram também detectadas economias de densidade tanto para o capital imobilizado em veículos como em instalações fixas. Por um lado, esse resultado pode indicar possíveis ganhos em termos de custo, obtíveis através de uma redução do número de empresas em cada mercado. Por outro, pode também significar que o crescimento das empresas pode estar sendo limitado pelo tamanho do mercado servido e pelas demais características da demanda.

A estrutura de custos das ETC, analisada no Capítulo 5, apresenta uma fração ponderável de custos fixos, no curto prazo, dando margem à cobrança de tarifas até 40% inferiores aos custos marginais de longo prazo. No longo prazo, os custos exibem fortes evidências de economias de densidade, decrescentes com o volume produzido e com a extensão média das linhas, porém ainda significativas para os valores do extremo superior da amostra (empresas inter-regionais produzindo acima de 1 bilhão de toneladas-quilômetro). A estimação de uma função de demanda derivada por óleo diesel também revelou fortes evidências de economias de densidade, assim como de redução do consumo com a extensão média do percurso. Por outro lado, há deseconomias no consumo de óleo diesel com relação à extensão total das linhas servidas pelas empresas. Quanto ao uso do transportador autônomo, as estimações indicaram que seu uso cresce rapidamente com o volume de carga transportado e com a extensão média das linhas.

A análise da estrutura de mercado revelou um razoável grau de concentração em todos os seus subsetores. A estrutura de mercado encontrada de fato não se assemelha a uma estrutura competitiva. Muito pelo contrário, os subsectores se caracterizam pela existência de um pequeno grupo de grandes empresas, co-existindo com um relativamente grande número de pequenas empresas. Mais ain

da, conforme o tamanho do mercado servido aumenta, o tamanho das empresas maiores cresce significativamente, enquanto o tamanho médio, em geral, permanece praticamente constante. Isso sugere um tipo de estrutura de mercado em que as grandes empresas se concentrariam nos fluxos de tráfego com maior densidade, tendo seu crescimento limitado pelo do tamanho do mercado servido, ou pela expansão da área de atuação, seja pela incorporação ou fusão de empresas ou pela expansão de capacidade e prática de preços mais competitivos (ou predatórios). Por sua vez, as empresas menores explorariam "nichos" do mercado, na forma de fluxos menos densos ou regulares, serviços mais especializados e/ou atendimento a usuários de menor porte.

Foram encontradas evidências de que a rentabilidade de uma ETC é afetada diretamente tanto pelo grau de concentração do mercado, como pela fração do mercado detida pela empresa. Não foi encontrada, contudo, correlação significativa entre o tamanho da empresa (medido pela receita operacional) e sua rentabilidade.

Outro aspecto interessante da estrutura de mercado do setor é a variação do tamanho das empresas de acordo com o ano de fundação. As 878 empresas com mais de 16 anos de fundação, em 1982, representaram apenas 8% do número total de firmas, enquanto detinham 35% do faturamento total das 10.971 empresas do setor. Um número relativamente alto de empresas entram e saem do setor anualmente (cerca de 5 a 10% do número total de empresas). Em princípio, as reduzidas barreiras à entrada encontradas no Capítulo 4, mormente no setor de carga inteira sem itinerário fixo, constituem uma explicação para esse fenômeno. Por outro, a relativa facilidade com que transportadores autônomos e empresas de carga própria podem constituir empresas de transporte seria uma outra explicação.

O setor teve um crescimento nos últimos 16 anos que suplantou, muitas vezes, o crescimento econômico do país. Uma análise mais detalhada, no entanto, revelou que as empresas sem itinerário fixo lideraram esses investimentos. As empresas com itinerário fixo, por sua vez, pela menor mobilidade e maior magnitude de seus investimentos, reagem com muito maior intensidade às perspectivas macroeconômicas. O tamanho médio das empresas reduziu-se ligeiramente no período considerado, em função da entrada de novas empresas de pequeno porte. Outro fato da maior importância foi a vertiginosa queda dos investimentos, associada ao igualmente intenso crescimento das despesas financeiras do setor, a

partir de 1978. Observou-se também uma violenta queda nas despesas com o transportador autônomo, a partir de 1974, principalmente nas empresas sem itinerário fixo.

8.2 - Implicações dos Resultados para a Política Setorial

Alguns mitos sobre o transporte rodoviário de carga, no segmento das empresas transportadoras (ETC), devem ser reconsiderados ante os resultados obtidos neste estudo. Longe da situação de um mercado homogêneo, com custos unitários constantes e competitivos, o setor constituído pelas ETC revelou-se bastante heterogêneo, com fortes evidências de economias de escala, apresentando índices de concentração por vezes elevados. Mais ainda, as empresas líderes em seus subsetores parecem ser limitadas no seu crescimento em parte pelo próprio tamanho do mercado. Já as empresas de menor porte revelaram taxas de nascimento e mortalidade expressivas, face às baixas barreiras à entrada e à saída, principalmente no setor de carga inteira sem itinerário fixo. Além disso, o fator de produção mais importante das ETC - o transportador autônomo - vem sofrendo uma queda substancial em sua utilização.

Quais subsídios podemos tirar desses resultados para alimentar uma política setorial que estimule a eficiência econômica de curto e longo prazos no transporte rodoviário de carga, principalmente no que tange aos aspectos de sua regulamentação? Um primeiro ensinamento seria que estamos ainda muito longe, em termos de conhecimento, para podermos intervir conscientemente na intrincada malha econômica do TRC. Qualquer política mais audaciosa que contemplasse indistintamente todos os segmentos desse setor estaria fadada a induzir sérias ineficiências econômicas.

Limitar, por exemplo, a entrada de novas firmas no setor pode levar a um atendimento ruim ou inexistente de mercados menos densos e/ou atrativos para as empresas já constituídas. Por outro lado, é possível que medidas que estimulassem um crescimento no tamanho médio das ETC tivessem uma contrapartida em termos de ganhos em economias de escala com redução nos custos para os usuários. É possível que esse crescimento não esteja ocorrendo na forma ou na velocidade desejada em função da prática de preços predatórios, em épocas de menor atividade econômica, que inibe investimentos e descapitaliza o setor. Da mesma forma, os transportadores autônomos - mais vulneráveis a flutuações per-

versas de preços - na medida em que reduzem sua participação na oferta de transporte, levam as ETC a um esforço ainda maior de investimento, para alcançar o mesmo incremento na capacidade produtiva.

Se, por um lado, políticas restritivas à entrada de novas firmas, ou à expansão de capacidade e/ou à atuação geográfica de empresas parecem ser, no mínimo, questionáveis, por outro, políticas que fortaleçam os investimentos no setor podem ter efeitos benéficos a longo prazo. Entre essas políticas podemos destacar: (a) linhas de crédito com prazos, juros e parcela financiada compatíveis com os investimentos e, principalmente, acessíveis aos transportadores autônomos; (b) incentivos fiscais, do tipo depreciação acelerada, para investimentos em veículos e instalações por parte das empresas; (c) fixação de tabela mínima de frete a ser paga a transportadores autônomos, tanto por ETC quanto por embarcadores diretos; etc.

As possíveis vantagens dessas políticas seriam reduzir as flutuações (e quedas acentuadas) nos investimentos do setor, garantindo a estabilidade da estrutura de transporte do país. Ademais, viria reforçar a classe do transportador autônomo, o maior sustentáculo do transporte rodoviário de carga, visivelmente incapaz de fazer investimentos e manter sua participação no setor. A manutenção da frota de autônomos é fundamental para o atendimento da demanda de transporte no país, principalmente nos picos sazonais de safras, importações, etc., devida à maior flexibilidade destes para se deslocarem entre regiões.

No campo da pesquisa econômica sobre o transporte rodoviário de carga os maiores esforços devem ser dirigidos para um amplo estudo sobre os transportadores autônomos e sobre as empresas de carga própria, ambos segmentos praticamente desconhecidos. No âmbito das ETC, sugerimos ampliar o estudo de custos aqui realizado para as empresas sem itinerário fixo. Outra área de grande interesse seria analisar o processo de formação e crescimento das ETC, os tipos de modelos gerenciais mais comuns e as estratégias de mercado dessas empresas.

BIBLIOGRAFIA

- BAILEY, E. E. and FRIEDLAENDER, A. F. Market structure and multiproduct industries. Journal Economic Literature, Nashville, 20 (3): 1024-48, Sep.1982.
- BAIN, J.S. Industrial organization. New York, Wiley and Sons, 1968.
- BAUMOL, W. J. and VINOD, H.D. An inventory-theoretic model of freight transport demand. Management Science, Providence, 16 (7): 413-21, Mar.1970.
- BRAGA, H.C., Determinantes do desempenho da indústria brasileira: uma investigação econométrica. Rev.Bras.de Economia, Rio de Janeiro, 33 (4): 501-70, out/dez.1979.
- CHENERY, H. Engineering production functions. Quarterly Journal of Economics, New York, 63, 507-31, Nov.1949.
- CHIANG, S. J.W. Economies of scale and scope in multiproduct industries: a case study of the regulated U.S. trucking industry. Cambridge, Mass., 1981. Tese (Ph.D) Massachusetts Institute of Technology.
- CHIANG, S. J. W. and FRIEDLAENDER, A.F. Output aggregation, network effects, and the measurement of trucking technology. The Review of Economics and Statistics, Amsterdam, 66 (2): 267-82, May 1984.
- DE NEUFVILLE, R. and MARKS, D. Systems Planning and Design: case studies in modelling, optimization and evaluation. Englewood-Cliffs, Prentice-Hall, 1974. p.51-60.
- DICER G. N. Economies of scale and motor carrier optimum size. Quarterly Review of Economics and Business, Urbana, 11 (1): 31-7, Spring 1971.
- FRIEDMAN, M. Price theory: a provisional text. Chicago, Aldine Ress Co.1962.
- HARMATUCK, D.G. A motor carrier joint cost function; a flexible functional form with activity prices. Journal of Transport Economics and Policy, London, 15 (2), 1981.
- LADSON, M. and STOGA, A. Returns to scale in the U.S. trucking industry. Southern Economic Journal, Chapel Hill, N.C., 40 /3): 390-96, Jan.1974.
- LAWRENCE, M. Economies of scale in the general freight common carrier industry additional evidence. Transportation Research Forum Proceedings - 7th Annual Meeting, Richard B.Cross Co. 1976.

- MEYER, J.R. Keeping the railroads on track. Technology Review, Cambridge, Mass., Feb./Mar. 1984.
- MEYER, J.R., PECK, M., STENANSON, J., and ZWICK, C. The economics of competition in the transportation industries. Cambridge, Harvard, Univ. Press, 1960.
- MEYER, J. R. and KRAFT, G. The evaluation of statistical costing as applied in the transportation industry. American Economic Review, Nashville, 51: 313-34, May 1961.
- MILGRIM, H. and 'DAS, C. Choice of transport service: an inventory theoretic approach. The Logistics and Transportation Review, Vancouver, 10, 1974.
- MOSES, L. and LAVE, L. Cost benefit analysis for inland navigation improvements. Evanston, Ill., Northwestern Univ., 1970.
- RECK, G. Análise econômica das empresas de transporte rodoviário de carga. Rio de Janeiro, 1983. Tese (M) Univ.Fed.do Rio de Janeiro.
- SHIRLEY, R.E. Analysis of motor carrier cost formulae developed by Interstate commerce Commission. Transportation Journal, Chicago, 8, Spring 1969.
- SMITH, V.L. Capital investment in the trucking industry. Cambridge, 1955. Tese (Ph.D) Harvard Univ., não publicada.
- SMYKAY, E.W., Physical distribution management. New York, Macmillan Publ.Co., 1973.
- SPADY, R. and FRIEDLAENDER, A. Econometric estimation of cost functions in the transportation industries. Cambridge, Mass., MIT, Center por Transportation Studies, 1976. (Report 76-13).
- SPYCHALSKY, J. Criticisms of regulated freight transport: Do economists perceptions conform with institutional realities. Transportation Journal, Chicago, 14, Spring 1975.
- STIGLER, G. J. The division of labor is limited by the extent of the market. Journal of Political Economy, Chicago, 59: 185-93, June 1951.
- TAFF, C.A. Commercial motor transportation. Homewood, Ill., Richard D. Irwin, 1969.
- TAFF, C.A. Management of traffic and physical distribution. Homewood, Ill., Richard D. Irwin, 1969.

WATERS, W. Statistical costing in transportation. Transportation Journal, Chicago, Spring 1976.

WARNER, S. Cost models, measurement errors, and economies of scale in trucking. In: THE COST of trucking: econometric analysis. Dubuque, William C. Brown Co., 1965.

WILSON, G.W. On the output unit in transportation. Land Economics, Madison, 35: 266-76, Aug. 1959.

WYCKOFF, D. Factors promoting concentration of motor carriers under deregulation. Transportation Research Forum, 1974.

ANEXO A.1

TABELA 4.4
 MODELO LOG-LINEAR PARA ESTIMACAO DO TAMANHO DA FROTA DE VEICULOS
 ANO 1981 - VARIABEIS NA FORMA LOGARITMICA

DEP VARIABLE: IMBMTQ IMOBILIZADO EQUIVALENTE EM VEICULOS
 ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	12	926.88785	77.24065418	65.559	0.0001
ERROR	614	723.40597	1.17818563		
C TOTAL	626	1650.29382			
ROOT MSE		1.085443	R-SQUARE	0.5617	
DEP MEAN		16.212	ADJ R-SQ	0.5531	
C.V.		6.695304			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	7.27009354	0.43875286	16.570	0.0001	INTERCEPT
TKMIF	1	0.59917193	0.03386197	17.695	0.0001	TONELADAS-QUILOMETRO - L. IT. FIXO
EMLNT	1	-0.40202199	0.05433303	-7.399	0.0001	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	0.19485440	0.04180282	4.661	0.0001	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
SGRTKM	1	0.22435924	0.02708790	8.283	0.0001	DESP. C/ SEGURO DE MERCADORIAS POR TKM
DNORTE	1	0.54046152	0.29894360	1.808	0.0711	DUMMY - REGIAO NORTE
DNOEST	1	-0.17471232	0.18459766	-0.946	0.3443	DUMMY - REGIAO NOROESTE
OSUL	1	0.20591974	0.10470410	1.967	0.0497	DUMMY - REGIAO SUL
DCOEST	1	0.07483469	0.24226625	0.309	0.7575	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE
DCL	1	0.19862199	0.12745444	1.558	0.1197	DUMMY - CARGA LIQUIDA PREDOMINANTE
DCF	1	0.87845122	0.23410672	3.752	0.0002	DUMMY - CARGA FRIGORIFICADA PREDOM.
DCB	1	0.000266543	0.26376071	0.001	0.9992	DUMMY - VEICULOS BASCULANTES PREDOM.
DAT	1	-1.38382182	1.10092776	-1.257	0.2092	DUMMY - CARGA AUTOMOVEIS PREDOMIN.

ANEXO A.1

TABELA 4.4
 MODELO LOG-LINEAR PARA ESTIMACAO DO TAMANHO DA FROTA DE VEICULOS
 ANO 1983 - VARIAVEIS NA FORMA LOGARITMICA

DEP VARIABLE: IMBMTQ IMOBILIZADO EQUIVALENTE EM VEICULOS
 ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	12	945.84423	78.82035282	55.991	0.0001
ERROR	510	717.94715	1.40773951		
C TOTAL	522	1663.79139			
ROOT MSE		1.186482	R-SQUARE	0.5685	
DEP MEAN		17.67205	ADJ R-SQ	0.5583	
C.V.		6.713889			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	8.34165485	0.57802592	14.431	0.0001	INTERCEPT
TKMIF	1	0.67922864	0.04200196	16.171	0.0001	TONELADAS-QUILOMETRO - L. IT. FIXO
EMLNT	1	-0.57145419	0.06539499	-8.739	0.0001	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	0.21638163	0.04997713	4.330	0.0001	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
SGRTKM	1	0.13706068	0.03557466	3.853	0.0001	DESP. C/ SEGURO DE MERCADORIAS POR TKM
DNORTE	1	0.31252782	0.34623008	0.903	0.3671	DUMMY - REGIAO NORTE
DNDEST	1	0.18800358	0.22201958	0.847	0.3975	DUMMY - REGIAO NORDESTE
DSUL	1	0.22261399	0.12929203	1.722	0.0857	DUMMY - REGIAO SUL
DCOEST	1	0.86705147	0.34036061	2.547	0.0111	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE
DCL	1	-0.12678422	0.16283671	-0.779	0.4366	DUMMY - CARGA LIQUIDA PREDOMINANTE
DCF	1	-0.08499573	0.23443000	-0.363	0.7171	DUMMY - CARGA FRIGORIFICADA PREDOM.
DCB	1	0.46329410	0.38899672	1.191	0.2342	DUMMY - VEICULOS BASCULANTES PREDOM.
DAT	1	0.16534377	1.19581348	0.138	0.8901	DUMMY - CARGA AUTOMOVEIS PREDOMIN.

ANEXO A.1

TABELA 4.4
 MODELO LOG-LINEAR PARA ESTIMACAO DO TAMANHO DA FROTA DE VEICULOS
 ANO 1981 - VARIAVEIS NA FORMA LOGARITMICA LOG(VAR+1)

DEP VARIABLE: IMBMTEQ IMOBILIZADO EQUIVALENTE EM VEICULOS
 ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	12	4646.87327	387.23944	87.677	0.0001
ERROR	1772	7826.35370	4.41667816		
C TOTAL	1784	12473.22697			
ROOT MSE		2.101589	R-SQUARE	0.3725	
DEP MEAN		15.20001	ADJ R-SQ	0.3683	
C.V.		13.82624			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	8.60633211	0.34823005	24.715	0.0001	INTERCEPT
TKMIF	1	0.56076773	0.03555707	15.771	0.0001	TONELADAS-QUILOMETRO - L. IT. FIXO
EMLNT	1	-0.51632785	0.06379859	-8.093	0.0001	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	0.23769244	0.05384998	4.414	0.0001	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
SGRTKM	1	0.11203845	0.02601741	4.306	0.0001	DESP. C/ SEGURO DE MERCADORIAS POR TKM
DNORTE	1	1.37147087	0.36927347	3.714	0.0002	DUMMY - REGIAO NORTE
DNDEST	1	0.04823150	0.17442822	0.277	0.7822	DUMMY - REGIAO NORDESTE
DSUL	1	0.39387130	0.12901840	3.053	0.0023	DUMMY - REGIAO SUL
DCOEST	1	0.49906494	0.24594072	2.029	0.0426	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE
DCL	1	0.07858040	0.12052277	0.652	0.5145	DUMMY - CARGA LIQUIDA PREDOMINANTE
DCF	1	-4.31616886	0.22619410	-19.082	0.0001	DUMMY - CARGA FRIGORIFICADA PREDOM.
OCB	1	0.04783303	0.28406039	0.168	0.8663	DUMMY - VEICULOS BASCULANTES PREDOM.
DAT	1	-1.08717897	1.49394538	-0.728	0.4669	DUMMY - CARGA AUTOMOVEIS PREDOMIN.

