AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS PELO MÉTODO DE ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS – *DEA*.

Andrea Hora Athayde

Serviço de Pós-Graduação EESC/USP
EXEMPLAR REVISADO
Data de entrada no Serviço: 22/09/03
Ass.:

DEDALUS - Acervo - EESC
31100043075

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração em Engenharia de Transportes.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Edson Martins de Aguiar.

São Carlos

2003

EESC-USP
Biblioteca
CAMPUS DE S. CARLOS

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Engenheira **ANDREA HORA ATHAYDE**

Dissertação defendida e julgada em 14-03-2003 perante a Comissão Julgadora:

x _____ x Aprovado

Prof. Dr. **EDSON MARTINS DE AGUIAR (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

x _____ x APROVADO

Prof. Dr. **ORLANDO FONTES LIMA JUNIOR**
(Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP)

x _____ x Aprovado

Prof. Dr. **MARCELO SEIDO NAGANO**
(Faculdade de Econômia, Administração e Contabilidade/USP-Ribeirão Preto)

_____

Prof. Assoc. **JOSÉ REYNALDO ANSELMO SETTI**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Transportes

_____

Profa. Assoc. **MARIA DO CARMO CALIJURI**
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

A meus pais

Mânea e Gilson Athayde

AGRADECIMENTOS

A Deus que me deu força e sabedoria necessárias para a realização deste trabalho.

Aos professores Edson e Marcelinho pela paciência, dedicação e orientação prestadas na elaboração desta dissertação.

Aos demais professores e funcionários do Departamento de Transportes da EESC-USP, em especial Glauco, Nelsinho, Widmer e Coca, pelos ensinamentos e serviços prestados.

A meus pais, principalmente pela educação e palavras de amor e incentivo.

À meus irmãos, Juninho, Aô e Saulo pelo carinho e compreensão nos momentos em que estive ausente.

Ao Fábio que esteve ao meu lado durante o desenvolvimento deste trabalho e em minha vida.

À vó Cacá e Vozinha (*in memorian*), aos meus sobrinhos e aos demais familiares, em especial tio Bido, pelo grande apoio dado em meus estudos.

Aos grandes e verdadeiros amigos que ficaram em Maceió, mas que nunca perderam o contato, em especial, Chiara, Duda e Emanoel.

Aos amigos alagoanos que também vieram para *SanCa City,* em especial ao Topó, Paula, Romel, Marilene, Luciano, Renata, Patrick, Márcio, Walber, Walter, Jerônimo e Carol, pelo convívio durante o tempo em que nos afastamos de casa.

Aos amigos do curso de mestrado, em especial a Scarlett e Giselle, à Marcela, às Andréas, Cida, Cira, Cláudia, Cláudio, Cíntia, Fabiana, Giovane, Giseli, Karênina, Joel, Marcinha, Marilda, Marta, Pastor, Paulinha, Renatinho, Rogério, Rômulo e Silmara pelo convívio neste período.

Aos professores da UFAL, em especial, Ednaldo, César e Tarcísio que me incentivaram a iniciar uma pós-graduação.

A editora OTM pela doação dos dados e informações necessárias para o desenvolvimento do trabalho.

Ao CNPQ pela bolsa de estudos concedida.

Finalmente, a todos que de uma certa forma contribuíram para realização deste trabalho, muito obrigada.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS I
LISTA DE TABELAS III
SIGLAS E ABREVIAÇÕES IV
RESUMO VI
ABSTRACT VII
1. INTRODUÇÃO 01
1.1. Considerações Preliminares 01
1.2. Objetivos 02
1.3. Estrutura da Dissertação 02
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 04
2.1. Transportes de Carga 04
2.1.1. Introdução 04
2.1.2. Análise das Compensações 07
2.1.3. Domínio do Transporte Rodoviário de Cargas no Brasil 08
2.2. Transporte Rodoviário de Cargas 10
2.2.1. Introdução 10
2.2.2. Custos do Transporte Rodoviário de Cargas 19
2.2.3. Produção do Transporte Rodoviário de Cargas 21
2.3. A Reestruturação do Setor Federal de Transportes 28
2.4. Análise Envoltória de Dados 33
2.4.1. Introdução 33
2.4.2. Fundamentos da Análise Envoltória de Dados 35
2.4.2.1. *Pesquisa Operacional* 35
2.4.2.2. *Programação Linear* 37
2.4.2.3. *Métodos para Estimativa da Fronteira de Produção* 39
2.4.2.4. *Produtividade e Sistema de Produção* 40
2.4.2.5. *Eficiência* 42
2.4.2.6. *Desempenho* 46
2.4.3. O Método DEA 47
2.4.3.1. *Considerações sobre os Modelos Básicos DEA* 49
3. METODOLOGIA 54
3.1. Introdução 54

3.2. Etapas Propostas da Metodologia DEA 54
3.2.1. Definição e Seleção das DMU's para Análise 55
3.2.2. Definição, Seleção e Manipulação dos Inputs e Outputs das DMU's 55
3.2.3. Definição e Aplicação do Modelo DEA 58
3.2.4. Interpretação e Análise dos Resultados 61
4. ESTUDO DE CASO 65
4.1. Introdução 65
4.2. Definição e Seleção das DMU's para Análise 67
4.3. Definição, Seleção e Manipulação dos Inputs e Outputs das DMU's 67
4.4. Definição e Aplicação do Modelo DEA 72
4.5. Interpretação e Análise dos Resultados 73
5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES 92
ANEXO A – Empresas e Variáveis Reunidas para a Análise 96
A 1 – Empresas Selecionadas 97
A 2 – Regiões de Operação das Empresas 98
A 3 – Tipo de Carga Transportada por Empresa 99
A 4 – Variáveis Operacionais 100
A 5 – Variáveis Financeiras 101
ANEXO B – Resumo do Estudo de Regressão Linear 102
B 1 – Resumo do Estudo de Regressão para as Variáveis Operacionais 103
ANEXO C – Normalização das Variáveis 104
C 1 – Normalização das Variáveis Operacionais 105
C 1 – Normalização das Variáveis Financeiras 106
ANEXO D – Rankings de Desempenho 107
D 1 – Modelo OPERBCCIN 108
D 2 – Modelo OPERBCCOUT 109
D 3 – Modelo OPERCCRIN 110
D 4 – Modelo OPERCCROUT 111
D 5 – Modelo FINBCCIN 112
D 6 – Modelo FINBCCOUT 113
D 7 – Modelo FINCCRIN 114
D 8 – Modelo FINCCROUT 115
ANEXO E – Classificação das DMU's 116
E 1 – Classificação das DMU's através dos Modelos Estudados 117
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 118

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Conflito generalizado entre custos de transporte e estoque. 08
Figura 2: Carga transportada (tkm) por modo de transporte. 09
Figura 3: Participação dos modais no Brasil e nos Estados Unidos. 09
Figura 4: Investimentos no transporte brasileiro. 10
Figura 5: Pessoas ocupadas nas empresas. 11
Figura 6: Distribuição da frota de caminhões do país. 12
Figura 7: Idade da frota brasileira. 13
Figura 8: Quadro das vítimas dos acidentes de trânsito no Brasil. 13
Figura 9: Acidentes por km no Brasil e nos Estados Unidos. 14
Figura 10: Mortos por km no Brasil e nos Estados Unidos. 14
Figura 11: Estrutura relativa de custos no Brasil e nos Estados Unidos. 15
Figura 12: Malha viária brasileira segundo o CNT. 16
Figura 13: Malha viária brasileira segundo o DNER. 16
Figura 14: Evolução do roubo de cargas no Brasil. 17
Figura 15: Valores subtraídos nos roubos de carga no Brasil. 17
Figura 16: Ocorrência dos roubos de carga no Brasil. 18
Figura 17: Evolução das ocorrências do roubo de cargas nas regiões brasileiras. 18
Figura 18: Valores subtraídos nos roubos de cargas nas regiões brasileiras. 19
Figura 19: Etapas no processo de produção do transporte rodoviário de cargas. 21
Figura 20: Conjuntos para carregamento do caminhão. 23
Figura 21: Conjuntos de paradas por dia da semana. 23
Figura 22: Estratégia que minimiza o número necessário de caminhões. 24
Figura 23: Seqüências de paradas. 24
Figura 24: Campos de aplicação do método DEA. 35
Figura 25: Ajuste médio e fronteira de eficiência. 40
Figura 26: Sistema de produção. 40
Figura 27: Fatores de escala. 44
Figura 28: Tipos de eficiências. 45
Figura 29: Projeção das DMU's ineficientes 47
Figura 30: Seleção do modelo DEA 59
Figura 31: Modelos VRS x CRS 60
Figura 32: Correlação entre as variáveis 62
Figura 33: Referências para estudos de *benchmarking* – FINBCCIN 74

Figura 34: Referências para estudos de *benchmarking* – FINBCCOUT 74
Figura 35: Referências para estudos de *benchmarking* – FINCCRIN 75
Figura 36: Referências para estudos de *benchmarking* – FINCCROUT 75
Figura 37: Variável com grande potencial de levar melhorias de Desempenho as DMU's - OPERBCCIN 77
Figura 38: Variável com grande potencial de levar melhorias de Desempenho as DMU's - OPERBCCOUT 77
Figura 39: Variável com grande potencial de levar melhorias de Desempenho as DMU's - OPERCCRIN 77
Figura 40: Variável com grande potencial de levar melhorias de Desempenho as DMU's - OPERCCROUT 78
Figura 41: Nº de DMU's com potenciais de melhoria de desempenho a certos alcances através da variável pneus gastos por ano. no modelo OPERBCCIN 78
Figura 42: Distribuição das eficiências das DMU's versus a variável pneus gastos por ano, no modelo OPERBCCIN 79
Figura 43: Referências para estudos de *benchmarking* – FINBCCIN 85
Figura 44: Referências para estudos de *benchmarking* – FINBCCOUT 85
Figura 45: Referências para estudos de *benchmarking* – FINCCRIN 85
Figura 46: Referências para estudos de *benchmarking* – FINCCROUT 86
Figura 47: Distribuição das eficiências das DMU's versus a variável patrimônio líquido, no modelo FINCCROUT 87
Figura 48: Variações sobre as variáveis para que a DMU se torne eficiente, nos diversos modelos 87
Figura 49: Comparação da DMU ineficiente com suas unidades de referência – FINBCCIN 88
Figura 50: Comparação da DMU ineficiente com suas unidades de referência – FINBCCOUT 88
Figura 51: Comparação da DMU ineficiente com suas unidades de referência – FINCCRIN 89
Figura 52: Comparação da DMU ineficiente com suas unidades de referência – FINCCROUT 89
Figura 53: Contribuição percentual das unidades de referência 90
Figura 54: Ênfase usada pela análise para cada variável, na determinação do escore de eficiência 90
Figura 55: Análise de desvio de eficiência entre os modelos BCC e CCR 91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação relativa dos modais 07
Tabela 2: Classificação das variáveis em input ou output 70
Tabela 3: Matriz de correlação linear para as variáveis operacionais 71
Tabela 4: Matriz de correlação linear para as variáveis financeiras 71
Tabela 5: Abreviações estabelecidas para a identificação dos resultados da análise 72
Tabela 6: Referências para estudos de benchmarking – modelos operacionais BCC 75
Tabela 7: Referências para estudos de benchmarking – modelos operacionais CCR 76
Tabela 8: Ranking de desempenho divulgado na revista 80
Tabela 9: Análise de correlação linear 81
Tabela 10: Empresas e variáveis financeiras a serem analisadas 82
Tabela 11: Parâmetros estatísticos analisados 82
Tabela 12: Normalização das variáveis financeiras 82
Tabela 13: Rankings de eficiência - modelos BCC 83
Tabela 14: Rankings de eficiência - modelos CCR 83
Tabela 15: Análise de correlação ordinal 84
Tabela 16: Desvios dos escores de eficiência 84

SIGLAS E ABREVIAÇÕES

ADDc:_____Modelo Aditivo - *CRS*

ADDv:_____Modelo Aditivo - *VRS*

ANTAQ:_____Agência Nacional de Transportes Aquaviários

ANTT:_____Agência Nacional de Transportes Terrestres

BNDES:_____Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

BCC:_____Banker, Charnes e Cooper

BTS:_____*Bureau of Transportation Statistics*

CBTU:_____Companhia Brasileira de Trens Urbanos

CCR:_____Charnes, Cooper e Rhodes

CEL:_____Centro de Estudos em Logística da COPPEAD

CNT:_____Confederação Nacional dos Transportes

COFER:_____Comissão Federal de Transportes Ferroviários

CONIT:_____Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte

COPPEAD:___Centro de Ensino e Estudos Avançados em Gerência de Negócios da UFRJ

CPS:_____Comissão Permanente de Segurança

CRS:_____*Constant Return to Scale*

CTB:_____Código de Trânsito Brasileiro

DEA:_____*Data Envelopment Analysis*

DMU:_____*Decision Making Units*

DNER:_____Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

DNIT:_____Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes

EDI:_____*Electronic Data Interchange*

ETC:_____Empresas de Transporte Rodoviário de Cargas

GEIPOT:____Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes

IBGE:_____Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDAQ:_____Instituto de Desenvolvimento, Assistência Técnica e Qualidade em Transporte