ANEXO A.1

TABELA 4.4
 MODELO LOG-LINEAR PARA ESTIMACAO DO TAMANHO DA FROTA DE VEICULOS
 ANO 1982 - VARIAVEIS NA FORMA LOGARITMICA LOG(VAR+1)

DEP VARIABLE: IMBMTQ IMOBILIZADO EQUIVALENTE EM VEICULOS
 ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	12	7123.71914	593.64326	105.896	0.0001
ERROR	1759	9860.77711	5.60589943		
C TOTAL	1771	16984.49624			
ROOT MSE		2.367678	R-SQUARE	0.4194	
DEP MEAN		15.66424	ADJ R-SQ	0.4155	
C.V.		15.11518			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	8.31254854	0.41621917	19.972	0.0001	INTERCEPT
TKMIF	1	0.63837385	0.04079207	15.649	0.0001	TONELADAS-QUILOMETRO - L. IT. FIXO
EMLNT	1	-0.64413042	0.07455969	-8.639	0.0001	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	0.30984523	0.06151732	5.037	0.0001	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
SGRTKM	1	0.11166133	0.02857353	3.908	0.0001	DESP. C/ SEGURO DE MERCADORIAS POR TKM
DNORTE	1	1.04611674	0.40450578	2.586	0.0098	DUMMY - REGIAO NORTE
DNDEST	1	0.44010797	0.20745698	2.121	0.0340	DUMMY - REGIAO NORDESTE
DSUL	1	0.32353026	0.14607648	2.215	0.0269	DUMMY - REGIAO SUL
DCOEST	1	0.17004399	0.27329532	0.651	0.5148	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE
DCL	1	-0.03295316	0.13498328	-0.244	0.8072	DUMMY - CARGA LIQUIDA PREDOMINANTE
DCF	1	-5.32136710	0.23573187	-22.574	0.0001	DUMMY - CARGA FRIGORIFICADA PREDOM.
DCB	1	-0.002880790	0.32736172	-0.009	0.9930	DUMMY - VEICULOS BASCULANTES PREDOM.
DAT	1	-0.68972391	1.06358894	-0.648	0.5168	DUMMY - CARGA AUTOMOVEIS PREDOMIN.

ANEXO A.1

TABELA 4.4
 MODELO LOG-LINEAR PARA ESTIMACAO DO TAMANHO DA FROTA DE VEICULOS
 ANO 1983 - VARIAVEIS NA FORMA LOGARITMICA LOG(VAR+1)

DEP VARIABLE: IMBMTQ IMOBILIZADO EQUIVALENTE EM VEICULOS
 ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	12	10420.24279	868.35357	116.225	0.0001
ERROR	1569	11722.53442	7.47134125		
C TOTAL	1581	22142.77720			
ROOT MSE		2.733375	R-SQUARE	0.4706	
DEP MEAN		16.22535	ADJ R-SQ	0.4665	
C.V.		16.84632			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	8.54945691	0.51506498	16.599	0.0001	INTERCEPT
TKMIF	1	0.75932204	0.05242751	14.483	0.0001	TONELADAS-QUILOMETRO - L. IT. FIXO
EMLNT	1	-0.92199377	0.09308573	-9.905	0.0001	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	0.37060724	0.07764075	4.773	0.0001	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
SGRTKM	1	0.03768236	0.03003760	1.255	0.2098	DESP. C/ SEGURO DE MERCADORIAS POR TKM
DNORTE	1	1.11870555	0.53128437	2.106	0.0354	DUMMY - REGIAO NORTE
DNDEST	1	0.47670605	0.25270720	1.886	0.0594	DUMMY - REGIAO NORDESTE
DSUL	1	0.10301930	0.17709917	0.582	0.5608	DUMMY - REGIAO SUL
DCOEST	1	0.71636518	0.33665867	2.128	0.0335	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE
DCL	1	0.09822691	0.16990163	0.578	0.5633	DUMMY - CARGA LIQUIDA PREDOMINANTE
DCF	1	-6.78616173	0.26516545	-25.592	0.0001	DUMMY - CARGA FRIGORIFICADA PREDOM.
DCB	1	0.15547273	0.40912292	0.380	0.7040	DUMMY - VEICULOS BASCULANTES PREDOM.
DAT	1	-0.35619845	1.94013585	-0.184	0.8544	DUMMY - CARGA AUTOMOVEIS PREDOMIN.

ANEXO A.2

TABELA 4.5
 MODELO LOG-LINEAR PARA ESTIMACAO DO TAMANHO DO IMOBILIZADO FIXO
 ANO 1981 - VARIÁVEIS NA FORMA LOGARITMICA

DEP VARIABLE: IMBFXEQ IMOBILIZADO FIXO EQUIVALENTE

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	12	1646.65535	137.22128	38.350	0.0001
ERROR	562	2010.90338	3.57811989		
C TOTAL	574	3657.55873			
ROOT MSE		1.891592	R-SQUARE	0.4502	
DEP MEAN		16.47347	ADJ R-SQ	0.4385	
C.V.		11.48265			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	4.16803406	0.82214362	5.070	0.0001	INTERCEPT
TKMIF	1	0.79283846	0.06302474	12.580	0.0001	TONELADAS-QUILOMETRO - L. IT. FIXO
EMLNT	1	-0.40611737	0.09783524	-4.151	0.0001	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	0.22322882	0.07459130	2.993	0.0029	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
SGRTKM	1	0.38511449	0.04969642	7.749	0.0001	DESP. C/ SEGURO DE MERCADORIAS POR TKM
DNORTE	1	0.22938886	0.52259947	0.439	0.6609	DUMMY - REGIAO NORTE
DNOEST	1	-0.07336894	0.33541370	-0.219	0.8269	DUMMY - REGIAO NORDESTE
DSUL	1	-0.54166903	0.19458356	-2.784	0.0056	DUMMY - REGIAO SUL
DCOEST	1	0.34314135	0.46465889	0.738	0.4605	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE
DCL	1	-1.41821097	0.24753307	-5.729	0.0001	DUMMY - CARGA LIQUIDA PREDOMINANTE
DCF	1	-0.21116122	0.39285481	-0.538	0.5911	DUMMY - CARGA FRIGORIFICADA PREDOM.
DCB	1	-0.41623882	0.48668635	-0.855	0.3928	DUMMY - VEICULOS BASCULANTES PREDOM.
DAT	1	-1.03028416	1.92107775	-0.536	0.5920	DUMMY - CARGA AUTOMOVEIS PREDOMIN.

ANEXO A.2

TABELA 4.5
 MODELO LOG-LINEAR PARA ESTIMACAO DO TAMANHO DO IMOBILIZADO FIXO
 ANO 1983 - VARIAVEIS NA FORMA LOGARITMICA

DEP VARIABLE: IMBFXEQ IMOBILIZADO FIXO EQUIVALENTE

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	12	1486.18488	123.84874	34.820	0.0001
ERROR	476	1693.03418	3.55679450		
C TOTAL	488	3179.21906			
ROOT MSE		1.885947	R-SQUARE	0.4675	
DEP MEAN		18.12755	ADJ R-SQ	0.4540	
C.V.		10.40376			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	4.52397509	0.95611008	4.732	0.0001	INTERCEPT
TKMIF	1	0.78576744	0.06997802	11.229	0.0001	TONEIADAS-QUILOMETRO - L. IT. FIXO
EMLNT	1	-0.33203828	0.10804060	-3.073	0.0022	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	0.28269738	0.08051292	3.511	0.0005	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
SGRTKM	1	0.34575509	0.05750171	6.013	0.0001	DESP. C/ SEGURO DE MERCADORIAS POR TKM
DNORTE	1	0.70404789	0.53595968	1.314	0.1896	DUMMY - REGIAO NORTE
DNDEST	1	-0.69164620	0.36514023	-1.894	0.0588	DUMMY - REGIAO NOROESTE
DSUL	1	-0.44093780	0.21705859	-2.031	0.0428	DUMMY - REGIAO SUL
DCOEST	1	0.38542582	0.56271561	0.685	0.4937	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE
DCL	1	-1.73637201	0.30345631	-5.722	0.0001	DUMMY - CARGA LIQUIDA PREDOMINANTE
DCF	1	-0.11775414	0.34574895	-0.341	0.7336	DUMMY - CARGA FRIGORIFICADA PREDOM.
DCB	1	0.42027867	0.62367612	0.674	0.5007	DUMMY - VEICULOS BASCULANTES PREDOM.
DAT	1	-2.06254524	1.90192015	-1.084	0.2787	DUMMY - CARGA AUTOMOVEIS PREDOMIN.

ANEXO A.2

TABELA 4.5
 MODELO LOG-LINEAR PARA ESTIMACAO DO TAMANHO DO IMOBILIZADO FIXO
 ANO 1981 - VARIABEIS NA FORMA LOGARITMICA LOG(VAR+1)

DEP VARIABLE: IMBFXEQ IMOBILIZADO FIXO EQUIVALENTE

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	12	38924.99358	3243.74947	101.283	0.0001
ERROR	1772	56750.98164	32.02651334		
C TOTAL	1784	95675.97522			
ROOT MSE		5.659197	R-SQUARE	0.4068	
DEP MEAN		11.20212	ADJ R-SQ	0.4028	
C.V.		50.51897			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	-6.27546718	0.93772004	-6.692	0.0001	INTERCEPT
TKMIF	1	1.42392436	0.09574870	14.871	0.0001	TONELADAS-QUILOMETRO - L. IT. FIXO
EMLNT	1	-1.34116147	0.17179798	-7.807	0.0001	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	0.88106252	0.14500818	6.076	0.0001	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
SGRTKM	1	0.73894827	0.07006010	10.547	0.0001	DESP. C/ SEGURO DE MERCADORIAS POR TKM
DNORTE	1	0.43180005	0.99438614	0.434	0.6642	DUMMY - REGIAO NORTE
DNDEST	1	-0.21293936	0.46970341	-0.453	0.6504	DUMMY - REGIAO NORDESTE
DSUL	1	-2.04001249	0.34742303	-5.872	0.0001	DUMMY - REGIAO SUL
DCEST	1	-3.19776699	0.66227354	-4.828	0.0001	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE
DCL	1	-3.60508270	0.32454586	-11.108	0.0001	DUMMY - CARGA LIQUIDA PREDOMINANTE
DCF	1	0.12515264	0.60909949	0.205	0.8372	DUMMY - CARGA FRIGORIFICADA PREDOM.
DCB	1	-1.54241977	0.76492286	-2.016	0.0439	DUMMY - VEICULOS BASCULANTES PREDOM.
DAT	1	2.27388115	4.02292257	0.565	0.5720	DUMMY - CARGA AUTOMOVEIS PREDOMIN.

ANEXO A.2

TABELA 4.5
 MODELO LOG-LINEAR PARA ESTIMACAO DO TAMANHO DO IMOBILIZADO FIXO
 ANO 1982 - VARIAVEIS NA FORMA LOGARITMICA LOG(VAR+1)

DEP VARIABLE: IMBFXEQ IMOBILIZADO FIXO EQUIVALENTE

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	12	41195.35780	3432.94648	94.574	0.0001
ERROR	1759	63850.24921	36.29917522		
C TOTAL	1771	105045.61			
ROOT MSE		6.02488	R-SQUARE	0.3922	
DEP MEAN		11.45601	ADJ R-SQ	0.3880	
C.V.		52.59145			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	-0.05476164	1.05912644	-5.717	0.0001	INTERCEPT
TKMIF	1	1.49965666	0.10380097	14.447	0.0001	TONCLADAS-QUILOMETRO - L. IT. FIXO
EMLNT	1	-1.60041123	0.18972729	-8.435	0.0001	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	0.96670814	0.15653920	6.176	0.0001	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
SGRTKM	1	0.57738135	0.07270924	7.941	0.0001	DESP. C/ SEGURO DE MERCADORIAS POR TKM
DNORTE	1	2.25459943	1.02932012	2.190	0.0286	DUMMY - REGIAO NORTE
DNUEST	1	-0.70866172	0.52790258	-1.342	0.1796	DUMMY - REGIAO NORDESTE
DSUL	1	-1.70200912	0.37171153	-4.579	0.0001	DUMMY - REGIAO SUL
DCOEST	1	-1.71100387	0.69543720	-2.460	0.0140	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE
DCL	1	-3.98624698	0.34348335	-11.605	0.0001	DUMMY - CARGA LIQUIDA PREDOMINANTE
DCF	1	-0.80610883	0.59985189	-1.344	0.1792	DUMMY - CARGA FRIGORIFICADA PREDOM.
DCB	1	-0.87319632	0.83301653	-1.048	0.2947	DUMMY - VEICULOS BASCULANTES PREDOM.
DAT	1	-5.75983959	2.70644707	-2.128	0.0335	DUMMY - CARGA AUTOMOVEIS PREDOMIN.

ANEXO A.2

TABELA 4.5
 MODELO LOG-LINEAR PARA ESTIMACAO DO TAMANHO DO IMOBILIZADO FIXO
 ANO 1983 - VARIAVEIS NA FORMA LOGARITMICA LOG(VAR+1)

DEP VARIABLE: IMBFXEQ IMOBILIZADO FIXO EQUIVALENTE

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB>F
MODEL	12	40837.53519	3403.12793	89.160	0.0001
ERROR	1569	59886.54336	38.16860635		
C TOTAL	1581	100724.08			
ROOT MSE		6.178075	R-SQUARE	0.4054	
DEP MEAN		12.06733	ADJ R-SQ	0.4009	
C.V.		51.19668			

PARAMETER ESTIMATES

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER=0	PROB > |T|	VARIABLE LABEL
INTERCEP	1	-6.65053799	1.16416861	-5.713	0.0001	INTERCEPT
TKMIF	1	1.56416258	0.11849856	13.200	0.0001	TONELADAS-QUILOMETRO - L. IT. FIXO
EMLNT	1	-1.68983526	0.21039575	-8.032	0.0001	EXTENSAO MEDIA DAS LINHAS(MN IM IE IN)
ELNT	1	1.05546680	0.17548645	6.015	0.0001	EXTENSAO DAS LINHAS - TOTAL
SGRTKM	1	0.52510831	0.06789207	7.734	0.0001	DESP. C/ SEGURO DE MERCADORIAS POR TKM
DNORTE	1	3.44638872	1.20082828	2.870	0.0042	DUMMY - REGIAO NORTE
DNDEST	1	-0.24778725	0.57117802	-0.434	0.6645	DUMMY - REGIAO NORDESTE
DSUL	1	-1.93291683	0.40028599	-4.829	0.0001	DUMMY - REGIAO SUL
DCOEST	1	-1.33054971	0.76092819	-1.749	0.0806	DUMMY - REGIAO CENTRO-OESTE
DCL	1	-3.90055559	0.38401786	-10.157	0.0001	DUMMY - CARGA LIQUIDA PREDOMINANTE
DCF	1	-0.87661527	0.59933660	-1.463	0.1438	DUMMY - CARGA FRIGORIFICADA PREDOM.
DCB	1	-1.56928506	0.92471452	-1.697	0.0899	DUMMY - VEICULOS BASCULANTES PREDOM.
DAT	1	-6.85204679	4.38516567	-1.563	0.1184	DUMMY - CARGA AUTOMOVEIS PREDOMIN.

ANEXO A.3

GENERAL LINEAR MODELS PROCEDURE

CLASS LEVEL INFORMATION

CLASS	LEVELS	VALUES
LINCAR	15	IECF IECL IECS IMCF IMCL IMCS INCF INCL INCS MNCF MNCL MNCS SICF SICL SICS

NUMBER OF OBSERVATIONS IN DATA SET = 7486

ANEXO A.3

GENERAL LINEAR MODELS PROCEDURE

DEPENDENT VARIABLE: MRGVDS		MARGEM S/ VENDAS						
SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PR > F	R-SQUARE	C.V.	
MODEL	14	20940.33443122	1495.73817366	8.71	0.0001	0.016068	99.9655	
ERROR	7471	1282293.83530996	171.63617124		ROOT MSE		MRGVDS MEAN	
CORRECTED TOTAL	7485	1303234.16974118			13.10099886		13.10551716	
SOURCE	DF	TYPE I SS	F VALUE	PR > F	DF	TYPE III SS	F VALUE	PR > F
LINCAR	14	20940.33443122	8.71	0.0001	14	20940.33443122	8.71	0.0001

ANEXO A.3

GENERAL LINEAR MODELS PROCEDURE

TUKEY'S STUDENTIZED RANGE (HSD) TEST FOR VARIABLE: MRGVDS
 NOTE: THIS TEST CONTROLS THE TYPE I EXPERIMENTWISE ERROR RATE

ALPHA=0.05 CONFIDENCE=0.95 DF=7471 MSE=171.636
 CRITICAL VALUE OF STUDENTIZED RANGE=4.798

COMPARISONS SIGNIFICANT AT THE 0.05 LEVEL ARE INDICATED BY '***'

LINCAR COMPARISON	SIMULTANEOUS LOWER CONFIDENCE LIMIT	DIFFERENCE BETWEEN MEANS	SIMULTANEOUS UPPER CONFIDENCE LIMIT	
MNCL - IECL	-8.5823	2.2882	13.1588	
MNCL - IMCL	-6.9411	3.5656	14.0724	
MNCL - SICL	-3.7218	6.5705	16.8628	
MNCL - IECF	-5.5032	6.7399	18.9830	
MNCL - MNCS	-3.8511	7.4647	18.7805	
MNCL - SICS	-2.1141	8.1043	18.3227	
MNCL - IMCS	-2.1033	8.3485	18.8003	
MNCL - IECS	-1.0082	9.3848	19.7778	
MNCL - SICF	-0.5844	9.7598	20.1040	
MNCL - INCF	-15.3614	12.2495	39.8604	
MNCL - MNCF	-3.9721	12.4157	28.8035	
MNCL - IMCF	0.3767	12.7597	25.1427	***
MNCL - INCS	7.2237	25.9549	44.6862	***
MNCL - INCL	-19.0236	26.5743	72.1722	
IECL - MNCL	-13.1588	-2.2882	8.5823	
IECL - IMCL	-3.2661	1.2774	5.8210	
IECL - SICL	0.2594	4.2823	8.3051	***
IECL - IECF	-3.3036	4.4517	12.2071	
IECL - MNCS	-1.0121	5.1765	11.3650	
IECL - SICS	1.9863	5.8161	9.6459	***
IECL - IMCS	1.6454	6.0603	10.4752	***
IECL - IECS	2.8227	7.0966	11.3705	***
IECL - SICF	3.3178	7.4716	11.6253	***
IECL - INCF	-15.9735	9.9613	35.8961	
IECL - MNCF	-3.2446	10.1275	23.4995	
IECL - IMCF	2.4972	10.4715	18.4459	***
IECL - INCS	7.5078	23.6667	39.8257	***
IECL - INCL	-20.3168	24.2861	68.8890	
IMCL - MNCL	-14.0724	-3.5656	6.9411	
IMCL - IECL	-5.8210	-1.2774	3.2661	
IMCL - SICL	0.1054	3.0049	5.9044	***
IMCL - IECF	-4.0624	3.1743	10.4109	
IMCL - MNCS	-1.6256	3.8991	9.4237	
IMCL - SICS	1.9136	4.5387	7.1637	***
IMCL - IMCS	1.3601	4.7829	8.2056	***
IMCL - IECS	2.5804	5.8192	9.0580	***
IMCL - SICF	3.1156	6.1942	9.2727	***

ANEXO A.3

GENERAL LINEAR MODELS PROCEDURE

LINEAR COMPARISON	SIMULTANEOUS		DIFFERENCE BETWEEN MEANS	SIMULTANEOUS		
	LOWER CONFIDENCE LIMIT	UPPER CONFIDENCE LIMIT		LOWER CONFIDENCE LIMIT	UPPER CONFIDENCE LIMIT	
IMCL - INCF	-17.1006		8.6839	34.4683		
IMCL - MNCF	-4.2280		8.8500	21.9281		
IMCL - IMCF	1.7232		9.1941	16.6650	***	
IMCL - INCS	6.4728		22.3893	38.3058	***	
IMCL - INCL	-21.5070		23.0087	67.5243		
SICL - MNCL	-16.8628		-6.5705	3.7218		
SICL - IECL	-8.3051		-4.2823	-0.2594	***	
SICL - IMCL	-5.9044		-3.0049	-0.1054	***	
SICL - IECF	-6.7522		0.1694	7.0910		
SICL - MNCS	-4.2108		0.8942	5.9992		
SICL - SICS	-0.0252		1.5338	3.0928		
SICL - IMCS	-0.9154		1.7780	4.4714		
SICL - IECS	0.3589		2.8143	5.2698	***	
SICL - SICF	0.9495		3.1893	5.4291	***	
SICL - INCF	-20.0188		5.6790	31.3768		
SICL - MNCF	-7.0612		5.8452	18.7515		
SICL - IMCF	-0.9769		6.1892	13.3554		
SICL - INCS	3.6087		19.3844	35.1602	***	
SICL - INCL	-24.4617		20.0038	64.4693		
IECF - MNCL	-18.9830		-6.7399	5.5032		
IECF - IECL	-12.2071		-4.4517	3.3036		
IECF - IMCL	-10.4109		-3.1743	4.0624		
IECF - SICL	-7.0910		-0.1694	6.7522		
IECF - MNCS	-7.6432		0.7248	9.0927		
IECF - SICS	-5.4468		1.3644	8.1755		
IECF - IMCS	-5.5480		1.6086	8.7652		
IECF - IECS	-4.4255		2.6449	9.7153		
IECF - SICF	-3.9786		3.0199	10.0183		
IECF - INCF	-21.0298		5.5096	32.0490		
IECF - MNCF	-8.8341		5.6758	20.1856		
IECF - IMCF	-3.7432		6.0198	15.7828		
IECF - INCS	2.1025		19.2150	36.3275	***	
IECF - INCL	-25.1228		19.8344	64.7915		
MNCS - MNCL	-18.7805		-7.4647	3.8511		
MNCS - IECL	-11.3650		-5.1765	1.0121		
MNCS - IMCL	-9.4237		-3.8991	1.6256		
MNCS - SICL	-5.9992		-0.8942	4.2108		
MNCS - IECF	-9.0927		-0.7248	7.6432		
MNCS - SICS	-4.3147		0.6396	5.5939		
MNCS - IMCS	-4.5355		0.8838	6.3032		
MNCS - IECS	-3.3849		1.9201	7.2252		
MNCS - SICF	-2.9137		2.2951	7.5039		
MNCS - INCF	-21.3397		4.7848	30.9094		
MNCS - MNCF	-8.7854		4.9510	18.6874		
MNCS - IMCF	-3.2763		5.2950	13.8664		

ANEXO A.3

GENERAL LINEAR MODELS PROCEDURE

LINEAR COMPARISON	SIMULTANEOUS		DIFFERENCE BETWEEN MEANS	SIMULTANEOUS	
	LOWER CONFIDENCE LIMIT	UPPER CONFIDENCE LIMIT		LOWER CONFIDENCE LIMIT	UPPER CONFIDENCE LIMIT
MNCS - INCS	2.0285	18.4902	18.4902	34.9520	***
MNCS - INCL	-25.6039	19.1096	19.1096	63.8231	
SICS - MNCL	-18.3227	-8.1043	-8.1043	2.1141	
SICS - IECL	-9.6459	-5.8161	-5.8161	-1.9863	***
SICS - IMCL	-7.1637	-4.5387	-4.5387	-1.9136	***
SICS - SICL	-3.0928	-1.5338	-1.5338	0.0252	
SICS - IECF	-8.1755	-1.3644	-1.3644	5.4468	
SICS - MNCS	-5.5939	-0.6396	-0.6396	4.3147	
SICS - IMCS	-2.1513	0.2442	0.2442	2.6397	
SICS - IECS	-0.8438	1.2805	1.2805	3.4049	
SICS - SICF	-0.2155	1.6555	1.6555	3.5265	
SICS - INCF	-21.5230	4.1452	4.1452	29.8135	
SICS - MNCF	-8.5361	4.3114	4.3114	17.1589	
SICS - IMCF	-2.4041	4.6554	4.6554	11.7150	
SICS - INCS	2.1230	17.8506	17.8506	33.5783	***
SICS - INCL	-25.9785	18.4700	18.4700	62.9185	
IMCS - MNCL	-18.8003	-8.3485	-8.3485	2.1033	
IMCS - IECL	-10.4752	-6.0603	-6.0603	-1.6454	***
IMCS - IMCL	-8.2056	-4.7829	-4.7829	-1.3601	***
IMCS - SICL	-4.4714	-1.7780	-1.7780	0.9154	
IMCS - IECF	-8.7652	-1.6086	-1.6086	5.5480	
IMCS - MNCS	-6.3032	-0.8838	-0.8838	4.5355	
IMCS - SICS	-2.6397	-0.2442	-0.2442	2.1513	
IMCS - IECS	-2.0194	1.0363	1.0363	4.0920	
IMCS - SICF	-1.4740	1.4113	1.4113	4.2965	
IMCS - INCF	-21.8611	3.9010	3.9010	29.6631	
IMCS - MNCF	-8.9667	4.0672	4.0672	17.1010	
IMCS - IMCF	-2.9821	4.4112	4.4112	11.8046	
IMCS - INCS	1.7262	17.6064	17.6064	33.4867	***
IMCS - INCL	-26.2769	18.2258	18.2258	62.7285	
IECS - MNCL	-19.7778	-9.3848	-9.3848	1.0082	
IECS - IECL	-11.3705	-7.0966	-7.0966	-2.8227	***
IECS - IMCL	-9.0580	-5.8192	-5.8192	-2.5804	***
IECS - SICL	-5.2698	-2.8143	-2.8143	-0.3589	***
IECS - IECF	-9.7153	-2.6449	-2.6449	4.4255	
IECS - MNCS	-7.2252	-1.9201	-1.9201	3.3849	
IECS - SICS	-3.4049	-1.2805	-1.2805	0.8438	
IECS - IMCS	-4.0920	-1.0363	-1.0363	2.0194	
IECS - SICF	-2.2895	0.3750	0.3750	3.0394	
IECS - INCF	-22.8736	2.8647	2.8647	28.6030	
IECS - MNCF	-9.9559	3.0309	3.0309	16.0176	
IECS - IMCF	-3.9351	3.3749	3.3749	10.6849	
IECS - INCS	0.7285	16.5701	16.5701	32.4117	***
IECS - INCL	-27.2995	17.1895	17.1895	61.6784	

ANEXO A.3

GENERAL LINEAR MODELS PROCEDURE

LINCAR COMPARISON	SIMULTANEOUS LOWER CONFIDENCE LIMIT	DIFFERENCE BETWEEN MEANS	SIMULTANEOUS UPPER CONFIDENCE LIMIT	
SICF - MNCL	-20.1040	-9.7598	0.5844	
SICF - IECL	-11.6253	-7.4716	-3.3178	***
SICF - IMCL	-9.2727	-6.1942	-3.1156	***
SICF - SICL	-5.4291	-3.1893	-0.9495	***
SICF - IECF	-10.0183	-3.0199	3.9786	
SICF - MNCS	-7.5039	-2.2951	2.9137	
SICF - SICS	-3.5265	-1.6555	0.2155	
SICF - IMCS	-4.2965	-1.4113	1.4740	
SICF - IECS	-3.0394	-0.3750	2.2895	
SICF - INCF	-23.2289	2.4897	28.2083	
SICF - MNCF	-10.2919	2.6559	15.6036	
SICF - IMCF	-4.2405	2.9999	10.2404	
SICF - INCS	0.3855	16.1951	32.0048	***
SICF - INCL	-27.6631	16.8145	61.2921	
INCF - MNCL	-39.8604	-12.2495	15.3614	
INCF - IECL	-35.8961	-9.9613	15.9735	
INCF - IMCL	-34.4683	-8.6839	17.1006	
INCF - SICL	-31.3768	-5.6790	20.0188	
INCF - IECF	-32.0490	-5.5096	21.0298	
INCF - MNCS	-30.9094	-4.7848	21.3397	
INCF - SICS	-29.8135	-4.1452	21.5230	
INCF - IMCS	-29.6631	-3.9010	21.8611	
INCF - IECS	-28.6030	-2.8647	22.8736	
INCF - SICF	-28.2083	-2.4897	23.2289	
INCF - MNCF	-28.5219	0.1662	28.8542	
INCF - IMCF	-26.0940	0.5102	27.1144	
INCF - INCS	-16.3829	13.7054	43.7937	
INCF - INCL	-36.9940	14.3248	65.6435	
MNCF - MNCL	-28.8035	-12.4157	3.9721	
MNCF - IECL	-23.4995	-10.1275	3.2446	
MNCF - IMCL	-21.9281	-8.8500	4.2280	
MNCF - SICL	-18.7515	-5.8452	7.0612	
MNCF - IECF	-20.1856	-5.6758	8.8341	
MNCF - MNCS	-18.6874	-4.9510	8.7854	
MNCF - SICS	-17.1589	-4.3114	8.5361	
MNCF - IMCS	-17.1010	-4.0672	8.9667	
MNCF - IECS	-16.0176	-3.0309	9.9559	
MNCF - SICF	-15.6036	-2.6559	10.2919	
MNCF - INCF	-28.8542	-0.1662	28.5219	
MNCF - IMCF	-14.2840	0.3440	14.9721	
MNCF - INCS	-6.7463	13.5392	33.8248	
MNCF - INCL	-32.0995	14.1586	60.4167	
IMCF - MNCL	-25.1427	-12.7597	-0.3767	***
IMCF - IECL	-18.4459	-10.4715	-2.4972	***
IMCF - IMCL	-16.6650	-9.1941	-1.7232	***

ANEXO A.3

GENERAL LINEAR MODELS PROCEDURE

LINCAR COMPARISON	SIMULTANEOUS		DIFFERENCE BETWEEN MEANS	SIMULTANEOUS		
	LOWER CONFIDENCE LIMIT	UPPER CONFIDENCE LIMIT		LOWER CONFIDENCE LIMIT	UPPER CONFIDENCE LIMIT	
IMCF - SICL	-13.3554		-6.1892		0.9769	
IMCF - IECF	-15.7828		-6.0198		3.7432	
IMCF - MNCS	-13.8664		-5.2950		3.2763	
IMCF - SICS	-11.7150		-4.6554		2.4041	
IMCF - IMCS	-11.8046		-4.4112		2.9821	
IMCF - IECS	-10.6849		-3.3749		3.9351	
IMCF - SICF	-10.2404		-2.9999		4.2405	
IMCF - INCF	-27.1144		-0.5102		26.0940	
IMCF - MNCF	-14.9721		-0.3440		14.2840	
IMCF - INCS	-4.0176		13.1952		30.4080	
IMCF - INCL	-31.1809		13.8146		58.8100	
INCS - MNCL	-44.6862		-25.9549		-7.2237	***
INCS - IECL	-39.8257		-23.6667		-7.5078	***
INCS - IMCL	-38.3058		-22.3893		-6.4728	***
INCS - SICL	-35.1602		-19.3844		-3.6087	***
INCS - IECF	-36.3275		-19.2150		-2.1025	***
INCS - MNCS	-34.9520		-18.4902		-2.0285	***
INCS - SICS	-33.5783		-17.8506		-2.1230	***
INCS - IMCS	-33.4867		-17.6064		-1.7262	***
INCS - IECS	-32.4117		-16.5701		-0.7285	***
INCS - SICF	-32.0048		-16.1951		-0.3855	***
INCS - INCF	-43.7937		-13.7054		16.3829	
INCS - MNCF	-33.8248		-13.5392		6.7463	
INCS - IMCF	-30.4080		-13.1952		4.0176	
INCS - INCL	-46.5199		0.6194		47.7586	
INCL - MNCL	-72.1722		-26.5743		19.0236	
INCL - IECL	-68.8890		-24.2861		20.3168	
INCL - IMCL	-67.5243		-23.0087		21.5070	
INCL - SICL	-64.4693		-20.0038		24.4617	
INCL - IECF	-64.7915		-19.8344		25.1228	
INCL - MNCS	-63.8231		-19.1096		25.6039	
INCL - SICS	-62.9185		-18.4700		25.9785	
INCL - IMCS	-62.7285		-18.2258		26.2769	
INCL - IECS	-61.6784		-17.1895		27.2995	
INCL - SICF	-61.2921		-16.8145		27.6631	
INCL - INCF	-65.6435		-14.3248		36.9940	
INCL - MNCF	-60.4167		-14.1586		32.0995	
INCL - IMCF	-58.8100		-13.8146		31.1809	
INCL - INCS	-47.7586		-0.6194		46.5199	

**FUNÇÃO DE CUSTO DAS EMPRESAS TRANSPORTADORAS
DE CARGA FRACIONADA EM ROTAS FIXAS**

Antonio Edmundo de Rezende

e

Edwin Pinto de la Sota Silva

Fevereiro/1937

SUMÁRIO

1. Apresentação	03
2. Especificação da Função de Custo para Transportadoras de Rotas Fixas.	05
2.1 - A Operação das Transportadoras de Rota Fixa	05
2.2 - A Função de Custo Translog	08
2.3 - Estimação da Função de Custo	10
2.4 - Elasticidades de Substituição e Elasticidade Preço.....	11
3. Descrição da Base de Dados	13
3.1 - Variáveis da Função de Custo	13
3.1.1 - Toneladas-quilômetro	14
3.1.2 - Índice de Preço de Capital	15
3.1.3 - Índice de Preço de Mão-de-obra	17
3.1.4 - Índice de Preço de Energia.....	18
3.1.5 - Índice de Preço de Capacidade Contratada (carreteiros)	18
3.1.6 - Índice de Preço de Material não Energético	22
3.1.7 - Proporção de Despesas (share)	23
4. Resultados da Estimação da Função de Custo Translog	24
4.1 - Coeficientes da Função de Custo, Elasticidade de Substituição e Elasticidade Preço	
4.2 - Economias de Escala e Custo Marginal da Empresa Média da Amostra.	
5. Comentários, Conclusões e Recomendações	28
Anexo A: Base de Dados	37
Glossário	38
Quadro A.1 - Toneladas-quilômetro	40
Quadro A.2 - Índice de Preços dos Insumos	41
Quadro A.3 - Frota de Veículos por Tipo (número e capacidade)...	42
Quadro A.4 - Consumo de Combustível (quantidade e despesa).....	43
Quadro A.5 - Despesas dos Insumos	44
Quadro A.6 - Índice de Preços e Produtos normalizados pela Média	45
Quadro A.7 - Proporção de Despesa dos Insumos	46
Quadro A.8 - Análise Univariada do Índice de Quantidade de Toneladas-quilômetro	47
Quadro A.9 - Análise Univariada do Índice Preço Capital.....	48
Quadro A.10- Análise Univariada do Índice Preço de Mão-de-Obra..	49
Quadro A.11- Análise Univariada do Índice Preço de Energia.....	50
Quadro A.12- Análise Univariada do Índice Preço de Capacidade Contratada	51
Quadro A.13- Análise Univariada do Índice Preço de Material não Energético.....	52

Anexo B - Função de custo com índice de preço de mão-de-obra sem salários da administração e de pessoal proprietário; elasticidade de substituição - Elasticidade preço; e análise univariada..... 53

Quadro B.1 - Coeficientes da Função de Custo 54

Quadro B.2 - Elasticidade Parcial de Substituição de Allen..... 55

Quadro B.3 - Elasticidade Preço 55

Quadro B.4 - Custo Médio, Custo Marginal e Elasticidade de Escala..... 55

Quadro B.5 - Índice de Preço da Mão-de-obra..... 56

Quadro B.6 - Análise Univariada do Índice de Preço da Mão-de-Obra 57

1. Apresentação

Este relatório apresenta resultados preliminares da função de custo translog estimada para as Empresas Transportadoras de Rotas Fixas e descreve os procedimentos utilizados para analisar a base de dados dos Inquéritos Especiais do IBGE, de 1982.