MULTv:_____Modelo Multiplicativo - *VRS*

NTC:_____Associação Nacional do Transporte de Cargas

PL:_____Programação Linear

PO:_____Pesquisa Operacional

PROTRANS:_Programa de Estímulo à Modernização das Operações de Logística e Transportes

RFFSA:_____Rede Ferroviária Federal S.A

RN-TCR:____Registro Nacional do Transportador de Cargas

RNTRC:_____Registro Nacional de Transportadores Rodoviários de Carga

SENASP:____Secretaria Nacional de Segurança Pública

SETCESP:___Sindicato das Empresas de Transportes de Carga

TAC:_____Transportadores Autônomos de Cargas

TKM:_____Tonelada Quilômetro

TRENSURB:_Empresa Transportes Urbanos de Porto Alegre S.A

VRS:_____*Variable Return to Scale*

RESUMO

ATHAYDE, A. H. (2003). *Avaliação de desempenho do transporte rodoviário de cargas pelo método de análise envoltória de dados - DEA*. São Carlos, 2003. 124p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

O transporte rodoviário de cargas no Brasil apresenta um número reduzido de estudos principalmente no que se refere às informações sobre seu desempenho. A avaliação de desempenho sempre foi um tema de grande importância para o planejamento de transportes. Atualmente, com o acirramento da competição, seu conhecimento torna-se indispensável para a sobrevivência das empresas, que devem mudar suas gestões de uma visão puramente operacional para uma visão de negócios. O objetivo do trabalho de pesquisa é explorar o potencial da aplicação do método de análise envoltória de dados (*Data Envelopment Analysis* -DEA) para a avaliação de desempenho de empresas prestadoras de serviços de transporte rodoviário de cargas. Esta ferramenta determina a eficiência relativa de cada unidade em análise (DMU), comparando-a com as demais e considerando a relação entre seus insumos (*inputs*) e produtos (*outputs*). No trabalho, é descrito o método acompanhado por uma aplicação prática que determina a eficiência de empresas do setor. A partir daí, foram construídas as tabelas de classificação de desempenho (*rankings*) destas empresas que serviram para estudos comparativos com outras tabelas divulgadas anualmente numa revista brasileira da área.

Palavras-chave: Transporte Rodoviário de Cargas; Eficiência; Desempenho; DEA.

ABSTRACT

ATHAYDE, A. H. (2003). *Performance evaluation of the freight road transport using the data envelopment analysis method – DEA*. São Carlos, 2003. 124p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

The freight road transport in Brazil presents a reduced number of studies mainly in what it refers to performance information. The performance evaluation was always a theme of great importance in transport planning. Nowadays, because of the raise in competition, your knowledge becomes indispensable for the companie's survival, which should change your vision of management from purely operational to business. The objective of this work is to explore the application potential of the Data Envelopment Analysis (DEA) method for the performance evaluation of companies which transport loads. The DEA method determines the relative efficiency of each unit in analysis (DMU) comparing it to the others units, and considering the relationship among inputs and outputs. In this work, the method is described followed by a practical example that determines the efficiency of the companies. Since then, rankings of performance of these companies were built for comparative studies with other ranking published annually in a specialized Brazilian magazine.

Keywords: freight road transport; efficiency; performance; DEA.

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Fazendo o intercâmbio entre a produção e o consumidor final, o transporte de cargas é um segmento vital para a economia de um país. No Brasil, o modal rodoviário é o principal meio do transporte de cargas. Assumir essa responsabilidade implica numa busca constante de eficiência e de melhoria no nível de serviços oferecidos, o que passa necessariamente pela absorção de novas tecnologias e procedimentos.

VIANNA (2002) afirma que o Brasil precisa voltar a crescer e ampliar suas exportações. Necessita de um transporte rodoviário de cargas forte e eficaz, não só pelo seu peso na cadeia logística, mas principalmente por ser ele o responsável pela integração dos demais modais. Enquanto não forem eliminadas as suas fragilidades, o país continua convivendo com a ameaça do transporte se converter em "gargalo" do crescimento econômico.

Atualmente, nenhuma empresa pode atingir bons resultados sem dar atenção aos seus processos de trabalho. Avaliando a eficiência de seus processos, estas identificam desde o princípio da produção, o que deve ser mudado. A avaliação de seu desempenho é estrategicamente importante para qualquer empresa, pois estão expostas a influências do mercado, como é o caso da atuação dos concorrentes.

Dessa forma, um estudo comparativo do desempenho de empresas rodoviárias identifica as empresas líderes de mercado, as melhores práticas gerenciais e os pontos fortes e fracos do setor rodoviário.

Toda apresentação de *rankings* estimula a concorrência. Diferente do que ocorre na elaboração dos *rankings* de desempenho pelas principais revistas da área de transportes, acredita-se que procedimentos matemáticos defensáveis e ricos de possibilidades, podem trazer novos instrumentos de avaliação e controle para órgãos que coordenam os serviços de transportes no país.

Os métodos analíticos e quantitativos constituem-se em instrumentos importantes em diversos contextos. O planejamento de resultados a serem atingidos, levando em conta os recursos disponíveis por cada empresa, é um caso típico para a abordagem pela Análise Envoltória de Dados.

1.2. OBJETIVOS

O objetivo geral do trabalho é a exploração do método *DEA* para a avaliação de desempenho do transporte rodoviário de cargas no Brasil. Alguns de seus objetivos específicos são a descrição sucinta do método proposto e a demonstração de sua viabilidade através de uma aplicação prática às principais empresas do país nesta área, que servirá para um estudo comparativo com um *ranking* de desempenho divulgado anualmente numa revista brasileira de transportes.

1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O presente trabalho está estruturado da seguinte forma:

A introdução, apresentada neste capítulo, tem a finalidade de contextualizar e justificar o tema da pesquisa, bem como descrever os objetivos gerais e específicos e a estrutura do trabalho.

Além da introdução, esta dissertação apresenta mais quatro capítulos: Revisão Bibliográfica, Metodologia, Estudo de Caso e Conclusões e Sugestões.

O capítulo 2 contém a revisão bibliográfica sobre Transportes de Cargas, onde se destaca o domínio do modal rodoviário no Brasil; Transporte Rodoviário de Cargas, onde são abordados tópicos sobre seus custos e sua produção; A Reestruturação do Setor Federal de Transportes onde são relatadas as principais informações e a Análise Envoltória de Dados onde são abordados tópicos fundamentais para esta análise e a sua descrição.

O capítulo 3 apresenta a metodologia utilizada no trabalho para a avaliação de desempenho das empresas de transporte rodoviário de cargas. Procura-se esclarecer o processo de análise sem se restringir ao transporte rodoviário de cargas.

No capítulo 4 é demonstrada a viabilidade da metodologia proposta através de sua aplicação a uma amostra de 40 empresas prestadoras de serviços rodoviários de cargas do Brasil. Nesta etapa, o programa computacional *Frontier Analyst* é utilizado. Analisam-se os resultados obtidos pelo *software* e são comparados os *rankings* de desempenho fornecidos no estudo de caso com aquele publicado pela revista.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões finais sobre o trabalho, seguidas de sugestões para trabalhos futuros que sigam esta linha de pesquisa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. TRANSPORTES DE CARGA

2.1.1. Introdução

O mundo todo está habituado aos benefícios decorrentes dos meios de circulação, que quase se passa despercebido o grau de dependência em relação às facilidades que se dispõe hoje em dia propiciados pelo intercâmbio de riquezas. Às vezes, só é percebida a importância da circulação quando ela se interrompe e atrapalha uma série de atividades. Nenhum país tem condições de crescer na falta de transporte para escoar as exportações e para fomentar o setor produtivo industrial e agrícola.

As atividades comerciais revelam a importância do transporte de cargas no desenvolvimento de uma região. Basta comparar as economias de uma nação "desenvolvida" com as que estão "em desenvolvimento" para ver a parte que cabe ao transporte na criação de um alto nível de atividade econômica (BALLOU, 2001).

Com um sistema de transportes precariamente desenvolvido, a abrangência do mercado fica limitada a áreas próximas do ponto de produção. Com o melhoramento no sistema de transportes, os custos, incluindo os de transporte, podem ser competitivos em mercados distantes.

Um sistema de transportes eficiente e barato contribui para aumentar a concorrência no mercado, elevar as economias de escala e reduzir os preços das mercadorias. O transporte é um dos componentes que constitui o custo agregado do produto.

De acordo com o meio onde a circulação se processa, os transportes de carga podem ser classificados nos seguintes modais:

- Terrestre
  - Rodoviário
  - Ferroviário
  - Dutoviário
- Aquaviário
- Aeroviário

Todas as modalidades têm as suas vantagens e desvantagens. Algumas se adequam mais para um determinado tipo de serviço e outras não. Na escolha do meio mais adequado para o transporte, é necessária uma série de estudos, como o das rotas possíveis e os modais mais vantajosos em cada percurso. A seleção depende de uma variedade de características de cada serviço, variando da velocidade à assistência na solução de problemas. Levam-se em conta critérios tais como: menor custo, capacidade de transporte, versatilidade, segurança e rapidez.

Algumas vantagens e desvantagens dos principais modais podem ser observadas. O modal rodoviário é adequado para curtas e médias distâncias. Possui simplicidade no atendimento das demandas e agilidade no acesso às cargas. Necessita de pouco manuseio da carga e pequena exigência de embalagem. O desembaraço na alfândega pode ser feito pela própria empresa transportadora. Algumas desvantagens deste modal são os fretes altos em alguns casos, pequena capacidade de carga e pequena competitividade para longas distâncias.

O modal ferroviário é adequado para longas distâncias e grandes quantidades de carga. É adequado para o transporte de mercadorias agrícolas, derivados do petróleo, minérios de ferro, produtos siderúrgicos, fertilizantes, etc. Possui baixo custo de transporte. Algumas desvantagens deste modal são a diferença na largura das bitolas das ferrovias, baixa flexibilidade no trajeto e grande necessidade de transbordo.

O modal aquaviário é o mais utilizado no comércio internacional. Possui grande capacidade e carrega qualquer tipo de carga. Possui também baixo custo de transporte. Algumas desvantagens deste modal são a necessidade de transbordo nos portos, a distância dos centros de produção, grande exigência de embalagens e baixa flexibilidade nos serviços, aliado a freqüentes congestionamentos nos portos.

O modal aeroviário é adequado para mercadorias de alto valor agregado, pequenos volumes ou com urgência na entrega. É rápido, não necessita embalagem mais reforçada devido ao manuseio cuidadoso. Os aeroportos normalmente estão localizados mais próximos dos centros de produção. Algumas desvantagens deste modal são a pequena capacidade de carga e o valor do frete elevado.

O Departamento de Planejamento e Desenvolvimento do Comércio Exterior do MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (2002), classificam os transportes de carga quanto à forma em:

- Transporte unimodal quando envolve apenas uma modalidade;
- Intermodal quando envolve mais de uma modalidade;
- Multimodal quando envolve mais de uma modalidade, porém, regido por um único contrato;
- Segmentado quando envolve diversos contratos para diversos modais e
- Sucessivo quando a mercadoria, para alcançar o destino final, necessitar ser transbordada para prosseguimento em veículo da mesma modalidade de transporte. (regido por um único contrato).

2.1.2. Análise das Compensações

A tabela 1 classifica relativamente os modais de transporte de carga de acordo com o custo por tonelada quilômetro transportada e o tempo médio de entrega (velocidade porta a porta). Pode-se perceber que a escolha de um serviço de transporte com base nas menores taxas ou nos serviços mais rápidos pode não ser o melhor método. Surge dessa forma um conflito de custos que deve ser gerenciado de maneira coordenada. Deve-se procurar a melhor compensação.

Tabela 1: Classificação relativa dos modais[a].

Modal de transporte	Custo por tonelada quilômetro transportada (1 = maior custo)	Tempo médio de entrega - velocidade porta a porta (1 = mais rápido)
RODOVIÁRIO	2	2
FERROVIÁRIO	3	3
DUTOVIÁRIO	4	4
AQUAVIÁRIO	5	5
AEROVIÁRIO	1	1

[a] O serviço é presumido estar disponível (Fonte: adaptado de BALLOU, 2001)

A análise das compensações (*trade-off*) leva ao conceito de custo total. De acordo com BALLOU (2001), a compensação de custos é o reconhecimento de que os padrões de custo de várias atividades da empresa apresentam freqüentemente características que as põe em conflito entre si. Este conflito é gerenciado pelo equilíbrio das atividades de forma que elas possam ser otimizadas coletivamente.