O texto está estruturado em cinco seções. A segunda seção descreve a operação das transportadoras de rota fixa e apresenta a especificação da função de custo. A terceira seção apresenta estatísticas sobre a base de dados (análise univariada das principais variáveis) e discute a formação dos índices de preço utilizados na função de custo. A quarta seção apresenta os resultados da função de custo e as elasticidades relativas aos preços dos insumos (diretos e cruzados). Finalmente, na quinta seção, apresentam-se comentários, conclusões e recomendações para pesquisas subsequentes.

Os principais resultados foram:

- (1) A empresa rodoviária de rota fixa, com as características médias da amostra apresentou economia de escala na operação.
- (2) A separabilidade insumo-produto foi rejeitada nas empresas de rota fixa.
- (3) A substituição de capacidade própria por capacidade contratada (carretilhos) foi confirmada.
- (4) Energia e capacidade própria são substitutos.
- (5) Energia e capacidade contratada são complementares (Esse resultado surpreende e merece cuidados de interpretação).

No entanto suporta a evidência de que veículos próprios fazem a coleta-entrega e veículos contratados fazem o transporte de longa-distância).

A função de custo apresenta as seguintes novidades de especificação relativas a estudos anteriores (Reck (1983), Rezende (1984) de carga rodoviária:

- (1) Relaxamento da hipótese de retornos constantes de escala, com a inclusão da variável tonelada-quilômetro na função de custo.
- (2) Estimativa das toneladas-quilômetro geradas pelo carreteiro autônomo para fins de cálculo do preço da capacidade contratada.

2. Especificação da Função de Custo para Transportadoras de Rotas Fixas

2.1 - Operação das Transportadoras de Rota Fixa

Através dos coeficientes da função de custo é possível inferir as características da tecnologia da produção das empresas transportadoras. As características de interesse imediato para a análise do setor são: (1) as possibilidades de substituição entre insumos no processo de produção do serviço de transporte e (2) as economias relativas à expansão ou à retração da produção, embutidas na tecnologia da empresa.

Sendo, por exemplo, tecnicamente inviável substituir o diesel no transporte de carga, o aumento deliberado do preço do combustível só poderá objetivar mudanças na repartição modal de cargas ou a redução do consumo de energia por via de retração da demanda por transportes. A substituição de energia por capital ou por mão-de-obra dentro da empresa não é factível e o aumento da despesa com energia será repassado para o preço do serviço. Por outro lado, sabendo-se da existência de economia ou de deseconomia na operação da transportadora, a análise das propostas de regulamentação do setor será menos especulativa. Recentemente, por exemplo, o governo regulamentou a entrada de novas transportadoras no mercado, atendendo à solicitação do setor, que vivia um período de recessão, sem conhecimento específico do comportamento da estrutura produtiva do transporte rodoviário de carga (lei 7092).

Embora a estimação da função de custo seja

relativamente simples (tendo à mão pacotes estatísticos apropriados - SAS/B2) os cuidados de especificação e a análise dos dados são mais intensos.

A transportadora de carga fracionada da nossa análise opera com rotas fixas mas com frequência variada, em função da demanda. A produção do serviço dessa empresa consome insumos à taxas diferentes de acordo com a rota de operação. Por exemplo, a utilização de veículos e a intensidade do apoio das instalações fixas (terminais e garagens) são diferentes por tonelada-quilômetro produzida em cada rota. Da mesma forma, o serviço também é diferenciado pelo tipo da mercadoria transportada. A tonelada-quilômetro de granel líquido requer recursos diferentes da tonelada-quilômetro de sacaria, por exemplo. Numa mesma empresa, o tipo do produto e o destino da viagem têm influência definitiva na decisão da gerência de tráfego quanto ao uso da capacidade própria ou contratada (carreteiro autônomo) na realização do transporte.

A transportadora oferta multiserviços que utilizam equipamentos e instalações comuns. A transformação entre produtos (tkm da rota A em tkm da rota B) e as conseqüências nos custos só podem ser captados através de uma especificação de multiprodutos na função de custo. Neste trabalho, os multiserviços foram agrupados em toneladas-quilômetros, como se fossem um só produto. Para suavizar os efeitos da agregação do tráfego de diferentes rotas e diferentes tipos de produto, selecionou-se para o estudo, empresas que operam predominantemente em rotas interestaduais,

com carga seca. Obviamente elas também produzem outros tipos de serviço que entraram na agregação (seção 2.1.1) com pesos proporcionais à receita de cada um.

Os insumos considerados na transportadora foram: capital (equipamento de transporte), mão-de-obra (tráfego, manutenção, administração), energia (diesel, gasolina), materiais não energéticos (despesas operacionais) e capacidade contratada (carreteiro). Os subinsumos de cada categoria foram agregados como se fossem processados em unidades separadas na tecnologia de transporte para produzir o referido insumo - separabilidade fraca (Friedlaender e Spady, 1976). Esta hipótese impõe restrições às elasticidades de substituições dos subinsumos: a elasticidade de substituição é igual para todos os subinsumos do mesmo grupo, relativamente aos insumos de outro grupo. Essa restrição reduz o número de coeficientes a serem estimados, simplificando a análise econométrica. Os subinsumos do capital são os tipos de veículos; da energia, os combustíveis; da mão-de-obra, as categorias de trabalhadores; de material, as despesas gerais.

O preço dos insumos de capital, energia, mão-de-obra e materiais foram estimados de acordo com a composição dos seus subinsumos. O preço da capacidade contratada foi estimado por um processo específico, descrito na seção 2.1.5. Foi necessário estimar as toneladas-quilômetro de carreteiros em primeiro lugar, através de uma função econométrica, para que se procedesse à estimação do preço do carreteiro. Os inquéritos especiais não

contém o volume do serviço produzido pela capacidade contratada, só contém a despesa total da transportadora com carreteiros.

2.2 - A Função de Custo Translog

A função de custo translog é flexível possibilitando a aproximação de segunda ordem à função de custo real. Ela permite a estimação das elasticidades de substituição entre os insumos da tecnologia sem restrição a priori nos valores das mesmas. A função de custo real é aproximada pela função translog pelo ponto médio da amostra (expressão 2.1).

$$\begin{aligned} \ln C(y,p) = & a_0 + a_y (\ln y - \ln \bar{y}) + \sum_{i=1}^5 a_i (\ln p_i - \ln \bar{p}_i) + \\ & \frac{1}{2} \sum_i \sum_j a_{ij} (\ln p_i - \ln \bar{p}_i) (\ln p_j - \ln \bar{p}_j) + \\ & \frac{1}{2} \sum_i a_{ii} (\ln p_i - \ln \bar{p}_i)^2 + \\ & \frac{1}{2} \sum_{i=1}^5 b_{yi} (\ln y - \ln \bar{y}) (\ln p_i - \ln \bar{p}_i) + \\ & \frac{1}{2} a_{yy} (\ln y - \ln \bar{y})^2 \end{aligned} \quad (2.1)$$

Onde: $C(Y,P)$ - custo total - soma das despesas de capital, mão-de-obra, energia, material não energético e capacidade contratada;

Y - Produto da empresa em toneladas-quilômetro;

\bar{Y} - Toneladas-quilômetro médias;

P_i - preço do insumo i ;

- \bar{P}_i - Preço médio do insumo i ;
 i - Capital (K), mão-de-obra (L), energia (E),
 materiais (M), carreteiro (C).
 a, b - coeficientes.
 P_i/\bar{P}_i - Z_i $i=K, L, E, M, C$
 y/\bar{y} - Z_y

A função translog tem as características da função real de custo no ponto escolhido de aproximação (Spady e Friedlaender, 1976). Os resultados são apresentados e discutidos para uma empresa "fictícia", representativa do ponto de aproximação, cujos dados de operação são os da média amostral.

As equações de proporção de despesa do insumo i - equações de share (S_i) - são obtidas diretamente de função de custo.

$$\frac{d \ln C(y, p)}{d \ln (p_i/\bar{p})} = \frac{\partial C(y, p)}{\partial p_i} \times \frac{p_i}{C(y, p)} = S_i$$

Assim:

$$S_i = a_i + \sum_{j=1}^5 a_{ij} (\ln p_j - \ln \bar{p}_j) + b_{yi} (\ln y - \ln \bar{y}) \quad (2.3)$$

A função de custo total é por definição homogênea linear nos preços dos insumos e côncava em relação aos preços.

Assumiu-se que a função de custo real é homogênea linear nos preços, impondo-se tal condição à translog através de restrições nos coeficientes. As restrições necessárias e suficientes para que a função translog (2.1) seja homogênea linear nos preços são:

$$\sum_i^5 a_i = 1 \quad (2.4)$$

$$\sum_i^5 a_{ij} = \sum_j^5 a_{ij} = 0 \quad (i, j) \quad (2.5)$$

$$\sum_i b_{yi} = 0 \quad (2.6)$$

A concavidade da função de custo é assegurada por:

$$a_{ij} = a_{ji} \quad (2.7)$$

2.3 - Estimação da Função de Custo

A função de custo (2.1) foi estimada simultaneamente com as equações de proporção de despesa (2.3), sujeita às restrições (2.4), (2.5) e (2.6) e (2.7). A base de dados foi preparada previamente, dividindo-se cada observação da amostra (y, p_1, \dots, p_n) pela média da variável correspondente obtendo-se Z_y e Z_i . Observe que no ponto médio da amostra (\bar{y}, \bar{p}) o logaritmo das variáveis Z será sempre igual a zero, por construção.

O sistema de equações foi estimado pelo método

iterativo de Zellner (IZEF), na versão SAS/1982. A soma dos erros das equações de share é necessariamente igual a zero, por construção. Em decorrência, qualquer equação do sistema de share pode ser obtida pela combinação linear das outras quatro. É necessário, portanto, eliminar uma equação do sistema para que a matriz de covariância dos erros (contemporâneos) seja não-singular e permita a estimação dos coeficientes. O resultado do processo (IZEF) é invariante em relação à equação omitida, tendo em conta que se aproxima assintoticamente do método de máxima verossimilhança, que por sua vez é independente da equação omitida (Berndt e Christensen, 1973).

2.4 - Elasticidade de Substituição e Elasticidade Preço

As elasticidades parciais de substituição de Allen são obtidas da função translog pelas expressões seguintes:

$$\sigma_{ij} = \frac{a_{ij} + \hat{S}_i \hat{S}_j}{\hat{S}_i \hat{S}_j}, \quad i \neq j \quad (2.8.a)$$

$$\sigma_{ii} = \frac{a_{ii} + \hat{S}_i^2 - \hat{S}_i}{\hat{S}_i^2} \quad (2.8.b)$$

Onde: σ_{ij} - elasticidade de substituição entre i e j.

s_i - share do insumo i estimado pela função de custo (2.2)

As elasticidades-preço são estimativas localizadas obtidas pelas expressões:

$$\epsilon_{ij} = \frac{a_{ij}}{\hat{S}_i} + \hat{S}_j, \quad i \neq j \quad (2.9)$$

$$\epsilon_{ii} = \frac{a_{ii}}{\hat{S}_i} + \hat{S}_i - 1$$

Observe que ϵ_{ij} e ϵ_{ji} geralmente não são iguais. As elasticidades são estimadas num ponto da isoquanta y . A quantidade do produto Y é fixa e os preços dos insumos, exceto P_j , são fixos. Sendo $\sigma_{ij} > 0$ constata-se a existência de substituição de i por j , sendo $\sigma_{ij} < 0$, constata-se a existência de complementaridade. Isso significa em outras palavras que i substitue j quando, aumentando o preço do insumo j , aumenta-se a despesa com o insumo i . Analogamente, i é complementar de j quando aumentando o preço do insumo j , reduz-se a despesa com o insumo i (Rezende, 1984).

3. Descrição da Base de Dados

A base de dados foi obtida dos Inquéritos Especiais, IE 03 - Transportes, de 1982, do IBGE, sobre as Empresas Transportadoras de Carga Fracionada. As empresas da amostra transportam mais de 85% de carga interestadual. Os serviços restantes compreendem carga municipal, carga intermunicipal e carga internacional. O transporte das empresas da amostra é feito em rotas de itinerários fixo. Isto é, rotas que têm origem e destinos prefixados. Não significa entretanto que o serviço oferecido tenha regularidade de saídas. As empresas da amostra praticam também cerca de quatro por cento de transporte sem itinerário fixo.

A carga transportada é predominantemente seca, inferida pela composição da frota das empresas da amostra. A amostra contém 59 observações. Cada observação é de uma empresa transportadora. Uma empresa da amostra possui 26 reboques de carga líquida, quatro empresas possuem, ao todo, 23 semireboques de carga líquida e somente uma empresa possui cinco caminhões médios para carga frigorificada. A frota restante é de caminhões para carga geral. Quadro A.3, do anexo A, mostra a frota de cada empresa por de tipo de veículos de carga seca, em número e capacidade.

3.1 - Variáveis da Função de Custo

As variáveis da função de custo são: (1) toneladas-quilômetro (Quadro A.1), (2) preço de capital (K), (3) preço de mão-de-obra (L), (4) preço de energia (E), (5) preço do carretelro (C), e (6) preço de outros materiais não energéticos (m) (Quadro A.2). Quadro A.6 apresente as variáveis Z_x e Z_y

(seção 2.2.), calculadas com as médias de toneladas-quilômetro (Quadro A.1) e médias dos preços (Quadro A.2).

3.1.1 - Toneladas-Quilômetro

A produção da transportadora é medida em toneladas-quilômetro. As toneladas-quilômetro foram estimadas pelo produto da distância média pelas toneladas de carga transportada em cada rota da empresa. Esses produtos, obtidos para cada tipo de rota (municipal, intermunicipal, interestadual e internacional), foram agregados segundo a ponderação abaixo:

$$y = \frac{RM}{RT} \times (tkm)_{mun} + \frac{RIM}{RT} \times (tkm)_{inter\ munic.} + \frac{RIE}{RT} \times (tkm)_{interest.} + \quad (3.1)$$

$$\frac{RIN}{RT} \times (tkm)_{internac.}$$

Onde:

- Y - toneladas-quilômetro da empresa um
- tkm - toneladas-quilômetro
- RM - receita do serviço municipal
- RIM - receita do serviço intermunicipal
- RIE - receita do serviço interestadual
- RIN - receita do serviço internacional
- RT - receita total (RM+RIM+RIE+RIN)

A ponderação pela receita procura captar o efeito dos preços relativos da tonelada-quilômetro nas decisões de produção da empresa. A medida alternativa de y é a soma não ponderada das toneladas-quilômetro, com base na hipótese do

predominância de carga interestadual (essa medida não foi adotada nas estimações). Quadro A.8 apresenta o resultado da análise univariada do Índice Y.

3.1.2 - Preço de Capital

O preço de capital foi estimado por duas formas alternativas. A primeira com base nos dados da amostra e a segunda calculada a partir dos dados da frota de veículos. (Nota: Somente o primeiro foi utilizado nas estimações).

A frota de veículos, que representa o equipamento produtivo da transportadora; serviu como base para o cálculo do imobilizado em capital no modelo. Como o horizonte das decisões considerada no estudo não é suficientemente longo para modificar os investimentos em edificações das empresas, os custos associados não foram considerados no índice de capital.

O valor do imobilizado dos meios de transporte foi estimado com os preços médios de 1982:

Geminhão médio em B2 (GM):	Cr\$ 753.157,00
Pickup em B2 (PK):	Cr\$ 391.118,00
Cavalo mecânico (CVM):	Cr\$ 1.001.000,00
Semi-reboque (SR):	Cr\$ 1.250.544,00
Reboque:	Cr\$ 395.550,00

(Fonte: Transporte Moderno, 1982).

As despesas anuais do capital foram calculadas sobre o valor do imobilizado com os seguintes critérios:

- (1) custo de oportunidade: 12% do valor imobilizado em meios de transporte.
- (2) despesa de seguros: 5,5% sobre o imobilizado.
- (3) Depreciação: 13% do valor imobilizado em meios de transporte (Vida útil: 7 anos)

O índice de preço de capital foi então estimado pela expressão seguinte:

$$P_K = \frac{D_{cv}}{D_{tot}} \cdot \frac{D_{cv} + D_{cm}}{CVM} \cdot \frac{D_{cm}}{CM} + \frac{D_{pk}}{D_{tot}} \cdot \frac{D_{pk}}{P_k} + \frac{D_{sr}}{D_{tot}} + \frac{D_{sr}}{SR} \quad (3.2)$$

Onde: P_k - preço de capital

D_{cv} - despesa de capital de cavalos mecânicos

D_{cm} - despesa de capital de caminhões médios

D_{pk} - despesa de capital de pickups

D_{sr} - despesa de capital de semireboques

D_{tot} = D_{cv} + D_{cm} + D_{pk} + D_{sr}

Quadro A.5 apresenta as despesas de capital por empresa. Quadro A.9 apresenta o resultado da análise univariada para o índice de preço.

Adotamos o procedimento acima em vez dos cálculos pelos valores do imobilizado e das despesas de seguro da amostra, tendo em vista que o prêmio de seguros dos meios de transporte, atualmente cobre quatro e seis por cento do valor do veículo,

situou-se acima de 14% com os dados da amostra. Aparentemente, o imobilizado da base de dados é o valor de livro da frota.

3.1.3 - Índice de Preço de Mão-de-Obra

A base de dados contém as despesas e número do pessoal empregado nas seguintes categorias: tráfego, manutenção, administração e proprietários. O índice de preço de mão-de-obra foi calculado pela seguinte expressão.

$$P_L = \frac{D_{tr}}{D_{tot}} \cdot \frac{D_{tr}}{P_{tr}} + \frac{D_{mn}}{D_{tot}} \cdot \frac{D_{mn}}{P_{mn}} + \frac{D_{adm}}{D_{tot}} \cdot \frac{D_{adm}}{P_{adm}} + \frac{D_{prop}}{D_{tot}} \cdot \frac{D_{prop}}{P_{prop}} \quad (3.3)$$

Onde: PI - preço da mão-de-obra

Dtr - despesa com salários de pessoal de tráfego

Dmn - despesa com salários de pessoal de manutenção

Dadm - despesa com salários de pessoal de administração

Dprop - despesa com proprietários

Ftr - pessoal de tráfego

Pmn - pessoal de manutenção

Padm - pessoal de administração

Pprop - pessoal proprietário

DTL - despesa total.

Quadro A.5 apresenta as despesas de mão-de-obra por empresa. Quadro A.10 apresenta o relatório de saída da análise univariada para o índice de preço. Quadro B.1, do Anexo B, apresenta as despesas de mão-de-obra sem os salários de

administração e de sócios proprietários. O índice de preço correspondente está apresentado no Quadro B.2.

3.1.4 - Índice de Preço de Energia

O índice de preço de energia leva em consideração as despesas com óleo diesel, gasolina e álcool (Quadro A.4). Foi calculado pela expressão seguinte:

$$P_E = \frac{D_{dsl}}{D_{tot}} \cdot \frac{D_{dsl}}{Q_{dsl}} + \frac{D_{gas}}{D_{tot}} \cdot \frac{D_{gas}}{Q_{gas}} + \frac{D_{alc}}{D_{tot}} \cdot \frac{D_{alc}}{Q_{alc}} \quad (3.4)$$

Onde:

- Pe - preço de energia
- Ddsl - despesa de diesel
- Dgas - despesa de gasolina
- Dalc - despesa de álcool
- Dte - despesa total com energia
- Qdsl - quantidade de diesel (1000 l)
- Qgas - quantidade de gasolina (1000 l)
- Qalc - quantidade de álcool (1000 l)

Quadro A.5 apresenta as despesas de energia por empresa. Quadro A.11 apresenta o relatório de saída da análise univariada do índice de preço da energia.

3.1.5 - Índice de Preço de Capacidade Contratada (Carreiros)

A despesa de carreiros é o gasto da empresa com

os serviços contratados de transporte. O preço médio do serviço contratado é o quociente da despesa total pelas toneladas-quilômetro dos serviços contratados. Entretanto, como a base de dados não tem o volume do serviço contratado, foi necessário estimá-lo para a obtenção dos preços de carreteiros.

. Procedimento para Estimar as Toneladas-quilômetros da Capacidade Contratada

O serviço do carreteiro depende da composição da frota própria e da oferta total dos serviços da empresa. Assim, a função seguinte foi especificada.

$$tkm_{car} = \alpha_0 F_1^{\alpha_1} F_2^{\alpha_2} (ISTR)^{\alpha_3} \quad (3.5)$$

Onde: tkm_{car} - toneladas quilômetro do carreteiro
 F_1 - capacidade da frota de veículos médios
 F_2 - capacidade da frota de veículos para coleta e entrega
 $ISTR$ - imposto sobre o valor do frete (aqui utilizado como proxy da oferta de serviço da empresa).
 $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ - coeficientes

Multiplicando-se ambos os termos da expressão (3.5) pelo preço do serviço do carreteiro (P_{car}), tem-se:

$$D_{car} = a_0 F_1^{\alpha_1} F_2^{\alpha_2} (ISTR)^{\alpha_3} \quad (3.6)$$

Onde: $D_{car} = P_{car} \cdot tkm_{car} = \text{despesa de carreteiros}$

$$a_0 = P_{car} \cdot \alpha_0$$

Com os coeficientes da expressão (3.6), pode-se estimar as toneladas-quilômetro geradas por carreteiros, a menos de uma constante, para uma empresa cuja frota própria seja F1 e F2 e que tenha tido uma despesa ISTR:

$$F_1^{\alpha_1} F_2^{\alpha_2} (ISTR)^{\alpha_3} = \frac{tkm_{car}}{\alpha_0}$$

O índice de preço de serviço de carreteiros (a menos de uma constante) foi calculado a seguir, pela expressão:

$$P_{car} = \frac{D_{car}}{F_1^{\alpha_1} F_2^{\alpha_2} (ISTR)^{\alpha_3}} \quad (3.7)$$

Nota : 1) A constante da expressão (3.7) será eliminada na transformação $Z_{car} = P_{car} / \bar{P}_{car}$, que é a variável da capacidade contratada em (2.1), na aproximação da função translog pelo ponto médio (\bar{Y}, \bar{P}) da amostra.

$$\frac{P_{car}^m}{P_{car}^{base}} = \frac{(D_{car} / tkm_{car})^m \cdot \alpha_0}{(D_{car} / tkm_{car})^{base} \cdot \alpha_0} = \frac{D_{car}^m}{D_{car}^{base}} \cdot \frac{(tkm_{car})^{base}}{(tkm_{car})^m}$$

2) Os coeficientes estimados de (3.6) foram:

Coeficientes	Desvio Padrão
α_0 3,672	(1,6782)
α_1 -0,2084	(0,1543)
α_2 0,2201	(0,1139)
α_3 0,9190	(0,1173)

R2 : 0,597

Número de observação: 72

Fonte: IE - 03/1982

O sinal negativo de caminhões médio está consistente com a substituição da frota própria de longa distância pelo serviço contratado. O sinal positivo do coeficiente dos veículos de coleta e entrega é coerente com a estratégia das empresas de coletar e entregar mercadorias com frota própria e de repassar o serviço de longo curso para a capacidade contratada (carreteiro). A soma dos coeficientes é 0,934. Esse valor indica que o crescimento do serviço contratado é (ligeiramente) menos que proporcional ao aumento da operação total da firma. Possivelmente, isso se deve à tendência de melhor aproveitamento da frota própria à medida que o tamanho da operação aumenta.

Quadro A.5 apresenta as despesas da contratação de carreteiros. Quadro A.12 apresenta a saída da análise univariada para P

3.1.6 - Índice de Preço de Material não Energético

As despesas incluídas na categoria de material não energético foram:

- (1) Despesa geral de publicidade
- (2) Despesa geral de comunicação
- (3) Despesa geral de energia elétrica
- (4) Despesa operacional com material consumido
- (5) Despesa operacional com impressos
- (6) Despesa operacional com manutenção
- (7) Despesa operacional com taxas de terminais rodoviários
- (8) Despesa operacional com licença de veículos
- (9) Despesa operacional com indenização
- (10) Outras despesas operacionais.

O índice de preço de material foi calculado pelo quociente do somatório das despesas acima, pelo somatório das capacidades dos veículos médios, pickups, semireboques e reboques.

$$P_M = \frac{\sum_{i=1}^{10} \text{Despesas}}{CPVM + CPPK + CPSR + CPR} \quad (3.8)$$

Onde: CPVM - capacidade de veículos médios

CPPK - capacidade de pickups

CPSR - capacidade de semi-reboques

CPR - capacidade de reboques

P_M - índice de preço de material não energético.

Quadro A.5 apresenta as despesas com material não energético por empresa. Quadro A.13 apresenta a análise univariada do índice de preço do material.

3.1.7 - Proporções de Despesa (Shares)

As proporções de despesas são as variáveis dependentes das equações de share da expressão (2.3). A despesa total é a soma das despesas de capital, mão-de-obra, energia, material não energético e da capacidade contratada.

$$S_i = \text{despesa do insumo } i / \text{despesa total}$$

Quadro A.7 apresenta as proporções de despesa de cada insumo.

4. Resultados da Função de Custo Translog

4.1 - Apresentação dos Resultados

Os resultados estão apresentados em três partes: coeficientes estimados, elasticidades de substituição e elasticidades de preço.

Quadro 4.1 - Coeficientes da Função de Custo

Coeficiente	Valor Estimado	Desvio Padrão	Estatística t
a0	20,1598	0,1038	194,224
ay	0,6977	0,0744	9,378
ak	0,0347	0,0035	9,907
al	0,2306	0,0205	11,273
ae	0,1478	0,2022	7,310
am	0,1826	0,0119	15,259
ac	0,4042	0,0294	13,762
akk	0,0231	0,0094	2,447
akl	-0,0003**	0,0057	-0,045**
ake	0,0032**	0,0096	0,329**
akm	-0,0186	0,0037	-5,038
akc	-0,0073	0,0031	-2,334
all	0,0472**	0,0346	1,362**
ale	-0,0208**	0,0203	-0,709**
aim	0,0061**	0,0143	0,430**
alc	-0,0322*	0,0181	-1,780*
aec	0,0959	0,0365	2,628
aem	-0,0162**	0,0145	-1,116**
aec	-0,0620	0,0177	-3,505
anm	-0,1243**	0,1303	-0,954**
amc	-0,0255	0,0104	-2,455
acc	0,1271	0,0271	4,689
byk	-0,0073	0,0024	-3,101
byl	0,0017**	0,0137	0,124**
bye	-0,0221*	0,0136	-1,630*
bym	-0,0282	0,0080	-3,506
byc	0,0559	0,020	2,799
byy	0,1418	0,0714	1,985
R2 do sistema	=	0,5685	(3SLS)
R2 (custo)	=	0,8004	(OLS)
R2 (share de capital)	=	0,6409	(OLS)
R2 (share de mão-de-obra)	=	0,2031	(OLS)
R2 (share de energia)	=	0,4617	(OLS)
R2 (share de carretelro)	=	0,5733	(OLS)

* coeficientes significativos a 12%
 ** coeficientes não significativos.

As elasticidades parciais de substituição de Allen foram estimadas pelas expressões (2.8.a) e (2.8.b). As elasticidades-preço pela expressão (2.9).

Quadro 4.2 - Elasticidades Parciais de Substituição de Allen

	K	L	E	M	G
K	-8,68	-	-1,62(**)	-1,94	0,48
L		-2,45(**)	-	-	0,65
E			-1,38	-	-0,04
M				-8,20(**)	0,65
G					0,70

Nota: 1 - As elasticidades foram estimadas no ponto médio da amostra.

2 - (**) Não significativas

Quadro 4.3 - Elasticidade de Preço

	K	L	E	M	G
K	-0,302	-	0,239(**)	-0,353	0,193
L		-0,565(**)	-	-	0,264(**)
E			-0,203	-	-0,015
M				-1,497(**)	0,265
G					-0,281

** - Não significativas

Nota 1: As elasticidades cruzadas com mão-de-obra e material não foram apresentadas devido à baixa significância dos coeficientes a_{ij} correspondentes.

4.2 - Economias de Escala

A elasticidade da função de custo relativa ao produto y é dada pela expressão:

$$\frac{d \ln C(y,p)}{d \ln y} = \frac{\partial C}{\partial y} \cdot \frac{y}{C} = a_y + \sum_i b_{yi} \ln p_i + b_{yy} \ln y \quad (4.1)$$

A economia de escala é uma medida local, estimada por:

$$ES = \left[\frac{\partial \ln C(y,p)}{\partial \ln y} \right]^{-1} \quad (4.2)$$

Estimando-se o valor da elasticidade de escala no ponto médio da amostra, tem-se:

$$ES = a_y^{-1} = 1,476$$

4.3 - Custo Marginal

A função de custo marginal é obtida diretamente da expressão (2.1).

$$CMg = \frac{\partial C(y,p)}{\partial y} = \frac{C(y,p)}{y} (a_y + \sum_i b_{yi} \ln p_i + b_{yy} \ln y) \quad (4.3)$$

O custo marginal da empresa média da amostra é calculado diretamente com os valores estimados de $C(Y,P)$ e a_y , já que todos os $\ln Z_i$ no ponto de expansão da amostra são iguais a zero. Assim:

$$CMg = \frac{C(y,p)}{y} \cdot a_y = C \text{ Médio} \cdot a_y$$

Onde: $C(Y,P) = \text{antilog } a_0 = 569.236.758$

$y = 84.516.130 \text{ tkm}$ (média amostral)

$a_y = 0,69773$

Custo médio da tonelada-quilômetro = Cr\$ 8,82

Custo marginal da tonelada-quilômetro = Cr\$ 6,16

5. Comentários, Conclusões e Recomendações

Os resultados da função de custo apresentados no Quadro 4.1 não suportam a hipótese de separabilidade insumo-produto da tecnologia das transportadoras. Os coeficientes cruzados de produto com os preços dos insumos foram, em geral, significativos. Rejeitou-se a hipótese nula para o coeficiente de energia (byE) com 12% de probabilidade de erro; e o coeficiente de trabalho (byL) não é significativamente diferente de zero. O custo médio da tonelada-quilômetro para a empresa média foi estimado em Cr\$ 8,82 e o custo marginal em Cr\$ 6,16. Excluindo-se do índice de preço da mão-de-obra as despesas com pessoal administrativo e proprietário, o custo médio cai para Cr\$ 7,78 e o custo marginal para Cr\$ 5,40 (Quadro B.4).

O preço da tkm na central de fretes (CIF) é praticamente determinado pela demanda e oferta de capacidade de carreteiros. Esses preços tendem, normalmente, a serem mais baixos que o preço praticado pelas empresas, pois a operação do carreteiro é flexível por não ter estrutura fixa. Como evidência desse fato, mais de 80% da carga comissionada pelas CIF originam justamente das empresas transportadoras. Nesse cenário é razoável admitir que o preço cobrado pela empresa transportadora seja superior ao preço cobrado nas CIF.

O preço médio do frete nas CIF do Paraná, em Julho de 1982, foi de Cr\$ 4,93 (mínimo: 3,78, máximo 5,84) e, em setembro de 1982, foi de Cr\$ 5,43 (mínimo 4,54, máximo 6,77). O preço médio da tonelada-quilômetro observado no sexto bimestre de 1982, em Santa Catarina foi de Cr\$ 7,69. Os fretes praticados nas CIF em

1982 resultaram assim, em média, cerca de 11% mais baixo do que o custo marginal estimado para a empresa média da amostra. Apesar da recessão de 1982, os resultados sugerem que as transportadoras estariam em média cobrindo o custo marginal da operação da frota já que elas normalmente cobram significativamente a mais do que pagam aos carreteiros.

Economias de Escala

A economia relativa ao tamanho da frota (medida de capital do modelo), revelada pelo coeficiente a , deve ser examinada levando em conta dois aspectos: (1) a aparente rejeição da hipótese de separabilidade insumo-produto; (2) a retração da demanda por transporte na época da amostragem. A medida de economia de escala pressupõe a existência de um só produto e deve ser interpretada como tal. Isto é, havendo multiprodutos é necessário que a produção se dê ao longo de um raio no espaço dos produtos para que as quantidades mantenham a mesma proporção relativa entre elas. Com a rejeição da separabilidade insumo-produto, a medida de economia de escala deve ser vista localmente, válida para a empresa com as características da média da amostra. Não pode, portanto, ser generalizada para todas as empresas do setor.

Quanto ao segundo ponto, a retração da demanda por transporte tende a gerar ociosidade na capacidade existente da frota, situando no curto prazo o custo médio da empresa acima do custo marginal. A operação da empresa não é tranquila nesta

situação. A competição do mercado impede que ela pratique preços iguais ou acima do custo médio, forçando-a a operar em algum ponto entre o custo marginal e o custo médio. Parte dos custos fixos não é remunerada nesta operação e a empresa não pode se manter indefinidamente neste quadro. Curioso observar que o esforço para regulamentar a entrada de novas empresas no mercado foi organizado pelas empresas do setor precisamente em 1981 e 1982, e aprovado pelo Ministério dos Transportes em 1983 (Lei 7092). Todavia como a economia apresentou um cenário de crescimento nos anos a seguir, até 1986, não houve sinais de retração no mercado, ao contrário, observou-se a expansão da capacidade própria nas transportadoras sem que a regulamentação tivesse sido posta em prática efetivamente (RTB, 1986).

Elasticidades-Preço

As elasticidades preço apresentaram o sinal correto (Quadro 4.3). As demandas por fatores da transportadoras apresentaram-se inelásticas aos preços dos insumos, refletindo rigidez nas possibilidades de substituição entre fatores. Capital e energia apresentaram-se como substitutos (isto é, aumentando o preço da energia aumenta a despesa de capital da empresa). A capacidade autônoma resultou substituta de capital e mão-de-obra, mas foi complementar com energia. A substituição está consistente com a operação da empresa que compra capacidade autônoma para cumprir contratos de transporte de longa distância. A complementaridade com energia, embora pequena e surpreendente, é explicável através do aumento da despesa de combustível em coleta e entrega para

suprir de mercadoria a capacidade autônoma adicional. Esse resultado, apesar de não contradizer o sinal positivo da capacidade de pickups na regressão de despesa autônoma (2.1.5), ainda deve ser melhor explorado, separando-se na função de custo, por exemplo, os recursos dedicados à coleta e entrega dos dedicados ao de longo curso.

No nível de significância dos coeficientes cruzados entre energia, mão-de-obra e material foi em geral baixo tornando inapropriado rejeitar a hipótese nula. Esse resultado pode estar associado aos seguintes fatores.

- (1) pequena dispersão dos índices de preço;
- (2) existência de fraca separabilidade entre grupos de Insumo;
- (3) inconsistência dos dados da amostra.

A dispersão da distribuição amostral dos índices de preço está apresentada nos Quadros A8, A9, A10, A11 e A12 do Anexo A. Quadro 5.1 sumaria os principais resultados da análise univariada. Verifica-se por exemplo que os índices de preço de capital, trabalho e energia têm desvios-padrão menores do que o intervalo entre os terceiro e primeiro quartis da distribuição. Já as observações dos índices de preço de material e de capacidade contratada estão mais concentradas, com o intervalo entre os referidos quartis menor do que um desvio-padrão. Examinando a distribuição das observações pelo gráfico Stem-Leaf e a dispersão pelo diagrama Boxplot o índice de preço de material não energético e de capacidade contratada sugere maior

concentração em torno do valor médio. Todavia, o comportamento geral dos índices não foi considerado crítico.

Quadro 5.1 - Dispersão dos Índices de Preço e do Índice de Toneladas-quilômetro (Análise Univariada).

	IPK	IPL	IPE	IPM	IPC	Y
Média	1	1	1	1	1	1
Desvio Padrão	0,211	0,463	0,133	0,773	0,864	1,555
CV	21,1	46,3	13,3	77,3	86,4	15,5
Intervalo entre os 3o. e 1o. quartis	0,308	0,484	0,170	0,689	0,799	0,861
Intervalo de variações dos índices	0,944	2,589	0,698	4,049	5,051	9,693

Nota 1: Os índices de preço divididos pela média amostral.

2: CV - Coeficiente de variação (desvio padrão/média).100

Os coeficientes da função de custo sugerem fracamente separabilidade dos insumos mão-de-obra e material não energético relativamente aos de capital, energia e capacidade contratada. Na hipótese em que os coeficientes cruzados sejam iguais a zero, como sugere os resultados da estimação (Quadro 4.1), as elasticidades de substituição serão unitárias (*) com a seguinte estrutura tecnológica: $[K, E, (L, M), C]$ onde (L, M) é o grupo de insumos separáveis, que poderia ser representado por um índice comum (Bernöt e Wood, 1975). Outras estruturas do tipo $[(K, E), (L, M), C]$, por exemplo, podem ser também exploradas.