Na figura 1, observa-se o exemplo do conflito generalizado entre custos de transportes e estoques. A melhor escolha econômica é no ponto em que a soma de ambos os custos é a mais baixa. BALLOU (2001) afirma que a equação do custo total deve ser expandida e o escopo das decisões gerenciais deve ser estendido além dos limites legais da empresa. O conceito de custo total, ou alternativamente, do sistema total é um conceito sem fronteiras claramente definidas. Fatores relevantes devem ser incluídos na análise.

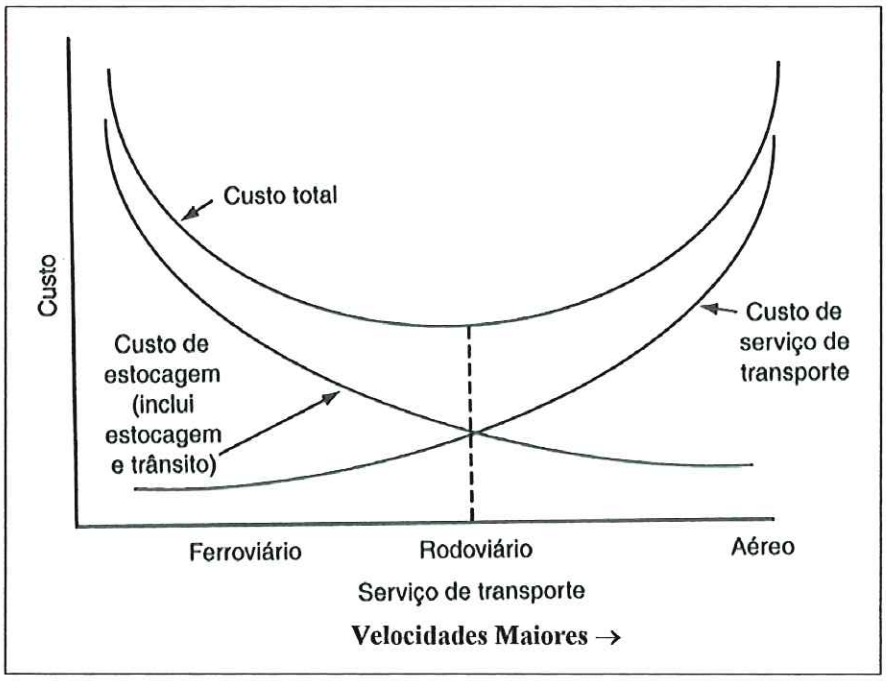

Figura 1: Conflito generalizado entre custos de transporte e estoque
(Fonte: Adaptado de BALLOU, 2001)

2.1.3. Domínio do Transporte Rodoviário de Cargas no Brasil

Pela natureza específica da carga a transportar, pela função própria de cada modalidade e pelo papel de complementação de sistemas, pode-se antever a persistência, ainda por longo prazo, da dominância relativa do transporte rodoviário de cargas em relação aos demais modais em todo o país. Mesmo estando intimamente ligado às melhorias na infra-estrutura rodoviária, em crescente processo de deterioração desde 1988, quando foi eliminado da constituição o princípio do fundo vinculado que deixou o DNER sem recursos para a manutenção e a recuperação das rodovias.

O transporte rodoviário de cargas diferentemente dos demais modais, não necessita de normas absolutamente rígidas para sua utilização podendo servir-se inclusive de caminhos improvisados.

O grande domínio do transporte rodoviário de cargas no Brasil sobre os demais modais pode ser notado na figura 2.

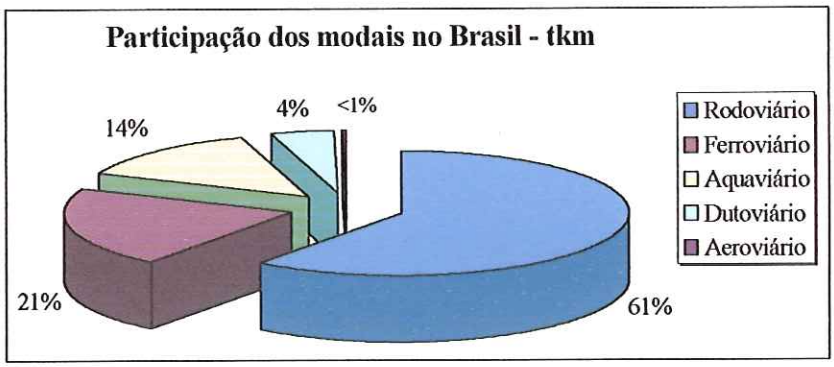

Figura 2: Carga transportada (tkm) por modo de transporte. (Fonte: GEIPOT, 2001)

Analisando a figura 3, que compara a participação modal do Brasil com a dos Estados Unidos, percebe-se que nos EUA não existe o grande domínio rodoviário, sendo a fatia de mercado do transporte ferroviário maior.

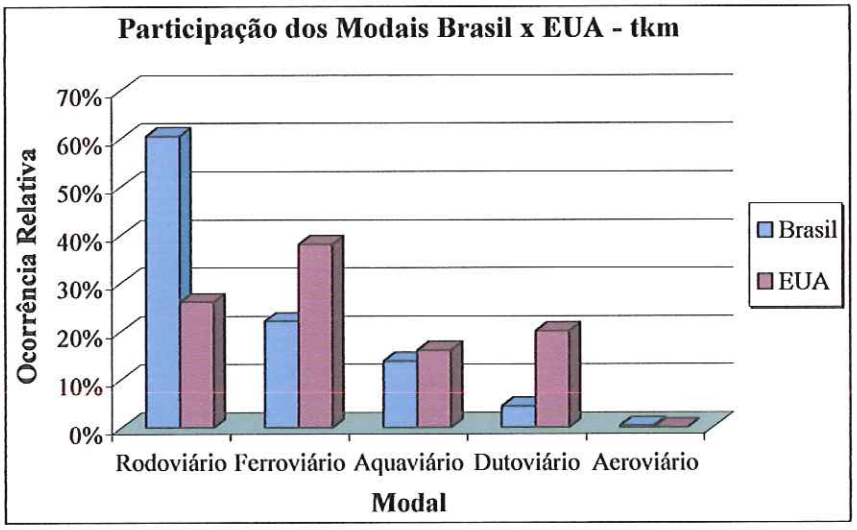

Figura 3: Participação dos modais no Brasil e nos Estados Unidos. (Fonte: GEIPOT e *BTS*, 2001)

A figura 4 mostra a ordem dos investimentos nas cinco grandes modalidades do transporte rodoviário de cargas no Brasil. Observa-se mais uma vez a dominância dos investimentos no modal rodoviário.

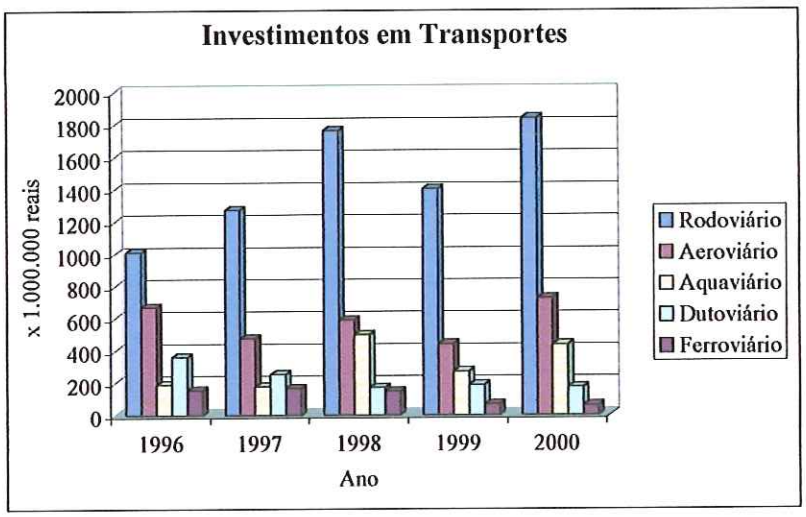

Figura 4: Investimentos no transporte brasileiro. (Fonte: GEIPOT, 2001)

2.2. TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS

2.2.1 Introdução

O transporte de cargas por rodovia no Brasil foi progressivamente se desenvolvendo, adquirindo importância, de início colaborando mais com os outros meios de transporte, para em seguida passar a concorrer com eles e paulatinamente assumir a liderança.

Do ponto de vista das mercadorias que movimenta, o transporte rodoviário de cargas pode ser dividido em grandes grupos:

- Carga Geral;
- Cargas Secas a Granel;
- Cargas Líquidas;
- Cargas sob Temperatura Controlada;
- Cargas Vivas;
- Cargas Perigosas;
- Cargas Excepcionais ou Indivisíveis;
- Cargas Automobilísticas;
- Cargas Conteinerizadas etc.

Alguns aspectos positivos que estão freqüentemente ligados ao transporte rodoviário de cargas são: pequeno investimento inicial necessário; grande disponibilidade de infra-estrutura; grande disponibilidade de veículos; grande flexibilidade devido a não rigidez das rotas; alta acessibilidade; possibilidade do transporte porta a porta, de modo que nenhum carregamento ou descarregamento é exigido entre a origem e o destino; pequeno tempo de percurso, etc.

Porém, vários aspectos negativos estão freqüentemente ligados ao transporte rodoviário de cargas: sua grande fragmentação; elevados custos de operação; veículos inadequados e obsoletos; substituição dos veículos sem levar em consideração a vida econômica; elevados índices de acidentes de trânsito; uso de embalagens e dispositivos de carga inadequados; longos tempos de carga e descarga; baixos coeficientes de utilização; excesso de capacidades e pouca carga de retorno; localizações inadequadas das empresas e filiais; péssimo estado de uma parte importante da malha rodoviária; pedágios excessivos e a escalada sem fim dos roubos de carga.

Dados do IBGE (2000), mostram que aproximadamente 70% das empresas do setor ocupam cinco pessoas ou menos, conforme figura 5. A grande fragmentação do setor, somada ao baixo crescimento econômico e à intensa terceirização da frota, gera uma oferta aparente de transportes muito superior à demanda.

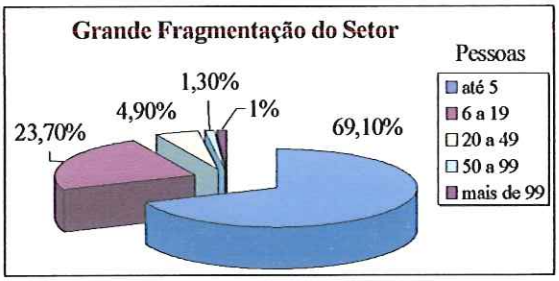

Figura 5: Pessoas ocupadas nas empresas (Fonte: IBGE)

O setor de transporte de cargas é formado por um grande número de pequenas empresas cujo capital social por ser reduzido, não oferece condições para um

desempenho mais independente, o que acarreta numa dependência em relação aos estabelecimentos de crédito.

Um fator que favorece as empresas de transporte rodoviário de cargas é a baixa participação dos demais sistemas de transportes. Uma das limitações à expansão da empresa rodoviária é a atuação das outras empresas (LEISTER, 1997). A concorrência predatória dificulta o desenvolvimento dos outros meios de transporte e desestimula a prática da multimodalidade. Também funciona como uma barreira natural ao ingresso de capital estrangeiro no setor.

A fragilidade das empresas de transporte constitui sério obstáculo ao crescimento econômico. As deficiências estruturais do setor inibem o desenvolvimento econômico e os esforços de ampliação das exportações brasileiras. É necessária uma maior atuação do poder público. São necessárias uma boa legislação, medidas policiais e leis mais duras.

A grande fragmentação do setor também pode ser observada pela distribuição da frota, conforme figura 6. De acordo com a GEIPOT (2001), dos cerca de 1,8 milhão de caminhões que circulam no país, aproximadamente dois terços operam nas cidades e um terço em percursos rodoviários.

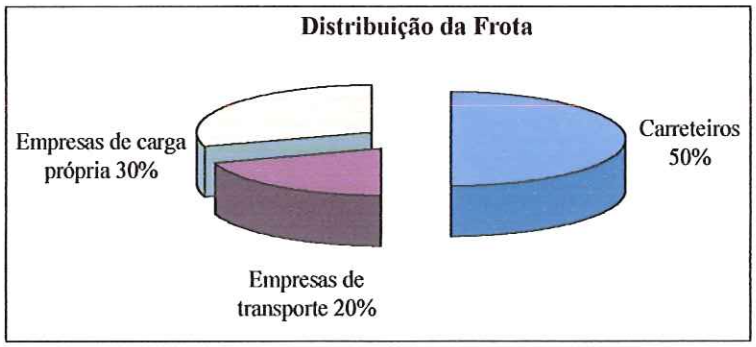

Figura 6: Distribuição da frota de caminhões do país. (Fonte: GEIPOT)

VIANNA (2002) afirma que mais de 70% dos veículos têm mais de 10 anos de uso, conforme figura 7, sendo a idade média da frota de 13 anos. Esta

desatualização tecnológica provoca além de vários inconvenientes, insegurança nas operações, elevado custo de manutenção, consumo excessivo e poluição.