(*) Na literatura de função de produção, as restrições $a_j = 0$, $i=M, L$, $j=K, E, C$, são denominadas de condição linear de separabilidade fraca. É equivalente à estrutura Cobb-Douglas para os insumos de material e mão-de-obra na função de custo.

Finalmente, para eliminar possíveis inconsistências entre os dados foram excluídas da amostra as observações que não continham dados de despesa de carreteiros, energia, etc. ou que continham dados cujos valores foram julgados injustificáveis através de comparações cruzadas com outras variáveis. A amostra original de 572 observações ficou reduzida a 59 observações na amostra final.

Índice de Preço de Mão-de-Obra sem Salários Administrativos e do Proprietários

No anexo B apresentam-se os resultados da função de custo com o índice de preço de mão-de-obra sem os salários administrativos e de pessoal proprietário. Essa especificação é compatível com a exclusão do valor imobilizado em imóveis do índice de capital, adotado no modelo. O ajuste da função de custo foi ligeiramente superior com uma melhoria de 3% no R² do sistema. A elasticidade de escala não sofreu modificação significativa. Os níveis de significância dos coeficientes cruzados sofreram algumas melhorias, sem, todavia, modificar o quadro geral. O coeficiente cruzado de mão-de-obra e capacidade contratada passou a ser significativo. As elasticidades de substituição e as elasticidades preços mantiveram os mesmos sinais e aproximadamente os mesmos valores. Os coeficientes cruzados com L, M e E permaneceram não significativos. Esses resultados reforçam a necessidade de se investigar novas especificações da estrutura produtiva. A mais imediata seria de separar os recursos consumidos na empresa em duas atividades: (1) de coleta e entrega e (2) de longo-curso de transporte, na especificação de uma nova função de custo.

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A existência de capacidade contratada (autônomos) é essencial para a operação das empresas de rota fixa. As possibilidades de substituição de insumos dentro da própria empresa, reveladas no estudo, são pequenas. Medidas destinadas a reduzir o custo total da capacidade contratada seriam mais efetivas para o setor analisado. Ela é substituta de capacidade própria e apresenta uma elasticidade-preço direta equivalente à da capacidade própria (Quadro 4.3). Tais medidas devem levar em conta a organização espacial do mercado de transporte de carga e os custos de circulação dos carreteiros a procura de carga no mercado. As Centrais de Frete, com estrutura apropriada, podem exercer o papel de dar transparência ao mercado e de reduzir a circulação vazia dos autônomos em busca de mercadorias.

Recomendações para Estudos Subsequentes

- 1 - Especificar a função de custo com toneladas-quilômetro interestadual e toneladas-quilômetro de outro serviço.
- 2 - Separar na função de custo os recursos consumidos em coleta-entrega e em longo curso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNDT, E.R. e CHRISTENSEN, R.L. - The Internal Structure of Functional Relationships: Separability, Substitution and Agregation. Review of Economic Studies, Edimburgh, 40 (132), 403-10, Jul. 1973.
- BERNDT, E.R. e WOOD, D.O. - Engineering and Econometric Interpretation of Energy-Capital Complementarity. The American Economic Review, Nashville, 69 (3), 342-54, Jun. 1979.
- CHIANG, S.J., Economies of Scale and Scope in Multiproduct Industries: A Case Study of the Regulated U.S. Trucking Industry, PhD. Dissertation, Department of Civil Engineering, MIT, 1981.
- IBGE - Empresas de Transporte Rodoviário, Manual de Instruções - DS1.
- RECK, Garrone - Análise Econômica das Empresas de Transporte Rodoviário de Carga. Tese (M), Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, 1983.
- REZENDE, Antonio Edmundo - Análise da Demanda por Insumos das Empresas Profissionais de Transporte Rodoviário de Carga, Rio de Janeiro IPEA/INPES, 1984, mimeo.

SPADY, Richard, e FRIEDLAENDER, Ann F. - Econometric estimation of cost functions in the transportation industries. Cambridge, Mass., MIT/Center for Transportation Studies, 1976. (Reporte 76-13), p.98.

TRANSPORTE MODERNO - Revista. São Paulo. Jun a Dez/1982.

RTB - Só para Inglês Ver?, Legislação nos Transportes, Vol. II, no. 46, 1 a 10 de setembro, 1986.

- Centrais de Informação de Fretes do Estado de Santa Catarina, Boletim Informativo, 6 Bimestre/1983. ENCATER, Empresa Catarinense de Transportes e Terminais S/A.

- Centrais de Informação de Frete: Relatório de atividades, 3 trimestre/1983. Secretaria de Estado dos Transportes, 1 trimestre/1984.

ENTREVISTAS

- Cia. Randon e Rodoviária, Informação coletada sobre preço das carrocerias dos veículos - Rio de Janeiro, agosto de 1987.

ANEXO A
BASE DE DATOS

GLOSSÁRIO

DKT	- Despesa de capital (Cr\$)
DLT	- Despesa de mão-de-obra (Cr\$)
DET	- Despesa de energia (Cr\$)
DMT	- Despesa de material (Cr\$)
DGT	- Despesa de carreteiro (Cr\$)
DTOT	- Despesa total da empresa (Cr\$)
IPK	- Índice preço de capital
IPL	- Índice preço de mão-de-obra
IPE	- Índice preço de energia
IPM	- Índice preço de material
IPG	- Índice preço de carreteiro
IQY1	- Índice do produto
CVM	- Cavalos mecânicos (ud)
PKGS	- Pick-up de carga seca (ud)
CMGS	- Caminhão Médio de carga seca (ud)
SRGS	- Semi-reboque de carga seca (ud)
RBGS	- Reboque de carga seca (ud)
GPMCMGS	- Capacidade de caminhão médio de carga seca (toneladas)
GPPKGS	- Capacidade de pick-up de carga seca (toneladas)
GPSRGS	- Capacidade de semi-reboque de carga seca (toneladas)
GPRBGS	- Capacidade de reboque de carga seca (toneladas)
QTDSL	- Consumo de diesel (1000)
QTGSL	- Consumo de gasolina (1000)
VLDSL	- Despesa total de diesel (Cr\$)

- VLGSL - despesa total de gasolina (Cr\$)
- SK - Proporção da despesa de capital
- SL - Proporção da despesa de mão-de-obra
- SE - Proporção da despesa de energia
- SM - Proporção da despesa de material
- SC - Proporção da despesa de carreteiro

Quadro A.1 - Toneladas-Quilômetro

OBS	1QY1
1	65802812
2	35212540
3	37716227
4	1718641
5	169470936
6	19400214
7	55901400
8	4192284
9	7525875
10	40991349
11	24885978
12	7621861
13	8192810
14	5647400
15	162645250
16	46155200
17	14002816
18	50723900
19	9268050
20	231556675
21	64196697
22	25934160
23	25102270
24	66011799
25	28387800
26	28665900
27	311692397
28	22606154
29	224058030
30	35426331
31	144897824
32	166781300
33	17387445
34	160161617
35	11500203
36	14687618
37	5257817
38	14833720
39	95255281
40	3912350
41	11031867
42	11921280
43	25928000
44	10474452
45	3956370
46	49800344
47	54350539
48	10467418
49	10789338
50	627090409
51	7426500
52	161008585
53	46202800
54	74873300
55	130019401
56	84640665
57	5485101
58	7775636
59	7817976

VARIABLE	LABEL	N	MEAN	STANDARD DEVIATION
1QY1	QUANTIDADE PROD.TOTAL-TKM	59	64516130.32	100353823.1

Quadro A.2 - Índice de Preços dos Insumos

OBS	IPK	IPL	IPE	IPM	IPC
1	37837.9	2484311	79569	204287	98.523
2	27839.6	302158	83624	90774	12.997
3	39945.2	400351	69511	533028	32.586
4	27630.8	1132112	59943	79242	28.345
5	29923.6	1181592	69700	122516	58.549
6	28827.6	709283	74021	148731	20.925
7	25437.9	868565	70289	249536	71.183
8	32471.9	683373	80754	150771	13.549
9	31205.6	380172	70795	80431	23.112
10	33275.5	933286	70352	115694	61.910
11	25272.4	788645	72073	107746	103.466
12	22404.3	573333	75425	88711	82.342
13	20079.1	1426885	75197	268296	54.976
14	40304.1	445267	71013	62132	53.738
15	31070.1	1064660	81535	105675	98.818
16	30341.9	820139	62885	141552	71.096
17	49481.0	1082784	86820	139710	4.325
18	27520.8	926455	91595	91205	42.912
19	39805.5	979744	112235	147927	203.496
20	33254.6	939624	68840	118273	32.626
21	30781.8	603395	70389	190775	290.816
22	42452.9	2210830	80223	13333	98.185
23	47760.0	599759	74111	658508	45.959
24	36304.6	733945	74021	367535	47.739
25	24167.4	859567	69251	64885	37.559
26	20537.8	918303	80046	80276	64.639
27	39480.0	1271704	77548	226769	144.111
28	27640.9	604694	83665	54016	4.287
29	31407.4	745023	93060	141330	79.590
30	41842.0	997691	72044	336428	12.642
31	19117.1	358283	86962	20012	76.475
32	29673.7	836265	77168	528995	147.112
33	30914.7	589670	85245	83136	59.523
34	29273.8	773059	72350	39484	102.585
35	42652.9	1091641	73562	112558	71.973
36	35962.1	700556	80056	67271	61.093
37	20724.1	1300842	69234	69267	48.901
38	35447.4	1199304	70119	103573	4.311
39	38024.2	645270	68133	192009	30.837
40	33180.5	775135	90300	32784	13.906
41	23453.8	593355	76372	62262	3.086
42	30923.4	455638	81725	152223	6.919
43	32096.2	1088583	74315	155920	35.422
44	26849.0	935104	80547	134119	6.545
45	37549.2	663617	67625	113686	22.337
46	30307.4	502202	86082	61791	46.073
47	41148.2	729981	67901	203404	67.127
48	37574.7	525333	76324	162164	38.491
49	36279.6	848050	89196	306876	52.868
50	27774.6	658848	97799	143767	49.055
51	32104.5	575135	77341	117787	25.663
52	28753.7	875324	82214	82201	39.722
53	30568.6	560009	84173	117405	28.3802
54	22924.6	1129183	87695	108739	56.3654
55	25845.7	800809	86156	168356	22.0392
56	28921.1	559731	73016	264615	34.1299
57	39590.6	348940	68423	185575	68.7893
58	35540.9	523043	114768	203253	87.0559
59	30895.2	1337533	83742	224249	59.4200

VARIABLE	LABEL	N	MEAN	STANDARD DEVIATION
IPK	INDICE PRECO CAPITAL	59	32151.11	6790.2
IPL	INDICE PRECO MAO-DE-OBRA	59	842727.44	390314.6
IPE	INDICE PRECO ENERGIA	59	78243.58	10427.5
IPM	INDICE PRECO DOS MATERIAIS	59	159317.16	123070.0
IPC	INDICE PRECO CARRETEIRO	59	50.97	49.2

Quadro A.3 - Frota de Veículos por Tipo (Número e Capacidade)

OBS	CVM	CMCS	PKCS	SRCS	RRCS	CPMCS	CPPKCS	CPSRCS	CPRCS
1	1	2	1	1	0	17	1	26	0
2	3	10	7	3	0	120	35	66	0
3	5	2	3	5	0	16	18	95	0
4	12	9	2	16	0	80	3	424	0
5	47	42	2	41	0	800	12	1035	0
6	8	21	3	8	0	290	3	200	0
7	8	84	4	8	0	1092	4	160	0
8	4	14	1	4	0	133	1	88	0
9	3	11	2	2	0	171	8	40	0
10	16	26	3	19	0	190	3	450	0
11	2	31	1	1	0	372	1	25	0
12	0	11	1	5	5	94	1	100	100
13	2	4	4	4	0	96	24	100	0
14	9	5	2	10	0	44	2	194	0
15	10	26	1	10	0	300	1	210	0
16	14	3	1	14	0	42	1	378	0
17	0	83	3	17	0	332	3	340	0
18	7	7	2	7	7	84	2	136	116
19	2	9	1	3	0	108	1	36	0
20	66	23	6	63	0	276	36	1512	0
21	12	90	3	28	0	636	3	616	0
22	3	2	1	3	0	24	1	57	0
23	1	94	5	1	0	477	5	20	0
24	20	159	2	47	0	897	2	940	0
25	9	2	1	98	0	12	1	1764	0
26	0	23	3	13	14	360	3	195	150
27	1	65	13	1	0	482	13	27	0
28	9	43	2	9	0	559	8	180	0
29	9	14	5	15	0	112	20	300	0
30	0	44	8	2	0	284	8	44	0
31	0	73	2	9	0	944	12	144	0
32	1	179	5	10	0	1432	5	200	0
33	4	49	7	5	0	490	7	110	0
34	38	78	10	66	0	1003	10	1331	0
35	1	8	3	1	0	60	3	24	0
36	7	5	2	7	0	44	4	155	0
37	6	5	1	6	0	65	2	240	0
38	11	7	2	12	0	126	2	252	0
39	6	30	1	6	0	205	1	118	0
40	1	18	2	1	0	149	2	25	0
41	3	36	2	3	0	463	2	75	0
42	3	5	1	3	0	65	1	75	0
43	4	25	3	8	0	207	3	160	0
44	6	9	10	6	0	92	60	162	0
45	5	25	2	5	0	176	2	105	0
46	15	14	7	15	0	168	22	375	0
47	2	26	17	2	0	225	23	50	0
48	12	25	15	6	0	312	90	132	0
49	0	19	5	1	0	152	7	10	0
50	70	105	177	93	0	840	885	2325	0
51	2	6	2	2	0	60	10	40	0
52	34	51	48	32	0	635	288	770	0
53	0	8	8	9	0	50	10	160	0
54	3	22	15	3	0	436	44	75	0
55	50	16	128	59	0	139	973	1515	0
56	22	27	92	21	0	254	669	460	0
57	6	14	1	3	0	168	2	66	0
58	0	7	2	2	0	49	4	24	0
59	9	56	6	12	0	405	8	360	0

MEDIA DOS VEICULOS (NUMERO E CAPACIDADE)

VARIABLE	LABEL	N	MEAN	STANDARD DEVIATION
CVM	CAVALO-MECANICO	59	10.2372881	15.2339097
CMCS	CAMINHAO - CARGA SECA	59	32.3300831	37.0977355
PKCS	PICK-UP - CARGA SECA	59	11.3389831	30.1225143
SRCS	SEMI-REBOQUE - CARGA SECA	59	14.6775061	21.4535912
RRCS	REBOQUES - CARGA SECA	59	0.4405730	2.1113093
CPMCS	CAPACIDADE - CAMINHOS CARGA SECA	59	303.7627139	310.8223902
CPPKCS	CAPACIDADE - PICK-UPS CARGA SECA	59	57.2033898	159.7501084
CPSRCS	CAPACIDADE - SEMI-REBOQUES CARGA SECA	59	327.3698305	479.6510917
CPRCS	CAPACIDADE - REBOQUES CARGA SECA	59	6.2033298	27.4464707

Quadro A.4 - Consumo de Combustível (Quantidade e Despesa)

CONSUMO DE COMBUSTIVEL						
OBS	OTDSL	OTGSL	QTALC	VLDSL	VLGSL	VLALC
1	61	8	0	4315275	955475	0
2	287	0	0	24000000	0	0
3	199	0	0	13632679	0	0
4	250	0	0	14985824	0	0
5	3140	14	9	217342841	1768475	688177
6	905	0	0	66888816	0	0
7	1941	29	50	132585552	3828000	3850000
8	442	0	0	35693443	0	0
9	221	9	0	15470823	778572	0
10	994	2	11	69558917	291026	827814
11	667	19	0	47439700	2470820	0
12	463	0	8	34836860	0	678640
13	244	5	0	17792586	675692	0
14	698	35	0	43972890	4968200	0
15	945	4	0	76540812	598840	0
16	1692	7	0	67755275	887726	0
17	1294	165	0	100966123	21227019	0
18	86	22	0	6784555	2713822	0
19	99	124	0	7754266	15960000	0
20	3741	9	0	256551680	1147161	0
21	3474	57	0	239703956	6803377	0
22	15	1	0	1047641	151840	0
23	1006	18	0	74001308	1752539	0
24	2594	12	0	190942090	1511824	0
25	569	10	0	38404616	1237513	0
26	302	6	0	23575006	821604	0
27	643	54	0	45800000	6565000	0
28	720	2	0	60000000	300000	0
29	299	130	0	22754546	16649018	0
30	933	0	0	67216880	0	0
31	2487	78	49	210570271	10583040	3846503
32	3071	196	0	219614152	24901573	0
33	451	67	0	33826015	8456504	0
34	1117	4	0	80415344	513583	0
35	112	15	0	6723095	1843699	0
36	193	11	0	14444135	1451520	0
37	236	0	0	16339184	0	0
38	1060	14	8	72550950	1868793	596702
39	1032	4	0	67922063	472000	0
40	184	8	0	16003218	1104299	0
41	791	32	0	57002665	4280000	0
42	480	9	0	37683254	1475300	0
43	578	3	7	42802813	317074	536400
44	567	13	0	45173922	1411168	0
45	650	4	0	43568760	484800	0
46	91	4	0	7704729	442800	0
47	438	0	6	29782321	0	360000
48	850	5	1	64558876	581500	85400
49	161	94	0	11250931	10356725	0
50	3491	211	32	318443959	33783291	3027530
51	110	3	0	8341500	342320	0
52	1850	197	0	138663966	24343227	0
53	233	22	0	17975654	2832520	0
54	326	47	6	25431069	6085110	410866
55	2449	76	0	203443927	10915792	0
56	4177	170	0	281801442	23654474	0
57	765	25	0	49036137	3311356	0
58	33	42	0	2459155	5567002	0
59	904	102	0	67351000	13310019	0

VARIABLE	LABEL	N	MEAN	STANDARD DEVIATION
OTDSL	QUANTIDADE CONSUMIDA - DIESEL	59	969.508	1053.558
OTGSL	QUANTIDADE CONSUMIDA - GASOLINA	59	37.254	55.882
QTALC	QUANTIDADE CONSUMIDA - ALCOOL	59	3.169	9.996
VLDSL	VALOR DISPENDIDO - DIESEL	59	71343024.220	78422925.957
VLGSL	VALOR DISPENDIDO - GASOLINA	59	4894119.186	7588346.812
VLALC	VALOR DISPENDIDO - ALCOOL	59	252678.508	805005.693