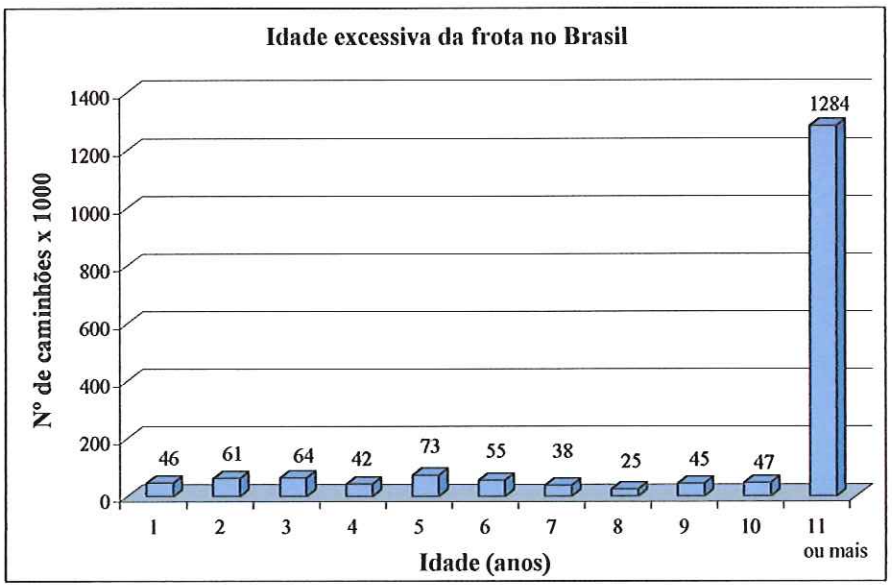

Figura 7: Idade da frota brasileira (Fonte: CEL/COPPEAD)

As conseqüências da idade excessiva da frota, aliadas às longas jornadas dos motoristas e autônomos e à prática de sobrecarregar os veículos para tentar compensar os fretes raquíticos, tem como conseqüência um dos maiores índices de acidentes de trânsito do mundo. A figura 8 mostra o quadro das vítimas dos acidentes de trânsito no Brasil.

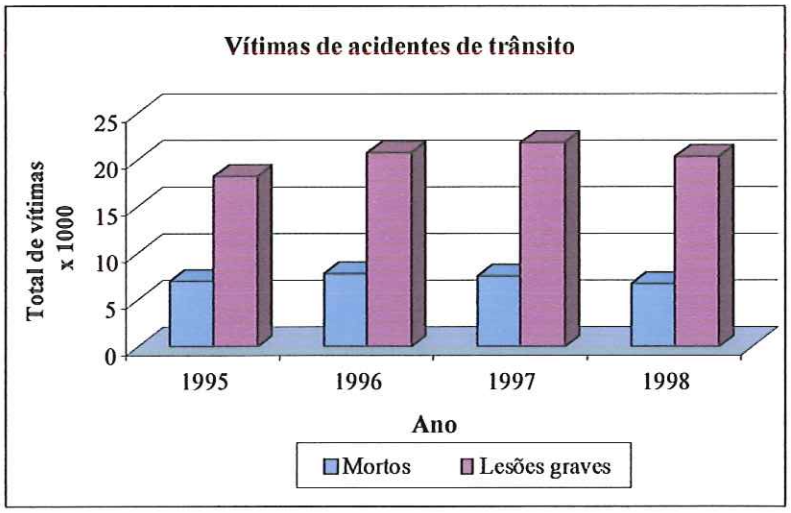

Figura 8: Quadro das vítimas dos acidentes de trânsito no Brasil (Fonte: GEIPOT)

De acordo com FLEURY (2002), o total de acidentes/km no Brasil é quase 3 vezes maior do que nos EUA, conforme figura 9, e o número relativo de mortes em rodovias no Brasil é quase 6 vezes maior do que nos EUA, conforme figura 10.

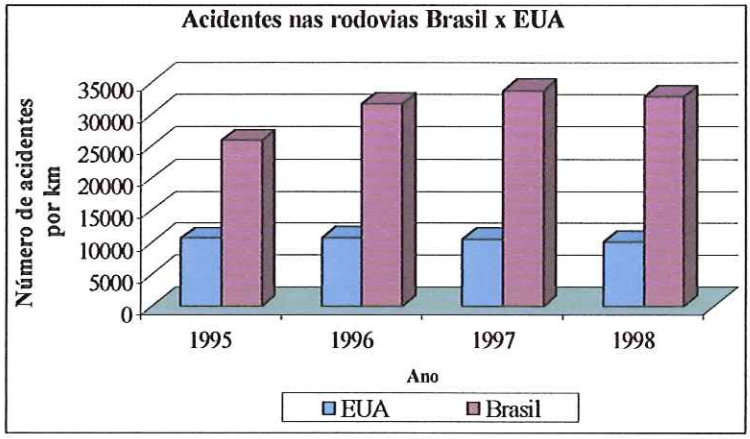

Figura 9: Acidentes por km no Brasil e nos Estados Unidos (Fonte: GEIPOT e *BTS*)

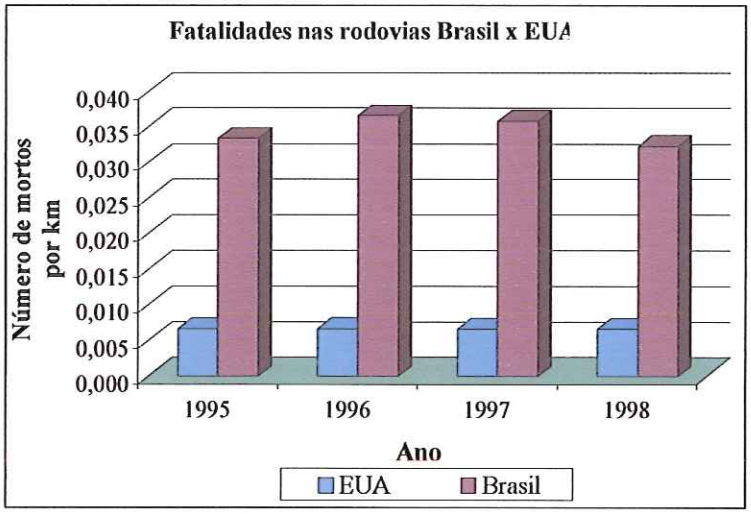

Figura 10: Mortos por km no Brasil e nos Estados Unidos (Fonte: GEIPOT e *BTS*)

É uma necessidade básica do sistema que, para cada tipo de carga transportada, sejam utilizados os equipamentos mais adequados, aumentando a segurança nas estradas e diminuindo o índice de acidentes.

Nos grandes centros de produção e consumo, a recepção, armazenamento e distribuição de cargas constituem problema complexo que envolve aspectos econômicos, sociais, urbanísticos e de engenharia de trânsito. As dificuldades

decorrentes da má localização dos terminais geram significativo aumento no custo total do transporte rodoviário de cargas.

Com o desenvolvimento habitacional, os bairros tornaram-se populosos. Trânsito congestionado, ausência de lugares para estacionamento, limitação dos horários para descarregamento e carregamento na zona central das cidades e multas impostas pelas autoridades são fatores incidentes no custo do frete, transferindo-se ao usuário o aumento resultante, o qual chega ao consumidor em forma de maior preço final dos artigos e das mercadorias, com grande repercussão no custo de vida (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES/DNER, 1976)

O mau estado de conservação das nossas rodovias aumenta significativamente os custos com pneus e manutenção. A figura 11 mostra a estrutura relativa de custos no Brasil e nos Estados Unidos. Percebe-se um aumento de 14% nos custos com pneus e manutenção no Brasil em relação aos EUA. Mesmo assim, estudos feitos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro mostram que o frete rodoviário cobrado no Brasil é aproximadamente um terço do praticado nos Estados Unidos para um custo parecido.

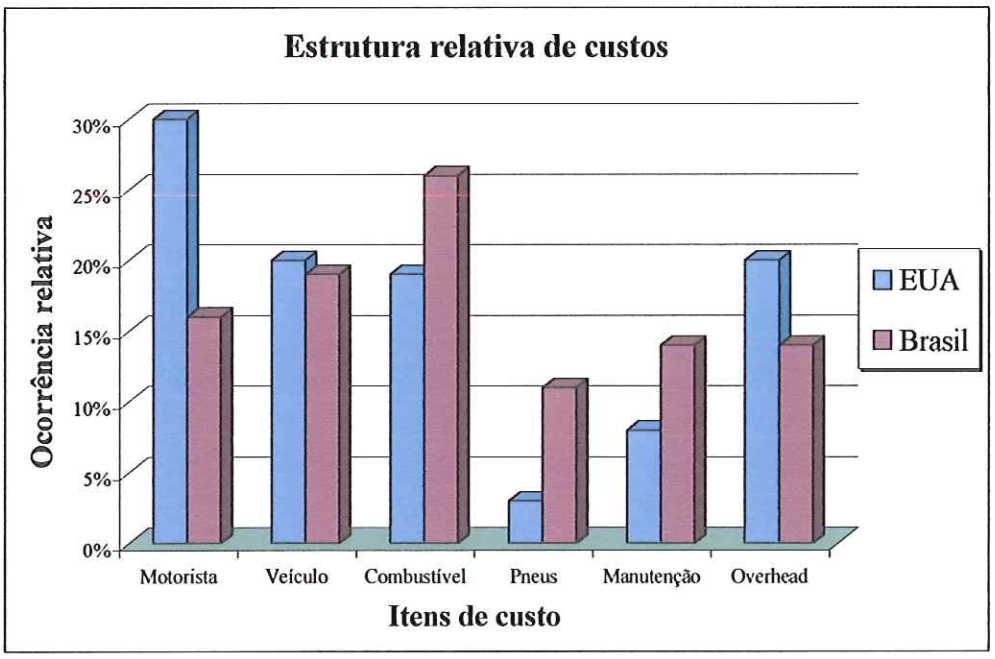

Figura 11: Estrutura relativa de custos no Brasil e nos Estados Unidos (Fonte: CEL/COPPEAD)

No Brasil tem-se um dos fretes mais baratos do mundo e ao mesmo tempo, um dos transportes mais caros para a sociedade sob a forma de acidentes e congestionamentos, poluição, consumo desnecessário de combustível etc.

As figuras 12 e 13 mostram o estado de conservação das rodovias brasileiras sob duas visões conflitantes. A figura 12, construída de acordo com uma pesquisa da CNT sobre 42.825km, mostra que apenas 22% da malha encontra-se em estado "ótimo e bom". A figura 13, segundo uma pesquisa do DNER sobre 47.799km, mostra que 40% da malha encontra-se em estado "excelente e bom".

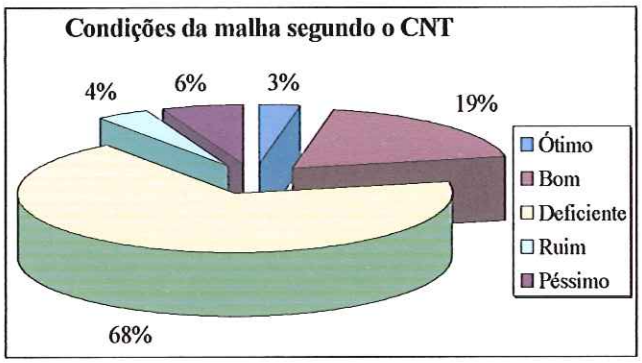

Figura 12: Malha viária brasileira segundo o CNT

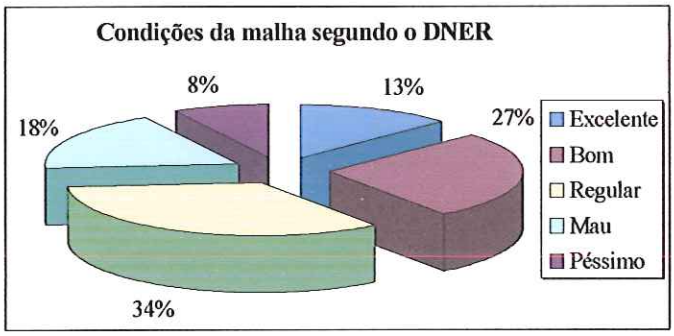

Figura 13: Malha viária brasileira segundo o DNER

De acordo com LEAL (2000), a razão para estes resultados conflitantes reside no fato de que o DNER usa dados técnicos para a classificação das rodovias enquanto a CNT capta a opinião dos usuários.

Com relação aos pedágios excessivos nas rodovias, VIANNA (2002) afirma que os quase 11 mil quilômetros de estrada pedagiadas já representam cerca de 7% das vias pavimentadas do Brasil. No estado de São Paulo, quase 17% das rodovias já

estão pedagiadas. O Brasil já é campeão mundial de pedagiamento de rodovias tanto em termos absolutos (km de rodovia) como em termos relativos (% da malha). A concessão das principais rodovias nos últimos oito anos também vem onerando consideravelmente os custos do setor.