Quadro A.5 - Despesas dos Insumos

OBS	DKT	DLT	DET	DMT	DCT	DTOT
1	1404007	23768677	5270750	8888619	214796917	254230970
2	5630923	43451575	24000000	20061162	8557186	101700846
3	4909714	31494156	13832679	68760615	210915275	329912439
4	13684117	14148763	14985824	40175881	26179354	103173939
5	46065347	127062505	219759493	226287591	260412706	879627642
6	11793219	60088159	66988916	73324145	22305074	234499413
7	26623622	58279245	140273552	313417567	467380228	1520464214
8	6653102	53501117	35663443	33471224	6478151	135797997
9	4870500	9708666	16249395	17614430	9252719	57695710
10	20650046	118971266	70677757	74391225	127378685	412062979
11	8603024	163479031	49910520	42852377	222600715	487566167
12	5240958	20222397	35515500	26169789	15304111	102452755
13	3825845	26619065	18468276	59025174	75561913	183500275
14	9139786	9998398	48941090	14911602	26096757	111087633
15	1434926	132641834	77145652	53899793	213892614	492079619
16	12242931	26745327	68643031	59593592	99828695	267053530
17	26332836	47088917	122193142	94203960	21715363	755426118
18	8445811	61732683	9498377	30827259	101504821	212005951
19	4241830	8251040	23714268	21449422	29595378	87251938
20	58777510	184012311	257698841	215729278	236513050	952739990
21	37369160	177240412	246507333	239994870	135445459	836557234
22	3035614	9588023	1192481	1093286	70650253	85566657
23	23369031	510103867	75753847	330571228	737715029	1677513002
24	64148724	1267383116	192453914	675896463	800226104	3000108341
25	42432944	45448074	39642129	115478646	159319364	362321157
26	12490128	86163475	24326640	56835535	96254058	276139336
27	17566123	474737700	52371000	118373260	1431358274	2024408957
28	17624307	71500000	60300000	40350000	5000000	194774397
29	13543177	106114583	39408564	61054350	1060308215	1250424489
30	12018371	130238102	67216860	113711675	40597506	363782534
31	20775454	47409532	22499514	22013027	255432873	570631000
32	46703736	1164705732	244515725	865964032	3244143789	5606033013
33	159400663	90154462	42282519	50463733	134274971	333115748
34	61279055	217542923	80978927	92550523	626765158	1079066596
35	2047373	33365504	9566794	4792537	86183549	146954757
36	7120511	21859412	15885655	13655923	68506819	127038220
37	6183461	16876510	16339184	21270996	6604668	67334819
38	11238350	44910916	75022445	39357915	5515104	176044731
39	12020427	69639840	68394063	62210373	40258272	252523925
40	5260913	19321760	17113517	5769994	2996017	50462201
41	11095136	20824400	61282665	33932987	1795118	128930306
42	3730050	11705847	39158554	21463481	410085	76474017
43	11014595	98495030	43656287	57690504	67695804	278555220
44	8708594	39259758	46585090	42113506	17303551	153470509
45	10158477	19012933	44053560	32173130	11425671	118823791
46	16354479	61121430	8147529	34912119	107593269	228203926
47	9763244	151733049	30142321	60614245	323710795	575903652
48	15352774	116644722	65225776	86595613	241560960	525378945
49	5429996	88590000	21607656	51862067	150522380	318212139
50	111993525	1012929318	355254080	582337994	2340327065	4402907582
51	3274872	8455755	8623820	12956567	24602114	57973248
52	44689228	357310360	163007193	139166077	429404674	1133577532
53	6326820	11647069	20808174	28177182	44927960	111837205
54	9402640	156620767	31927045	60349536	372457802	630957790
55	63534411	613381094	214359729	442271432	964125212	2317671878
56	35018616	314243665	305455916	365902852	1171590688	2122271737
57	7121763	14627249	52347493	43795621	20995517	152980634
58	2652181	15071319	8026157	15650475	18973095	60373250
59	22307522	151536494	80661019	173344636	415607999	843459670

DESPESAS MEDIAS EM FATORES PRODUTIVOS

VARIABLE	LABEL	N	MEAN	STANDARD DEVIATION
DKT	DESPESA DE CAPITAL	59	19052438.3	20607200
DLT	DESPESA DE MAO-OBRA	59	170141263.0	272435369
DET	DESPESA DE ENERGIA	59	76494821.9	83243886
DMT	DESPESA DE MATERIAL	59	113650239.8	169243229
DCT	DESPESA DE CARRETERO	59	307325047.6	57156183.1
DTOT	DESPESA TOTAL	59	686863910.7	1037136059

Quadro A.6 - Índices de Preços e de Produtos normalizados pela média¹

OBS	IPK_S	IPL_S	IPE_S	IPM_S	IPC_S	Y1
1	1.17688	2.94794	1.01306	1.28226	1.72939	1.01994
2	0.86590	0.35855	1.06468	0.56977	0.22814	0.54579
3	1.24242	0.55338	0.88500	3.34570	0.57200	0.58460
4	0.85940	1.34339	0.76319	0.49739	0.49755	0.02664
5	0.93072	1.40210	0.88740	0.76901	1.02772	2.62680
6	0.89663	0.84165	0.94242	0.93355	0.36730	0.30070
7	0.79120	1.03066	0.89491	1.56629	1.24949	0.86647
8	1.00998	0.81150	1.02815	0.94636	0.23783	0.06498
9	0.97059	0.45112	0.90134	0.50485	0.40568	0.11665
10	1.03497	1.10746	0.89570	0.72619	1.08672	0.63537
11	0.78605	0.93582	0.91761	0.67630	1.81616	0.38573
12	0.69684	0.68033	0.96029	0.55682	1.44537	0.11814
13	0.62452	1.69318	0.95739	1.68404	0.96500	0.12699
14	1.25358	0.52836	0.90412	0.38999	0.94328	0.08753
15	0.98504	1.26335	1.03809	0.66330	1.73458	2.52100
16	0.94373	0.97320	0.80063	0.88849	1.24786	0.71541
17	1.53901	1.28450	1.10538	0.87093	0.07592	0.21704
18	0.85598	1.09935	1.16616	0.57247	0.75323	0.78622
19	1.23807	1.16259	1.42895	0.92851	3.57201	0.14365
20	1.03432	1.11522	0.87646	0.74237	0.57270	3.58913
21	0.95741	0.71600	0.89618	1.19745	5.10475	0.99508
22	1.32042	2.62342	1.02138	0.08369	1.72346	0.40198
23	1.48611	0.71169	0.94356	4.13332	0.80672	0.38909
24	1.12919	0.87092	0.94241	2.30694	0.83797	1.02318
25	0.75168	1.01998	0.88169	0.40790	0.65928	0.44001
26	0.63879	1.08968	1.01912	0.50388	1.13461	0.44432
27	1.22795	1.50903	0.98732	1.42338	2.52960	4.83123
28	0.85972	0.71753	1.06520	0.33905	0.07525	0.35040
29	0.97687	0.88406	1.24847	0.88710	1.39705	3.47290
30	1.30142	1.18388	0.91725	2.12424	0.22191	0.54911
31	0.59460	0.42515	1.10719	0.12561	1.34238	2.24592
32	0.92295	0.99233	0.98249	3.32039	2.58229	2.58511
33	0.95843	0.69972	1.08532	0.52183	1.04483	0.26951
34	0.91051	0.91828	0.92115	0.24783	1.80069	2.48251
35	1.32664	1.29537	0.93657	0.70650	1.26336	0.17825
36	1.11853	0.83165	1.01925	0.42224	1.07247	0.22766
37	0.64459	1.54361	0.88147	0.43490	0.85837	0.08150
38	1.10252	1.42194	0.89274	0.65011	0.07567	0.22992
39	1.18267	0.76569	0.86745	1.20520	0.54128	1.47646
40	1.03202	0.91979	1.14967	0.20578	0.24410	0.06064
41	0.72949	0.70410	0.97235	0.39091	0.05417	0.17099
42	0.96181	0.54067	1.04050	0.95547	0.12145	0.18478
43	0.99829	1.29174	0.94616	0.97868	0.62177	0.40188
44	0.83509	1.10962	1.02550	0.84184	0.11489	0.16235
45	1.16790	0.78770	0.86099	0.71358	0.39209	0.06132
46	0.94265	0.59592	1.09598	0.38785	0.80873	0.77191
47	1.27984	0.86621	0.86450	1.27672	1.17830	0.84243
48	1.16869	0.62337	0.97174	1.01787	0.67564	0.16224
49	1.12841	1.00636	1.13562	1.92620	0.92800	0.16723
50	0.86388	0.78180	1.24515	0.90252	0.86107	9.71990
51	0.99855	0.68247	0.98468	0.73332	0.45047	0.11512
52	0.89433	1.03868	1.04673	0.51596	0.69725	2.49564
53	1.13302	0.67175	1.07167	0.73693	0.49816	0.71614
54	0.71303	1.33891	1.11651	0.68252	0.98939	1.16054
55	0.80388	0.95026	1.09692	1.05674	0.36686	2.01530
56	0.89954	0.66419	0.92952	1.66093	0.59909	1.31193
57	1.23139	0.41406	0.87115	1.16481	1.20747	0.03502
58	1.10543	0.62065	1.46121	1.27578	1.52811	0.12052
59	0.96094	1.58715	1.06618	1.40756	1.04301	0.12118

- 1 - $IPK_S = IPK / \overline{IPK}$
 $IPL_S = IPL / \overline{IPL}$
 $IPE_S = IPE / \overline{IPE}$
 $IPM_S = IPM / \overline{IPM}$
 $IPC_S = IPC / \overline{IPC}$

Quadro A.7 - Proporção de Despesa dos Insumos

OBS	SK	SL	SE	SM	SC
1	0.005523	0.093492	0.020732	0.035356	0.844897
2	0.055368	0.427249	0.235986	0.197257	0.034141
3	0.014882	0.095462	0.041928	0.208421	0.639307
4	0.125342	0.129598	0.137266	0.367999	0.239795
5	0.052369	0.144450	0.249878	0.257254	0.296049
6	0.050291	0.256240	0.265667	0.312684	0.095118
7	0.017396	0.380779	0.091654	0.204786	0.305385
8	0.048993	0.393978	0.262844	0.246480	0.047705
9	0.084417	0.162274	0.281640	0.305299	0.160371
10	0.050113	0.268717	0.171519	0.160531	0.309120
11	0.017645	0.335296	0.102367	0.037953	0.456739
12	0.051155	0.197383	0.346652	0.255433	0.149377
13	0.020849	0.145063	0.100344	0.321663	0.411781
14	0.082275	0.090005	0.440563	0.134233	0.252924
15	0.029164	0.269581	0.156791	0.109749	0.434715
16	0.045844	0.100150	0.257038	0.223152	0.373315
17	0.035806	0.640283	0.166153	0.128230	0.029528
18	0.039837	0.291180	0.044802	0.145405	0.478776
19	0.048616	0.094566	0.271791	0.245633	0.339195
20	0.061694	0.193142	0.270484	0.228433	0.248247
21	0.044670	0.211869	0.294669	0.236884	0.161908
22	0.035477	0.112053	0.014012	0.012777	0.825675
23	0.013931	0.304083	0.045158	0.197060	0.439767
24	0.021382	0.422446	0.054149	0.225291	0.266732
25	0.110693	0.121175	0.103418	0.301258	0.363451
26	0.045231	0.312028	0.083349	0.205822	0.342570
27	0.008388	0.226669	0.025005	0.056519	0.63419
28	0.090485	0.367092	0.309539	0.207163	0.025671
29	0.010577	0.082875	0.030774	0.047683	0.828092
30	0.033037	0.358011	0.184772	0.312581	0.111598
31	0.036408	0.033083	0.394300	0.036577	0.447532
32	0.008391	0.209252	0.043930	0.156580	0.582347
33	0.047851	0.270540	0.126930	0.151490	0.403088
34	0.056789	0.201603	0.074899	0.085769	0.580840
35	0.021619	0.236709	0.060776	0.059472	0.611423
36	0.056050	0.172069	0.125125	0.107495	0.539261
37	0.091832	0.250636	0.242656	0.315889	0.028975
38	0.063833	0.255111	0.426156	0.223568	0.031329
39	0.047691	0.275775	0.270842	0.246356	0.159425
40	0.104255	0.362896	0.339135	0.114343	0.059372
41	0.086055	0.161517	0.475316	0.263189	0.013923
42	0.048254	0.153070	0.512050	0.280664	0.035362
43	0.039542	0.353592	0.156724	0.267106	0.243035
44	0.053466	0.255813	0.303544	0.274408	0.112748
45	0.085956	0.162749	0.377094	0.275399	0.097803
46	0.071666	0.268144	0.035703	0.152986	0.471501
47	0.016951	0.263442	0.052334	0.105240	0.562033
48	0.029232	0.222020	0.124150	0.164325	0.459783
49	0.017075	0.278574	0.067946	0.163082	0.473323
50	0.025437	0.230059	0.080626	0.132262	0.531555
51	0.056491	0.145856	0.149790	0.223493	0.424370
52	0.039423	0.315205	0.143799	0.122767	0.378805
53	0.0565464	0.104097	0.185975	0.251836	0.401547
54	0.0149022	0.248544	0.050601	0.095648	0.590305
55	0.0274130	0.264654	0.092429	0.190826	0.424618
56	0.0159737	0.143342	0.139333	0.160933	0.534419
57	0.0509731	0.104467	0.373936	0.312847	0.157857
58	0.0430298	0.249636	0.132942	0.259229	0.314263
59	0.0264476	0.179663	0.095631	0.205516	0.492742

SHARES MEDIOS DOS FACTORES PRODUTIVOS.

VARIABLE	LABEL	N	MEAN	STANDARD DEVIATION
SK	SHARE CAPITAL	59	0.04554976	0.02723541
SL	SHARE MAQ-OBRA	59	0.23212589	0.10828413
SE	SHARE ENERGIA	59	0.18222363	0.12932598
SM	SHARE MATERIAL	59	0.19376795	0.03472067
SC	SHARE CARRETEIRO	59	0.34671277	0.21766529

Quadro A.8 - Análise Univariada do Índice de Quantidade de Toneladas-quilômetro

UNIVARIATE

VARIABLE=IOY1

QUANTIDADE PROD.TOTAL-TKM

MOMENTS			
N	59	SUM WGTs	59
MEAN	64516130	SUM	3806451689
STD DEV	100353223	VARIANCE	1.007E+16
SKEWNESS	3.55216	KURTOSIS	16.8486
USS	8.297E+17	CSS	5.841E+17
CV	155.548	STD MEAN	13064955
T:MEAN=0	4.93811	PRCB>|T|	0.0001
SS:RANK	855	PRCB>|S|	0.0001
DD:RANK	59		
D:NORMAL	0.265736	PROB>D	<.01

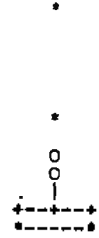
QUANTILES(DEF=4)			
100% MAX	627090409	99%	627090176
75% Q3	66011792	95%	231556672
50% MED	25934160	90%	166761296
25% Q1	10467417	10%	5485100
0% MIN	1718641	5%	3956370
		1%	1718640
RANGE	625371768		
Q3-Q1	55544375		
MGDE	1718640		

EXTREMES	
LOWEST	HIGHEST
1718641	169470936
3912350	224058030
3956370	231556675
4192284	311692397
5257817	627090409

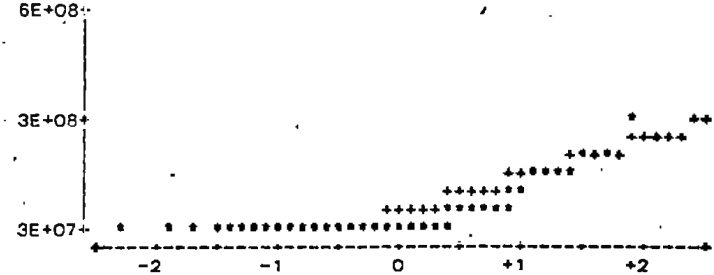
STEM	LEAF	
6	3	0
5		1
5		
4		
4		
3		
3	1	.1
2		
2	23	2
1	66677	5
1	034	3
0	5555667778	11
0	000011111111111111111111222233334444	36

MULTIPLY STEM.LEAF BY 10**+08

BOXPLOT



NORMAL PROBABILITY PLOT



Quadro A.9 - Análise Univariada do Índice Preço Capital

UNIVARIATE

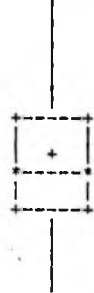
VARIABLE=IPK

MOMENTS				QUANTILES (DEF=4)				EXTREMES	
N	59	SUM WGT	59	100% MAX	49481	99%	49481	LOWEST	HIGHEST
MEAN	32151.1	SUM	1696916	75% Q3	37549.2	95%	42652.9	19117.1	41842
STD DEV	6795.19	VARIANCE	46168234	50% MED	31205.6	90%	41148.2	20079.1	42452.9
SKEWNESS	0.266117	KURTOSIS	-0.184991	25% Q1	27640.9	10%	22924.6	20537.8	42652.9
USS	5.367E+10	CSS	2678917546	0% MIN	19117.1	5%	20537.8	20724.1	47780
CV	21.1383	STD MEAN	884.789			1%	19117.1	22404.3	49481
T-MEAN=0	36.3376	PROB>|T|	0.0091	RANGE	30364				
SIGN RANK	885	PROB>|S|	0.0001	Q3-Q1	9908.35				
NUM = 0	59			MODE	19117.1				
D-NORMAL	0.0790091	PROB>D	>.15						

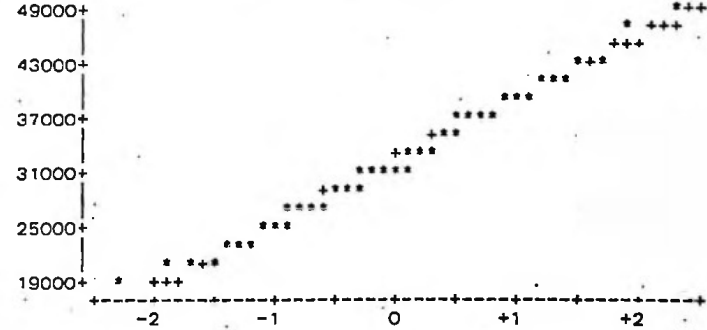
STEM	LEAF	
43	5	0
46	0	1
44		1
42	57	2
40	313	3
39	05689	5
36	0336563	7
34	45	2
32	115233	6
30	305839247	9
28	889379	6
26	855688	6
24	2348	4
22	495	3
20	157	3
18	1	1