A figura 14 mostra a evolução anual do roubo de carga no Brasil, de acordo com dados estimados pela Comissão Permanente de Segurança e pelo Mercado Segurador.

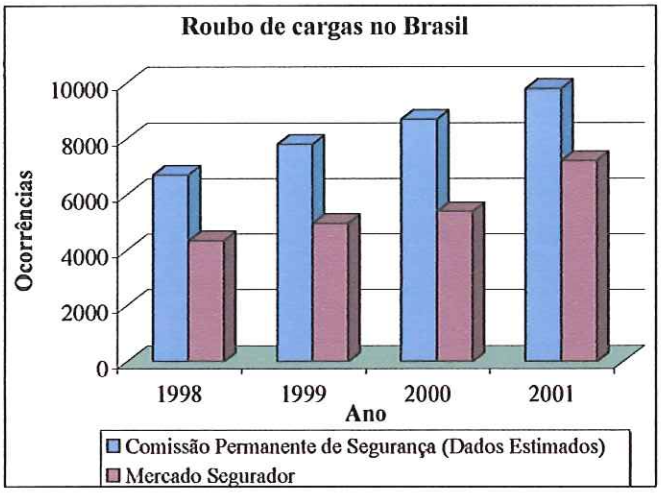

Figura 14: Evolução do roubo de cargas no Brasil

Analisando a figura 15, que mostra a evolução anual de valores subtraídos no Brasil, percebe-se que o roubo de cargas vem gerando indenizações maiores que 500 milhões de reais por ano, o que corresponde a mais que o dobro do faturamento da maior empresa do setor.

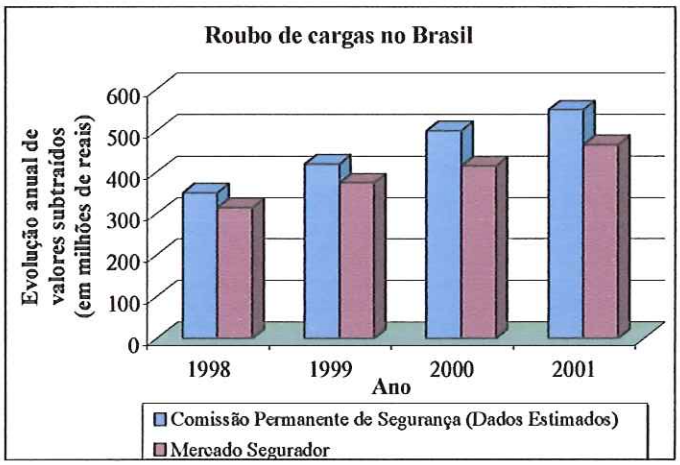

Figura 15: Valores subtraídos nos roubos de carga no Brasil

De acordo com o SETCESP (2001), 79,50% das ocorrências dos roubos de carga se concentram na região sudeste do Brasil, conforme figura 16, sendo o estado de São Paulo responsável por 54,80% e o estado do Rio de Janeiro por 20,51% nesta região.

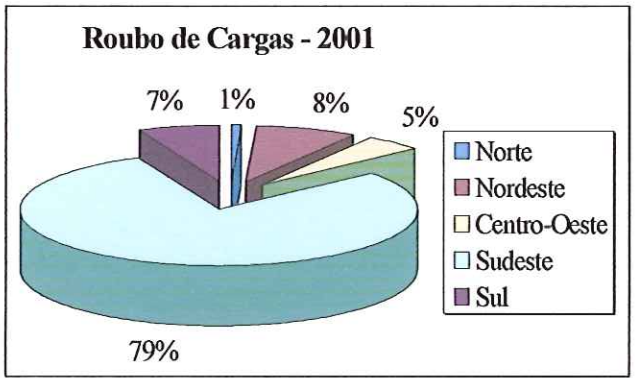

Figura 16: Ocorrência dos roubos de carga no Brasil (Fonte: SETCESP)

As figuras 17 e 18 foram construídas a partir de dados estimados pela Comissão Permanente de Segurança. A figura 17 mostra a ocorrência relativa dos roubos de carga nas regiões do Brasil nos últimos três anos e a figura 18 mostra os valores subtraídos nos roubos de carga por região brasileira, nestes últimos três anos.

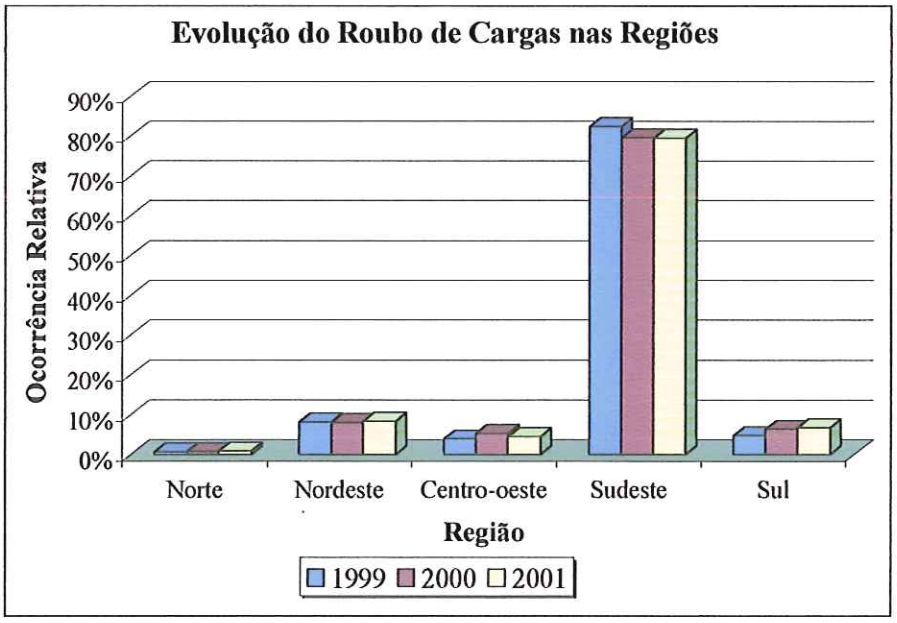

Figura 17: Evolução das ocorrências do roubo de cargas nas regiões brasileiras (Fonte: CPS)

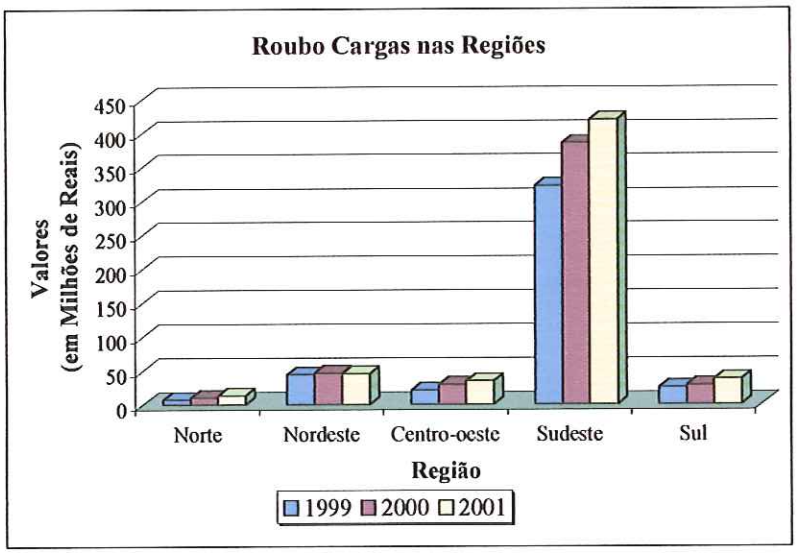

Figura 18: Valores subtraídos nos roubos de cargas nas regiões brasileiras (Fonte: CPS)

2.2.2. Custos do Transporte Rodoviário de Cargas

O setor do transporte rodoviário de cargas apresenta um caráter de especialidade no seu processo de produção comparado a maioria das empresas industriais. Enquanto nestas últimas a quantidade produzida do produto é bem definida e especificada, o setor do transporte rodoviário de cargas produz serviços cuja quantificação envolve, além da dimensão física da carga transportada (volume e peso), a distância do percurso em que a mesma é transportada (FILARDO et al., 1994).

Um serviço de transporte é um conjunto de características de desempenho adquiridas a um determinado preço. Neste serviço identificam-se três tipos de custos (FILARDO et al., 1994):

1. **Custos Fixos**: itens de custos que dependem da carga transportada, mas independem da distância que a mesma percorre. Seus principais componentes são: salário do motorista e dos mecânicos, reposição do veículo e do equipamento, remuneração do capital (custo de oportunidade econômica), seguro do veículo e do equipamento, etc.

2. **Custos Variáveis**: itens de custo que dependem tanto da quantidade como da distância que a carga percorre. Seus principais componentes são: peças, acessórios, material de manutenção, combustível, lubrificantes, lavagens, graxas, pneus, recauchutagem etc.

3. **Despesas Administrativas e Terminais**: itens de custo que independem da quantidade da carga transportada. Dizem respeito à administração da empresa e à operação do terminal de carga. Seus componentes se subdividem em dois tipos. O primeiro refere-se aos salários (inclusive gratificações, prêmios e comissões) e encargos sociais, do pessoal não diretamente envolvido na operação do veículo, ou seja, os funcionários dos armazéns e do escritório. O segundo tipo abrange as chamadas Despesas Diversas, cujos principais itens são: aluguéis (tanto de imóveis quanto de equipamentos), impostos, materiais de escritório, água, energia elétrica, correios, telefone, despesas legais, etc.

Os valores que se pagam por serviços de transporte estão ligados às características de custo de cada tipo de serviço. Taxas de transporte justas e razoáveis têm tendência a seguir os custos de produção do serviço. Como cada serviço tem uma característica de custo diferente, sob qualquer conjunto de circunstâncias, haverá vantagens nos custos potenciais de um modal que não poderá ser efetivamente superado por outros serviços de transporte (BALLOU, 2001).

Devido às diferenças significativas entre os modais de transporte e as variações que dependem da dimensão considerada, a alocação de elementos de custo dentro de uma classe ou de outra é uma questão de perspectiva individual.

O transporte rodoviário de carga mostra características de custos contrastantes com o transporte ferroviário. São metodologias diferentes e seus custos fixos são os mais baixos porque não contabilizam a estrada ao longo da qual operam (custos de construção e manutenção). Além disso, as operações dos terminais não exigem equipamentos onerosos.

Por outro lado, os custos variáveis tendem a ser mais elevados porque os custos da construção e de manutenção da auto-estrada são cobrados dos usuários sob outras formas, como os pedágios. Segundo BALLOU (2001), os custos do transporte rodoviário são desdobrados principalmente em despesas com o terminal e com a rota de transporte.

BALLOU (2001) afirma que de fato todos os custos variam se forem considerados um período de tempo muito longo e um grande volume. Para propostas de precificação de transporte, é útil considerar como fixos, custos que são constantes sobre o volume de operação "normal" do transportador. Os demais são tratados como variáveis.

Com a concorrência acirrada, qualquer parcela presente no custo dos produtos, desde o transporte de insumos básicos até sua chegada ao consumidor deve ser racionalizada de modo a não onerar o custo final do mesmo, o que reduz a competitividade.

2.2.3. Produção do Transporte Rodoviário de Cargas

Segundo SILVA (1999), de forma simplificada, o transporte rodoviário de cargas engloba as etapas, mostradas na figura 19, em seu processo de produção. O sistema é complexo, pois envolve muitas operações, todas elas interligadas e que, portanto devem funcionar em harmonia para se ter um serviço de qualidade.

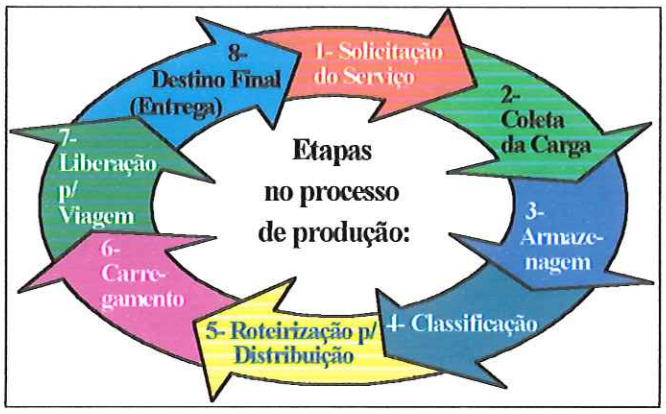

Figura 19: Etapas no processo de produção do transporte rodoviário de cargas.

Primeiro o cliente solicita determinado serviço de transporte. Esta solicitação pode ser regular ou aleatória. Em seguida é feita a coleta da carga junto ao cliente, e esta será armazenada. As cargas são classificadas de acordo com seus destinos. É fundamental que o terminal da empresa esteja preparado para operar com diferentes lotes de carga com destinos diferentes. É feita a roteirização para a distribuição da carga. O veículo é carregado e liberado para viagem. Finalmente, o veículo chega ao seu destino final e realiza a entrega da mercadoria.

Embora as decisões de transporte se expressem em uma variedade de formas, as principais são a seleção do modal, a roteirização do transportador, a programação de veículos e a consolidação do embarque (BALLOU, 2001).

A roteirização do veículo assume papel fundamental no processo pois permite gerenciar a frota de forma racional e produtiva. O tempo em que os produtos estão em trânsito influi no número dos embarques que podem ser feitos com um veículo em um dado período de tempo e nos custos totais do transporte para todos os embarques.

BALLOU (2001) destaca oito princípios que produzem boas soluções para o problema de roteirização e programação de veículos:

1. Carregar os caminhões com volumes de paradas que estão próximas entre si. Isto minimiza a viagem entre paradas e o tempo total do trajeto da rota. A figura 20 mostra o tipo de conjunto para carregamento do caminhão que deve ser evitado e um conjunto melhor.

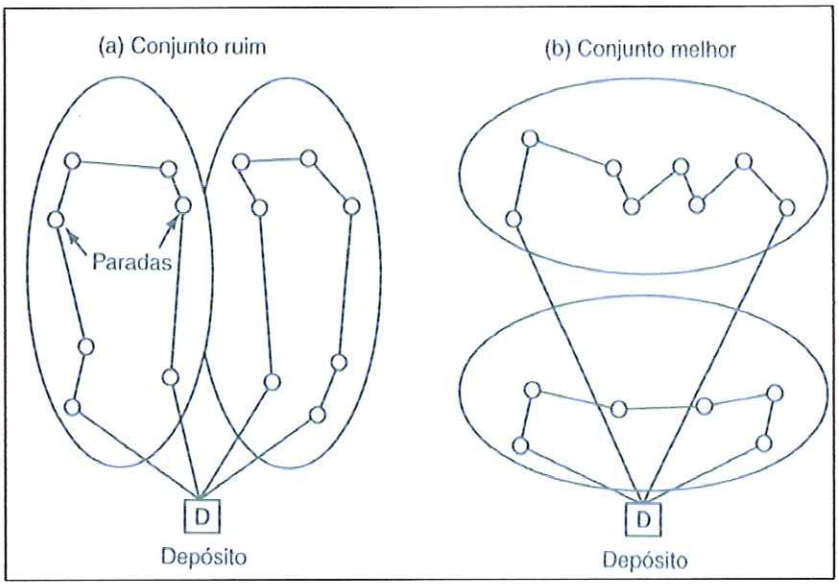

Figura 20: Conjuntos para carregamento do caminhão. (Fonte: BALLOU, 2001)

2. As paradas em dias diferentes devem ser combinadas para produzir agrupamentos densos. Quando as paradas são em dias diferentes da semana, devem ser segmentadas em roteirização e programação separados para cada dia da semana. A figura 21 mostra exemplos de conjuntos bom e ruim.

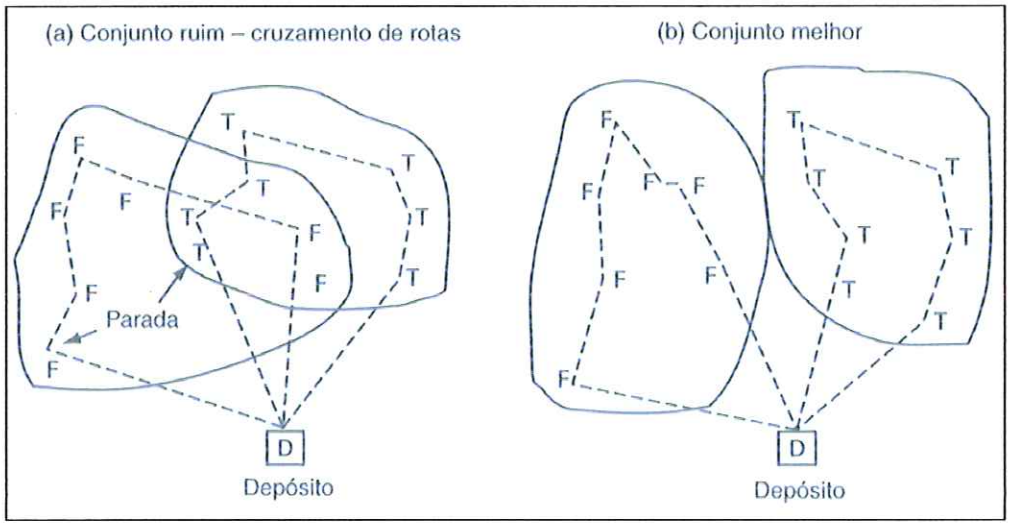

Figura 21: Conjuntos de paradas por dia da semana (Fonte: BALLOU, 2001)

Os segmentos diários programados devem evitar sobreposições de conjuntos de paradas. Isto ajuda a reduzir o número de caminhões necessários assim como o tempo e a distância de viagem. A figura 22 mostra uma estratégia que minimiza o número necessário de caminhões.

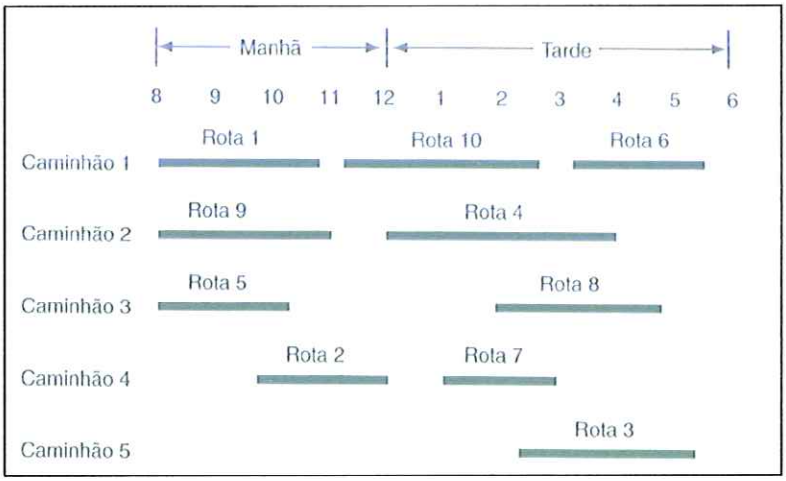

Figura 22: Estratégia que minimiza o número necessário de caminhões (Fonte: BALLOU, 2001).

3. A construção de rotas começando com a parada mais distante do depósito. As rotas eficientes podem ser desenvolvidas construindo-se conjuntos densos de paradas em torno da parada mais distante do depósito.
4. A seqüência das paradas em uma rota rodoviária deve formar um padrão de "gota d'água". A figura 23 mostra exemplos de seqüências de paradas boas e ruins. Os trajetos não devem se cruzar, porém restrições de janelas de tempo e necessidade de coletas de volumes da parada após entregas podem causar cruzamentos da rota.

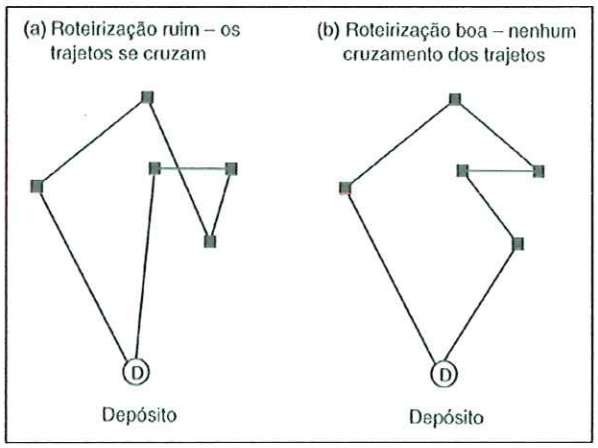

Figura 23: Seqüências de paradas (Fonte: BALLOU, 2001).

5. As rotas mais eficientes são construídas usando os maiores veículos disponíveis. Usar um veículo grande o bastante para manusear todas as paradas em uma rota minimizará a distância ou o tempo total percorrido para servir as paradas.

6. As coletas devem ser combinadas com as rotas de entrega em vez de serem deixadas para o final das rotas. Isto minimiza a quantidade de cruzamentos de trajeto que podem ocorrer. Isto também depende da configuração do veículo, dos volumes de coleta e o quanto eles podem obstruir o acesso aos volumes de entrega dentro do veículo.

7. Uma parada que é removível de um agrupamento de rota é uma boa candidata para um meio alternativo de entrega. Nas entregas com volumes baixos, o uso de caminhões pequenos pode ser mais econômico dependendo do isolamento das paradas e o uso do serviço de transporte contratado pode ser uma boa alternativa.

8. As limitações das janelas de tempo estreitas devem ser evitadas. Para que a seqüência de paradas não fuja dos padrões ideais, deve-se renegociar e ampliar o limite de seu intervalo.

VALENTE e PASSAGLIA (1997), afirmam que o controle do serviço de transporte, embora pareça dispendioso, é plenamente compensado pelos reflexos financeiros positivos que a prevenção de falhas e erros na execução do serviço sempre trazem.

O programa do IDAQ de gestão pela qualidade e produtividade em transporte (VALENTE e PASSAGLIA, 1997), destaca doze técnicas e estratégias para aumentar a qualidade e a produtividade do transporte rodoviário de carga, além da perfeita organização da empresa:

1. Utilização de equipamentos modernos, o que racionaliza a mão de obra e aumenta a segurança.

2. Utilização de novas tecnologias, o que elimina custos de manutenção e possibilita uma economia e controle maiores.

3. A renovação da frota, que entre outras, reduz custos de manutenção.

4. O planejamento e gerenciamento da operação através da utilização da informática e de modelos matemáticos, otimizando a operação e facilitando o cálculo e controle de custos e receitas.

5. O planejamento e controle da manutenção, aumentando a disponibilidade de equipamentos, a confiabilidade e segurança no transporte. Atuação preventiva e não corretiva.

6. A utilização de técnicas modernas de carga e descarga, com a possibilidade de terceirização deste serviço, reduzindo o tempo destas operações.

7. A otimização do carregamento do caminhão, com a possibilidade de uso de *softwares* que fazem simulações do melhor carregamento.

8. Os acordos operacionais entre transportadores, embarcadores e fabricantes de veículos, os sistemas de *franchising* e os sistemas integrados de logística (centros de distribuição, terminais, armazéns), como os acordos de horários para coleta e entrega, os "*pools* de carga" (sem custo adicional para o cliente), a terceirização e parcerias com fidelidade e confiabilidade, etc.
   Os acordos de integração de diversos serviços, em locais estrategicamente localizados, por várias empresas parte da tendência mundial e das respostas dos transportadores às pressões de redução de preços e custos impostas para a sobrevivência no mercado.
   Tais acordos diminuem custos operacionais, racionaliza os serviços de coleta e entrega, o tempo de carga e descarga, o tempo de espera da carga, os percursos vazios à procura de carga, etc.

9. O treinamento de pessoal em todos os níveis, através de cursos, academias de treinamento e a conscientização dos funcionários, satisfazendo aqueles que estão diretamente ligados à operação.

10. O uso da logística, com o objetivo principal de aumentar a eficiência e a produtividade do veículo, com a definição das melhores rotas, organização das atividades dos motoristas, pesquisa de equipamentos e controle de custos da frota.

    A experiência tem mostrado um rendimento médio mensal de cada veículo a patamares altos, com a implantação de modernos terminais que aumentam a rapidez, segurança e qualidade dos despachos, como o sistema informatizado via *EDI*.

11. O uso da informática, como os terminais ligados a um computador, diminuindo o tempo de emissões de documentos, permitindo às filiais interligadas terem posições sobre a localização das cargas.

    A otimização das operações e o estímulo aos procedimentos mais ágeis permitem que os caminhões sejam mais utilizados, aumentando sua produtividade.

12. Minimizar a ociosidade dos veículos, com planejamento e gerenciamento adequado, profissionalização do setor e a utilização da logística como forma de bom gerenciamento. Com isso há um melhor aproveitamento das dimensões do caminhão e evitam-se perdas no trânsito das grandes cidades.

    A construção de "rodoportos" ou "*transit points*" para a distribuição nos centros urbanos por veículos menores e mais ágeis apresentam melhores condições para carga e descarga.

    A utilização do rastreamento via satélite elimina atrasos e agiliza a assistência ao veículo, protegendo ainda contra o roubo de cargas.

    Os acordos operacionais mantêm um padrão de serviço, reduzem custos e extinguem a ociosidade.

    A unitização da carga favorece a distribuição urbana e a padronização das suas embalagens melhora a operação de carga e descarga.

2.3. A REESTRUTURAÇÃO DO SETOR FEDERAL DE TRANSPORTES.

O poder público tem legitimidade para intervir no mercado dos transportes e organizá-lo sobre regras conhecidas. Isto torna menos selvagem a concorrência que atualmente se trava no setor.