MULTIPLY STEM.LEAF BY 10**+03

BOXPLOT



NORMAL PROBABILITY PLOT



Quadro A.10 - Análise Univariada do Índice Preço de Mão-de-Obra

UNIVARIATE

VARIABLE=IPL

INDICE PRECO MAO DE OBRA

MOMENTS				QUANTILES(DEF=4)			EXTREMES		
N	59	SUM WGTS	59	100% MAX	2484311	99%	2484311	LOWEST	HIGHEST
MEAN	842727	SUM	49720919	75% Q3	997691	95%	1426885	302158	1300842
STD DEV	390315	VARIANCE	1.523E+11	50% MED	775135	90%	1271703	343940	1337533
SKEWNESS	2.01623	KURTOSIS	6.28817	25% Q1	589670	10%	455638	358253	1426885
USS	5.074E+13	CSS	8.836E+12	0% MIN	302158	5%	358283	300172	2210830
CV	46.3156	STD MEAN	50814.6			1%	302157	445257	2484311
T:MEAN-O	16.5843	PROB>|T|	0.0001	RANGE	2182154				
SN:RANK	895	PROB>|S|	0.0001	Q3-Q1	408021				
NUM = 0	59			MODE	302158				
D:NORMAL	0.130584	PROB>D	0.014						

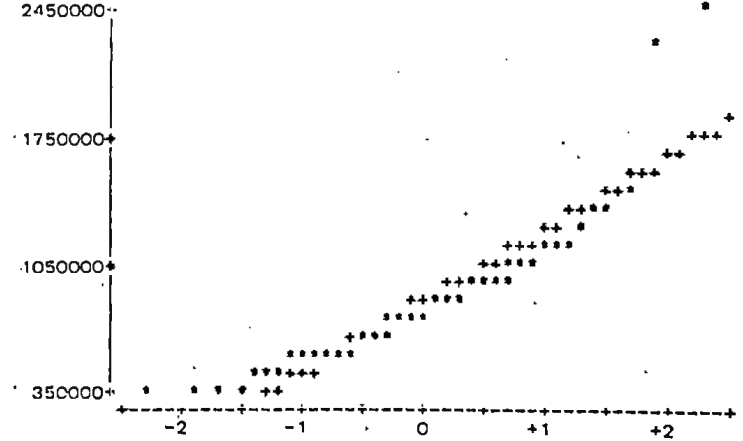
STEM LEAF	
24 8	1
23	
22 1	1
21	
20	
19	
18	
17	
16	
15	
14 3	1
13 04	2
12 07	2
11 325	3
10 06829	5
9 233443	6
8 0245678	7
7 01335789	8
6 000568	7
5 023677899	9
4 507	3
3 0562	4

MULTIPLY STEM.LEAF BY 10**+05

BOXPLOT



NORMAL PROBABILITY PLOT



Quadro A.11 - Análise Univariada do Índice Preço de Energia

UNIVARIATE

VARIABLE=IPE

INDICE PRECO ENERGIA

MOMENTS			
N	59	SUM WGTs	59
MEAN	78543.6	SUM	4634071
STD DEV	10427.5	VARIANCE	108732758
SKWENESS	1.34847	KURTOSIS	2.7937
USS	3.703E+11	CSS	6306499943
CV	13.2761	STD MEAN	1357.54
T:MEAN=0	57.8571	PROB>|T|	0.0001
SGH RANK	885	PROB>|S|	0.0001
NUM = 0	59		
D:NORMAL	0.11363	PROB>D	0.057

QUANTILES(DEF=4)			
100% MAX	114768	99%	114768
75% Q3	83741.8	95%	98059.6
50% MED	76372.2	90%	90299.5
25% Q1	70389.2	10%	68423.4
0% MIN	59943.3	5%	67625
		1%	59943.3
RANGE	54825.1		
Q3-Q1	13352.6		
MODE	59943.3		

EXTREMES	
LOWEST	HIGHEST
59943.3	91594.6
62684.6	97798.8
67625	98059.6
67900.7	112235
68133	114768

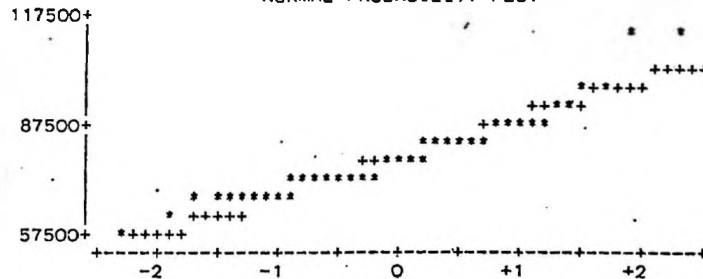
STEM	LEAF	
11	5	0
11	2	1
10		
10		
9	88	2
9	C2	2
8	5567789	7
8	CCCC112224444	13
7	5566778	7
7	CCCCO11222344444	17
6	8888999	7
6	O3	2
5		

MULTIPLY STEM.LEAF BY 10**+04

BOXPLOT



NORMAL PROBABILITY PLOT



Quadro A.12 - Análise Univariada do Índice Preço de Capacidade Contratada

UNIVARIATE

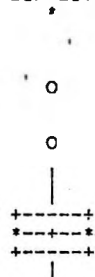
VARIABLE=IPC INDICE PRECO-CARRETERO

MOMENTS				QUANTILES (DEF=4)				EXTREMES	
N	59	SUM WGTS	59	100% MAX	290.816	99%	290.816	LOWEST	HIGHEST
MEAN	56.9697	SUM	3361.21	75% Q3	71.183	95%	147.112	3.0863	103.466
STD DEV	49.2467	VARIANCE	2425.24	50% MED	48.9011	90%	102.585	4.28671	144.111
SKEWNESS	2.43397	KURTOSIS	8.74931	25% Q1	25.6629	10%	6.91872	4.31076	147.112
USS	332151	CSS	140664	0% MIN	3.0863	5%	4.31076	4.3254	203.496
CV	86.4437	STD MEAN	6.41137			1%	3.0863	6.54508	290.816
T:MEAN=0	8.82572	PROB>|T|	0.0001	RANGE	287.73				
SGN RANK	885	PROB>|S|	0.0001	Q3-Q1	45.5201				
NUM == 0	59			MODE	3.0863				
D:NORMAL	0.159974	PROB>D	<.01						

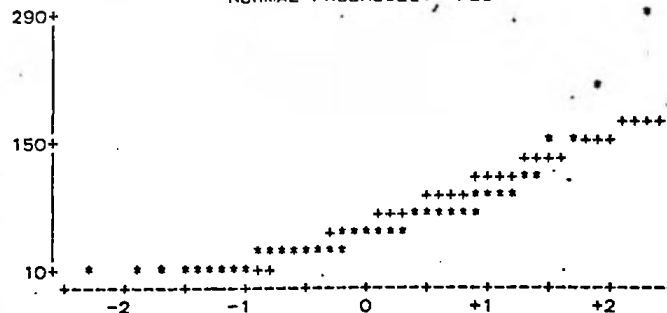
STEM	LEAF	
26	1	0
26		1
24		
22		
20	3	1
15		
16		
14	47	2
12		
10	33	2
8	027899	6
6	0125791126	10
4	0366899345699	13
2	12235681334588	14
0	3444773344	10

MULTIPLY STEM.LEAF BY 10**+01

BOXPLOT



NORMAL PROBABILITY PLOT



Quadro A.13 - Análise Univariada do Índice Preço de Material não Energético

UNIVARIATE

VARIABLE=IPM

INDICE PRECO MATERIAL

MOMENTS

N	59	SUM WGT	59
MEAN	159317	SUM	9399713
STD DEV	123070	VARIANCE	1.515E+10
SKEWNESS	2.19062	KURTOSIS	5.69464
USS	2.375E+12	CSS	8.785E+11
CV	77.2484	STD MEAN	16022.3
T-MEAN=0	9.94344	PROB>|T|	0.0001
SGN RANK	665	PROB>|S|	0.0001
NUM=70	59		
D-NORMAL	0.188975	PROB>D	<.01

QUANTILES(DEF=4)

100% MAX	656508	99%	658508
75% Q3	192009	95%	528994
50% MED	122516	90%	306876
25% Q1	82200.8	10%	61791.4
0% MIN	13332.8	5%	32764.1
		1%	13332.8
RANGE	645176		
Q3-Q1	109808		
MODE	13332.8		

EXTREMES

LOWEST	HIGHEST
13332.8	338428
20011.8	367535
32764.1	529995
39464	533028
54016.1	656508

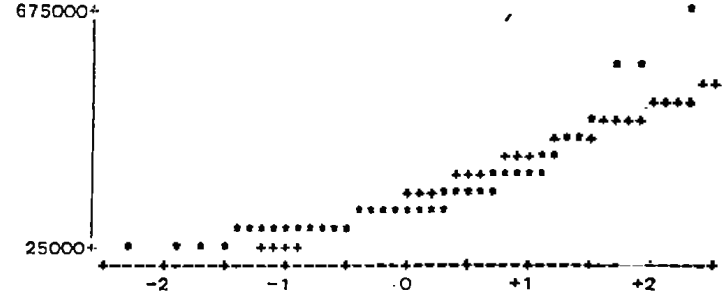
STEM	LEAF	
0	6	1
5	33	2
3	7	1
3	14	2
2	557	3
2	00023	5
1	555667999	10
1	011111222234444	16
0	566667788889999	15
0	1234	4

MULTIPLY STEM.LEAF BY 10**+05

BOXPLOT



NORMAL PROBABILITY PLOT



ANEXO B

**FUNÇÃO DE CUSTO COM ÍNDICE
DE PREÇO DE MÃO-DE-OBRA SEM SALÁRIOS
DA ADMINISTRAÇÃO E DO PESSOAL PROPRIETÁRIO**

Quadro B.1 - Coeficientes da Função de Custo

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T RATIO
INTERCEPT (a0)	1	20.034408	0.095794	209.1396
LY1 (ay)	1	0.693483	0.068021	10.1951
LK (ak)	1	0.038561	0.00381895	10.0946
LL (al)	1	0.157539	0.014875	10.5912
LE (ae)	1	0.164693	0.022675	7.2631
LM (am)	1	0.203393	0.012723	15.9866
LC (ac)	1	0.435813	0.032426	13.4401
LBKK (akl)	1	0.023837	0.010378	2.3653
LBKL (akl)	1	0.003597818	0.006855435	0.5248
LBKE (ake)	1	0.002740398	0.011952	0.2293
LBKM (akm)	1	-0.021773	0.003992729	-5.4532
LBKC (akc)	1	-0.00840198	0.003418577	-2.4577
LBLL (all)	1	0.048019	0.031192	1.5395
LBLE (ale)	1	-0.015158	0.032561	-0.4655
LBLM (alm)	1	-0.008974512	0.012885	0.6911
LBLC (alc)	1	-0.045433	0.013227	-3.4349
LBEE (aee)	1	0.104297	0.044649	2.3359
LBEM (aem)	1	-0.015980	0.015790	-1.0120
LBEC (aec)	1	-0.075900	0.019557	-3.8811
LBMM (amm)	1	-0.081340	0.119901	-0.6784
LBMC (amc)	1	-0.029984	0.011036	-2.7170
LBCC (acc)	1	0.159720	0.027930	5.7185
LC1K (byk)	1	-0.00787648	0.002571198	-3.0641
LC1L (byl)	1	0.007751247	0.009957427	0.7784
LC1E (bye)	1	-0.023845	0.015193	-1.5694
LC1M (bym)	1	-0.030151	0.008545248	-3.5284
LC1C (byc)	1	0.054124	0.021975	2.4629
LA11 (byy)	1	0.131841	0.065616	2.0093

R2 do sistema = 0.5975 (3SLS)
R2 (custo) = 0.9027 (OLS)
R2 (share de capital) = 0.6323 (OLS)
R2 (share de mão-de-obra) = 0.3692 (OLS)
R2 (share de energia) = 0.3931 (OLS)
R2 (share de carreteiro) = 0.5484 (OLS)

Quadro B.2 - Elasticidades Parciais de Substituição de Allen (σ)

	K	L	E	M	C
K	-8,802	-	1,432*	-1,776	0,600
L		-3,413*	-	-	0,338
E			-1,227	-	-0,057
M				-5,883*	0,662
C					-0,454

* - Não significativas

Quadro B.3 - Elasticidades Preço (ϵ)

	K	L	E	M	C
K	-0,343	-	0,236*	-0,361	0,218
L		-0,538*	-		-0,147
E			-0,202	-	-0,025
M				-1,196*	0,288
C					-0,198

* - Não significativas

Quadro B.4 - Economia de Escala, Custo Médio e Custo Marginal

$$\text{Economia de Escalas} = a_y^{-1} = (0,6935)^{-1} = 1,442$$

$$\text{Custo Médio: } \frac{c_{\text{Intercept}}}{\text{Média}(y_2)} = \frac{502.149.278}{64.516.130} = 7,78 \text{ Cr/tkm}$$

$$\text{Custo Marginal} = 7,78 \cdot a_y = 5,40 \text{ Cr/tkm}$$

Quadro B.5 - Índice de Preços de Mão-de-Obra

OBS	IPK	IPL*	IPE	IPM	IPC
1	37837.9	251175	79569	204287	98.523
2	27839.6	303595	83624	90774	12.997
3	39945.2	190974	69511	533028	32.586
4	27630.8	342587	59943	79242	28.345
5	29923.6	666913	69700	122516	58.549
6	28627.6	486808	74021	148731	20.925
7	25437.9	436905	70289	249536	71.183
8	32471.9	593912	80754	150771	13.549
9	31205.6	291930	70795	80431	23.112
10	33275.5	484819	70352	115694	61.910
11	25272.4	652163	72073	107746	103.466
12	22404.3	431628	75425	88711	82.342
13	20079.1	1066039	75197	268296	54.976
14	40304.1	344500	71013	62132	53.738
15	31670.1	608447	81535	105675	98.818
16	30341.9	582633	62885	141552	71.096
17	49481.0	729091	86820	139710	4.325
18	27520.8	686833	91595	91205	42.912
19	39805.5	400000	112235	147927	203.496
20	33254.6	772169	68840	118273	32.626
21	30781.8	492505	70389	190775	290.816
22	42452.9	323064	80223	13333	98.185
23	47780.0	514010	74111	658508	45.959
24	36304.6	602715	74021	367535	47.739
25	24167.4	957587	69251	64985	37.559
26	20537.8	503501	80046	80276	64.639
27	39480.0	369209	77548	226769	144.111
28	27640.9	438715	83665	54016	4.287
29	31407.4	503871	98060	141330	79.590
30	41842.0	513405	72044	338428	12.642
31	19117.1	385681	86962	20012	76.475
32	29673.7	462632	77168	528995	147.112
33	30614.7	403281	85245	83136	59.523
34	29273.8	548388	72350	39484	102.585
35	42652.9	772578	73562	112558	71.973
36	35962.1	629744	80056	67271	61.098
37	20724.1	837963	69234	69287	48.901
38	35447.4	665360	70119	103573	4.311
39	38024.2	567737	68133	192009	30.837
40	33180.5	781088	90300	32784	13.906
41	23453.8	495192	76372	62262	3.086
42	30923.4	438695	81725	152223	6.919
43	32096.2	617635	74315	155920	35.422
44	26849.0	831745	80547	134119	6.545
45	37549.2	455563	67625	113686	22.337
46	30307.4	385261	86082	61791	46.073
47	41148.2	717095	67901	203404	67.127
48	37574.7	482756	76324	162164	38.491
49	36279.6	473053	89196	306876	52.868
50	27774.6	563413	97799	143787	49.055
51	32104.5	353580	77341	117787	25.663
52	28753.7	524353	82214	82201	39.722
53	36588.6	348917	84173	117405	28.3802
54	22924.6	541982	87695	108738	56.3654
55	25845.7	637028	86156	166356	22.0392
56	28921.1	444160	73016	264615	34.1299
57	39590.6	280832	68423	185575	68.7893
58	35540.9	526043	114768	203253	87.0559
59	30895.2	667544	83742	224249	59.4200

VARIABLE	LABEL	N	MEAN	STANDARD DEVIATION
IPK	INDICE PREÇO CAPITAL	59	32151.11	6796.2
IPL	INDICE PREÇO MAO-DE-OBRA	59	531969.57	174341.5
IPE	INDICE PREÇO ENERGIA	59	78543.58	10427.5
IPM	INDICE PREÇO DOS MATERIAIS	59	159317.16	123070.0
IPC	INDICE PREÇO CARRETEIRO	59	56.97	49.2

* IPL = Índice Preço de Mão-de-Obra sem salários da Administração e do Pessoal Proprietário.

Quadro B.6 - Análise Univariada do Índice Preço de Mão-de-Obra

UNIVARIATE

VARIABLE=IPL

INDICE PRECO MAO DE OBRA

MOMENTS			
N	59	SUM WGTS	.59
MEAN	531970	SUM	31386205
STD DEV	174341	VARIANCE	3.039E+10
SKEWNESS	0.675854	KURTOSIS	0.6746
USS	1.846E+13	CSS	1.763E+12
CV	32.7728	STD MEAN	22697.3
T:MEAN=0	23.4375	PROB>|T|	0.0001
SGN RANK	885	PROB>|S|	0.0001
NUM = 0	59		
D:NORMAL	0.0833956	PROB>D	>.15

QUANTILES (DEF=4)

100% MAX	1066039	99%	1066039
75% Q3	637028	95%	837963
50% MED	503871	90%	772578
25% Q1	403281	10%	323064
0% MIN	190974	5%	280832
		1%	190974
RANGE	875065		
Q3-Q1	233747		
MODE	190974		

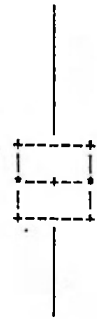
EXTREMES

LOWEST	HIGHEST
190974	781088
251175	831745
280932	837953
291930	957587
303595	1066039

STEM	LEAF	
10	7	0
10		1
9	6	1
9		
8		
8	34	2
7	778	3
7	23	2
6	57779	5
6	01234	3
5	55789	5
5	00011334	8
4	6578892	7
4	0034444	7
3	55729	5
3	0244	4
2	559	3
2		
1	9	1

MULTIPLY STEM LEAF BY 10**+05

BOXPLOT



NORMAL PROBABILITY PLOT