Este tópico tenta retratar a recente reestruturação do setor federal de transportes, e está baseado principalmente na exposição do diretor-geral da ANTT – José Alexandre Resende, sobre o disciplinamento do transporte rodoviário de cargas, nos dias 24 e 25 de abril de 2002, em Brasília.

De acordo com RESENDE (2002), novos organismos governamentais voltados para o setor de transporte foram criados na recente reestruturação deste setor federal. Foram criados o CONIT (Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte), a ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres), a ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários) e o DNIT (Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes).

O Ministério dos Transportes atua como órgão político e supervisor. O CONIT é vinculado à Presidência da República e presidido pelo Ministro dos Transportes. O CONIT foi criado para definir medidas que propiciem a integração dos meios de transportes e a harmonização das políticas federal, estadual e municipal.

A ANTT e a ANTAQ atuam como órgãos reguladores e o DNIT atua como órgão executor da infra-estrutura. Os objetivos da ANTT são:

- Promover as outorgas;
- Regular a exploração dos serviços de transportes terrestres;
- Supervisionar e fiscalizar a prestação de serviços e a exploração da infra-estrutura de transporte rodoviários e ferroviários;
- Assegurar a prestação adequada dos serviços de transportes terrestres;

- Garantir a harmonia entre os interesses dos usuários, concessionários, permissionários, autorizatários, arrendatários e delegatários do setor de transportes terrestres;
- Exercer poder judicante, dirimindo conflitos entre prestadores de serviços e entre estes e os usuários.

A COFER (Comissão Federal de Transportes Ferroviários) e o DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem) foram extintos. A GEIPOT (Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes) foi dissolvida. As atribuições da CBTU (Companhia Brasileira de Trens Urbanos) e da TRENSURB (Empresa de Transportes Urbanos de Porto Alegre S.A). serão transferidas aos estados e municípios. A RFFSA (Rede Ferroviária Federal S.A) também entrou em processo de dissolução.

Com relação ao Transporte Rodoviário de Cargas, a Medida Provisória nº 2.201 de 28/06/2001 altera a Lei nº 10.233 de 05/06/2001:

- Art.14-A: O exercício da atividade de transporte rodoviário de cargas, por conta de terceiros e mediante remuneração, depende de inscrição do transportador no Registro Nacional de Transportadores Rodoviários de Carga – RNTRC;
- Parágrafo Único: O transportador a que se refere o caput terá o prazo de um ano, a contar da instalação da ANTT, para efetuar a inscrição.

Com relação ao Projeto de Lei nº 4.358 de 2001 (PLC 012/2002) sobre o disciplinamento do Transporte Rodoviário de Carga, o resultado do acordo entre governo e caminhoneiros, em 1999, após paralisação da categoria, definiu a forma, a prestação de serviço e a sua natureza fiscal. Definiu também as responsabilidades do contratante e do contratado, compreendidas entre o momento do recebimento da carga e o de sua entrega ao destinatário. Só poderão se inscrever no RNTRC da ANTT as Empresas de Transporte Rodoviário de Cargas – ETC e os Transportadores Autônomos de Cargas – TAC - Independente ou agregado. A documentação exigida para inscrição no RNTRC será definida em regimento próprio.

Uma ETC deve ser pessoa jurídica, com atividade principal de transporte rodoviário de carga. Deve ter sede no Brasil e ser proprietário ou arrendatário de pelo menos um veículo automotor de carga, registrado no país.

Um TAC deve ser pessoa física, com atividade profissional de transporte rodoviário de carga. Deve estar residente e domiciliado no Brasil, ser proprietário, co-proprietário ou arrendatário de, pelo menos um veículo automotor de carga, registrado no país.

O TAC independente presta os serviços de transporte de carga de que trata a lei em caráter eventual e sem exclusividade, mediante frete ajustado a cada viagem. O TAC agregado é contratado por uma ETC ou diretamente pelo dono da carga. Coloca veículo de sua propriedade ou de sua posse a ser dirigido, por ele próprio ou preposto seu, a serviço do contratante, com exclusividade, mediante remuneração certa.

As responsabilidades de uma ETC e de um TAC perante o contratante após emissão do contrato ou do conhecimento de transporte são:

- Responsabilidade pela execução dos serviços de transportes, próprio ou de terceiros, da origem ao destino, do momento do recebimento à entrega ao destinatário;
- Responsabilidade pelos prejuízos resultantes das perdas, danos ou avarias às cargas sob sua custódia, assim como pelos decorrentes de atraso em sua entrega, quando houver prazo pactuado;
- Responsabilidade pelas ações ou omissões de empregados, agentes prepostos ou terceiros contratados ou subcontratados.

Com relação ao roubo de carga, de acordo com a NTC (2002), existem várias ações em nível governamental no Congresso Nacional, pela SENASP (Secretaria Nacional de Segurança Pública) e outros.

Além do Projeto de Lei do Disciplinamento do Transporte Rodoviário de Cargas, em fase de regulamentação no Congresso Nacional, o Projeto de Lei nº 2097/1999 cria o Sistema Nacional de Prevenção, Fiscalização e Repressão ao Furto e Roubo de Veículos e Cargas.

Este projeto, além de instituir o sistema, agrava a pena para o responsável que deixa de promover a baixa do registro de veículo irrecuperável ou definitivamente desmontado nos desmanches, caracterizando-a como infração gravíssima. O Projeto de Lei nº 3.694/2000 regulamenta os desmanches e as modificações na legislação penal e processual-penal aplicável.

Uma das ações pela SENASP é a implantação do "Banco de Dados Nacional de Delitos de Carga e Veículos de Carga", com *software* desenvolvido pelo SETCESP (Sindicato das Empresas de Transportes de Carga) e NTC, em implantação no Distrito Federal e em nível nacional.

Outras ações pela SENASP são as Operações Integradas de Combate ao Crime Organizado e a obtenção de linhas de crédito especiais e de isenção de impostos de importação, na aquisição de equipamentos de segurança.

Diversas outras ações em nível governamental são o engajamento da Polícia Federal no combate ao roubo de carga e a criação de "grupos de reação" e implantação do telefone único nacional (três dígitos) também pela Polícia Federal. A intensificação do combate, a recepção e a criação de delegacias especializadas no combate ao roubo de cargas em alguns estados. (Em São Paulo está prevista a criação de quatro delegacias especiais).

De acordo com a NTC (2002), o presidente da comissão especial que acompanha a implantação do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) pretende restaurar o antigo Registro Nacional do Transportador de Cargas (RN-TCR). Com esta medida, o roubo de cargas no país deve diminuir devido a exigência do RN-TCR dos transportadores na expedição do Certificado do Registro de Veículo.

É de fundamental importância que o projeto de lei, em tramitação no Senado Federal, que cria o Registro Nacional do Transportador Rodoviário de Cargas e define condições mínimas de acesso à atividade, seja aprovado. É também importante o engajamento do Governo Federal em um amplo Programa de Estímulo à Modernização das Operações de Logística e Transportes.

De acordo com VIANNA (2002), a NTC está denominando provisoriamente tal programa de PROTRANS e este tem os seguintes objetivos:

- estímulo, por meio de linha de financiamento do BNDES, à fusão de empresas de transporte, para reverter a pulverização do setor e fomentar o desenvolvimento de organizações de maior porte e mais eficientes, além de reduzir a ociosidade;
- participação controlada de empresas estrangeiras, associadas a grupos brasileiros, para garantir o aporte de capital e, principalmente, de novas tecnologias para o setor;
- renovação das frotas e atualização de tecnologias e sistemas, de forma a tornar as empresas de transporte rodoviário de cargas mais modernas, saudáveis e aptas à integração com as demais modalidades;
- financiamento de implantação de terminais multimodais de carga nos grandes centros urbanos.

A Confederação Nacional do Transporte (CNT), com apoio da NTC e de outras entidades do setor, encomendou um amplo estudo à CEL/COPPEAD, instituição especializada da Universidade Federal do Rio de Janeiro, que poderá emprestar importante suporte ao PROTRANS.

A regulamentação do setor introduzirá tutela e disciplina, capaz de racionalizá-lo e otimizá-lo, com redução de custos sociais e eliminação de eventuais perdas para a economia nacional.

2.4. ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

2.4.1. Introdução

De acordo com CHARNES et al. (1978), a história da Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*) começou com a dissertação para a obtenção de grau de Ph.D. de Edwardo Rhodes, supervisionado por William W. Cooper, da Universidade de Carnegie Mellon (atual *H. J. Heinz III School of Public Policy and Management*) Pittsburgh, publicada em 1978.

A tese, com base nos primeiros trabalhos de FARREL (1957) fazia uma avaliação das escolas públicas no Estado do Texas (EUA). Foi desenvolvido um método que comparava a eficiência destas unidades decisórias (Decision Making Units – *DMU's*), levando em conta seus "*inputs*", como o tempo em que as mães passavam em leituras com os filhos e "*outputs*", como o aumento da auto-estima dos filhos medida em testes psicológicos.

Inicialmente o termo *Decision Making Unit* ou simplesmente *DMU* foi empregado apenas para divisões ou unidades administrativas relacionadas com o serviço público. Mais tarde, o termo foi estendido às empresas privadas e hoje o termo é flexível o suficiente para englobar qualquer sistema que apresente um conjunto de entradas e saídas mensuráveis, independentes de serem quantitativas ou qualitativas. Assim, empresas, hospitais, escolas, pessoas, etc., podem ser *DMU's* dependendo dos objetivos do estudo.

FARREL (1957) havia estendido o trabalho de Pareto-Koopmans e Debreu (1951) que tinha uma abordagem analítica rigorosa aplicada à medida da eficiência na produção. A definição de Pareto-Koopmans para a eficiência técnica é que um vetor *input-output* é tecnicamente eficiente se e somente se:

1. Nenhum dos *outputs* pode ser aumentado sem que algum outro *output* seja reduzido ou algum *input* necessite ser aumentado.

2. Nenhum dos *inputs* pode ser reduzido sem que algum outro *input* seja aumentado ou algum *output* seja reduzido.

CHARNES et al. (1985) tratam esta definição como um conceito relativo: a eficiência total é atingida por uma *DMU* quando comparações com outras unidades relevantes não provêem evidência de ineficiência no uso de qualquer *input* ou *output*.

FARREL (1957) introduziu o conceito de eficiência alocativa que refletia a habilidade dos produtores em selecionar o vetor *input-output* eficiente considerando os respectivos preços. Devido a dificuldade em medir estes preços, os trabalhos *DEA* enfatizam a medida de eficiência técnica.

Assim, o objetivo da tese de Rhodes era o desenvolvimento de um modelo que estimasse a eficiência técnica sem recorrer ao arbítrio de pesos para as variáveis de *input* e *output* e sem converter todas as variáveis em valores econômicos comparáveis.

Foi então desenvolvida uma técnica para a avaliação do grau de eficiência relativa no uso dos recursos de empresas de um mesmo setor ou ramo de atividade. Embora seja ainda um método recente, tem apresentado um acelerado desenvolvimento, contando com uma grande variedade de aplicações práticas.

A técnica *DEA* vem se tornando uma popular ferramenta gerencial com larga aplicação na análise de produtividade e eficiência de empresas e órgãos públicos, servindo também de apoio para estudos de *benchmarking*.

De acordo com LINDAU et al. (2001), *benchmarking* é um processo contínuo e sistemático utilizado para investigar o resultado (em termos de eficiência e eficácia) de empresas com processos e técnicas comuns de gestão. ALOUCHE e BARBOSA (1997) explicam que se trata de um processo de renovação permanente e um aprendizado constante, que se utiliza de uma técnica disciplinada de investigação das melhores práticas usadas por empresas similares consideradas paradigmas.

Segundo PAIVA JR (2000), um dos primeiros trabalhos sobre *DEA* que relacionam elementos de transporte e logística é encontrado em BOWLIM (1987),

onde é feito um estudo do potencial do método para a avaliação do desempenho de unidades de força aérea nos EUA.

No Brasil, NOVAES (1996 e 1997), iniciou a pesquisa sobre DEA em transportes. Ele discutiu uma estratégia de bechmarking comparando DEA e Translog, na avaliação de sistemas metroviários.

Hoje existem várias outras aplicações do método em transportes (e principalmente em outras áreas), de pesquisadores nacionais. Porém, durante o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, não foi identificado no Brasil, nenhum trabalho que abordasse o sistema rodoviário de cargas. A figura 24 ilustra alguns campos de aplicação do método.

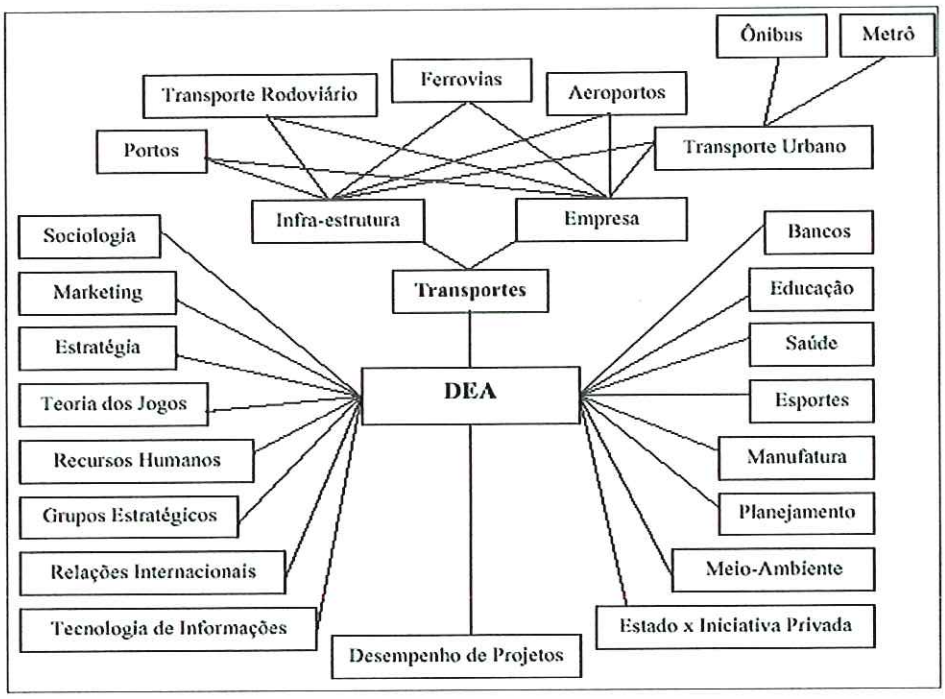

Figura 24: Campos de aplicação do método *DEA* (Fonte: PAIVA JR, 2000)

2.4.2. Fundamentos da Análise Envoltória de Dados

2.4.2.1. Pesquisa Operacional

O método *DEA* é uma técnica de Pesquisa Operacional. A PO é uma abordagem científica à tomada de decisões que envolvem as operações de sistemas organizacionais. É aplicada a problemas relativos a como conduzir e coordenar as

operações ou atividades dentro de uma organização (HILLIER e LIEBERMAN, 1988).

De acordo com HILLIER e LIEBERMAN (1988), as fases usuais de um estudo de PO, resumidamente, são:

1. Formulação do problema: desenvolvimento de uma definição bem clara do problema a ser considerado. É a descrição verbal do problema com os objetivos do tomador de decisões, restrições quanto ao que pode ser feito, inter-relações entre a área a ser estudada e outras áreas da organização, possíveis cursos alternativos de ação, limites de tempo para tomar uma decisão etc.

2. Construção de um modelo matemático para representar o sistema em estudo: reformulação do problema dentro de uma forma que seja conveniente para a análise. O modelo matemático descreve o problema mais concisamente, tornando a estrutura geral do problema mais compreensível e ajudando a revelar importantes relações causa-efeito. Facilita lidar com o problema na sua totalidade, considerando todas as suas inter-relações simultaneamente. Ainda, permite o uso de técnicas matemáticas e de computadores para a análise do problema.

   O modelo é uma idealização abstrata do problema e não uma representação exata: é necessário fazer aproximações e suposições de simplificações para que o modelo seja tratável. A representação válida é a que permite uma decisão sólida.

   É tida como hipótese que o modelo é uma representação suficientemente precisa da configuração essencial da situação, de modo que as conclusões (soluções) obtidas a partir do modelo também são válidas para o problema real.

   Um passo crucial nesta segunda etapa é a construção da função objetivo: desenvolvimento de uma medida quantitativa de eficácia, relativa a cada objetivo. É a função matemática das variáveis de decisão.

3. Derivação de uma solução a partir do modelo: obtenção de uma seqüência de soluções (até que os aperfeiçoamentos se tornem pequenos) que compreende uma série de aproximações melhoradas para o curso ideal de ação.

4. Teste do modelo e da solução derivada dele: avaliação e aperfeiçoamento – do modelo e da solução. Reexame da formulação do problema e comparação com o modelo. É verificado se as expressões matemáticas estão dimensionalmente consistentes nas unidades usadas.

5. Estabelecimento de controles sobre a solução: ajuste da solução, pois as condições mudam no futuro, no mundo real.

6. Implementação: pôr a solução para funcionar. A solução é traduzida num procedimento operacional. É a aprovação pelo tomador de decisões, onde os benefícios do estudo são colhidos.

2.4.2.2. Programação Linear

O método *DEA* é uma técnica de PO que tem como base a Programação Linear convencional e fracionária. A PL é uma das técnicas mais conhecidas e mais utilizadas nas suas diversas formas. Aqui, toda as funções definidas no modelo matemático que descreve o problema devem ser lineares, daí o nome programação linear.

De acordo com NOVAES (1978), a programação linear é uma técnica de PO utilizada para resolver determinada classe de problemas em que se procura alocar recursos limitados a atividades ou decisões diversas, de maneira ótima. Segundo HILLIER e LIEBERMAN (1988), o resultado ótimo é aquele que alcança a melhor meta especificada entre as alternativas viáveis. É a solução viável que tem o valor mais favorável (o maior ou o menor) da função objetivo.

Um problema de programação linear convencional apresenta a seguinte forma:

$$MaxZ = c_1x_1 + c_2x_2 + \ldots + c_nx_n \qquad (A)$$

Sujeito às Restrições:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n \leq b_1$$
$$a_{12}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n \leq b_2$$
$$\vdots$$
$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \ldots + a_{mn}x_n \leq b_m \qquad (B)$$

E mais:

$$x_i \geq 0 \text{ para } i = 1, 2, \ldots n. \qquad (C)$$

Aqui, (A) é a função objetivo que representa a variável de mérito que se deseja otimizar. (B) são as limitações do problema. As desigualdades ($\leq$) poderiam ser substituídas por ($\geq$) ou por (=). Na forma apresentada acima, cada b_i representa o nível máximo que se pode atingir para cada um dos recursos (portanto, constantes positivas). Por natureza, as variáveis de um problema de PL devem ser não negativas, daí (C). x_i são as variáveis de decisão do problema (podendo alguma não existir). a_{ij}; b_i; c_j são constantes.

A programação fracional resolve uma classe de problemas em que a função objetivo é representada por uma fração, na qual o denominador e o numerador são expressões lineares. As restrições também são todas lineares.

O algoritmo para resolução apresenta a seguinte forma:

$$MaxL = \frac{\alpha_0 + \sum_{i=1}^{n} \alpha_i x_i}{\beta_0 + \sum_{i=1}^{n} \beta_i x_i}$$

Sujeito a: $AX \leq b$; $X \geq 0$

Na programação fracional a função objetivo representa um feixe de retas passando por um mesmo ponto (pivô) para o problema a duas variáveis. As mesmas considerações são válidas para n variáveis.

2.4.2.3. Métodos para estimativa da Fronteira de Produção

A Análise Envoltória de Dados é um modelo de programação matemática com abordagem não-paramétrica, para medir a eficiência de unidades decisórias – *DMU's*. Entre os métodos básicos para estimativa da fronteira de produção, encontram-se os métodos paramétricos e não-paramétricos. Todos têm o objetivo de estimar uma fronteira relativa que utilize o mínimo de insumos e que leve ao máximo de produção.

Os métodos paramétricos pressupõem que a fronteira de produção tem a forma de uma função matemática específica, onde os parâmetros podem ser determinados por análise de regressão. Já os métodos não-paramétricos, como é o caso da abordagem *DEA*, não requerem a escolha, a princípio, de um tipo de função específica, e assim, não correm o risco de distorções de seus resultados pela escolha errada desta função.

Ao contrário da abordagem paramétrica que ajusta uma função através dos dados por regressão simples (ajuste médio), a abordagem *DEA* otimiza cada observação individual com o objetivo de calcular uma fronteira discreta determinada por um conjunto de *DMU's* eficientes (fronteira de eficiência), conforme figura 25.

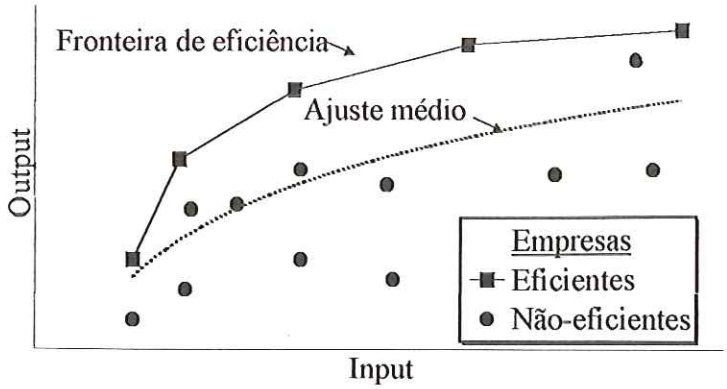

Figura 25: Ajuste médio e fronteira de eficiência

2.4.2.4. Produtividade e Sistema de Produção

A eficiência de cada *DMU* pode ser medida a partir de suas produtividades. MOREIRA (1991) define a produtividade de um sistema de produção como a relação entre o que foi produzido e os insumos utilizados para tal. Define também sistema de produção como qualquer conjunto de elementos (ou partes) que atuam de forma integrada e harmônica para transformar insumos diversos em produtos, conforme figura 26.

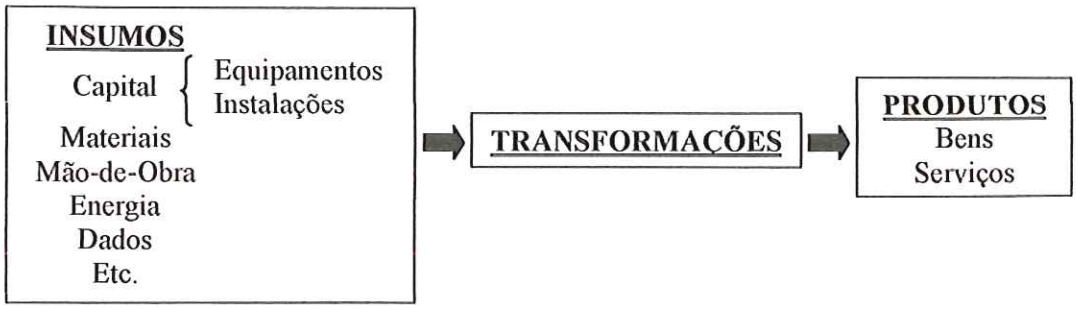

Figura 26: Sistema de produção

Medidas de produtividade são úteis no auxílio à tomada de decisão. As medidas de produtividade podem ser classificadas da seguinte forma:

- Medidas de Produtividade
  - Parcial
  - Global
    - Produtividade Total dos Fatores
    - Produtividade Total

As medidas de produtividade parcial são caracterizadas pela relação existente entre o produto final e um único fator de produção (insumos separadamente). Nas medidas de produtividade global, considera-se a relação entre o produto final e a combinação de fatores. A produtividade total dos fatores de produção relaciona o produto final com os dois principais fatores de entrada do sistema. A produtividade total relaciona o valor total das saídas de um sistema pelo valor real de todas as entradas do mesmo sistema.

Como medida de eficiência produtiva, a produtividade total dos fatores é mais confiável que as medidas de produtividade parcial, em função de que uma variação em qualquer um dos fatores aparece no índice conjunto (WAISMAN, 1983).

De acordo com SCHEPPACH JR e WOEHLCKE apud SILVA (1999), na produtividade total dos fatores os insumos intermediários deveriam ser excluídos. No entanto estes são, na maioria das vezes, simplesmente ignorados.

A medida de variação de eficiência produtiva mais abrangente é dada pelo conceito de produtividade total, onde os insumos intermediários são incluídos. Esta proporciona a mais confiável medida de eficiência produtiva de uma operação. Porém, a aplicação das medidas de produtividade total implica na conversão de todos os insumos numa única unidade, o que se torna complexo quando o sistema apresenta vários produtos finais e diversos insumos. (BENJAMIN e OBENG apud COSTA, 1994).

O cálculo da produtividade pode ser imediato quando se tem apenas um insumo e um produto no sistema produtivo: divide-se a quantidade do segundo pelo valor do primeiro. Quando se tem mais de um insumo e/ou mais de um produto, o cálculo da produtividade torna-se mais complexo (NOVAES, 2001).

Nos casos em que se tem apenas um *output*, pode-se juntar todos os efeitos dos insumos numa única expressão, formando uma função de produção. Função de produção é a representação matemática da transformação de insumos em produtos.

Nos casos de múltiplos *inputs* e *outputs*, a análise fica mais simples se reunir todos os índices numa medida única de produtividade.

De uma maneira geral, pode-se colocar todos os *outputs* numa única expressão, para isso dando pesos aos diversos elementos. Denomina-se Y o *output* agregado:

$$Y = u_1y_1 + u_2y_2 + u_3y_3 + \ldots + u_sy_s$$

onde y_1, y_2, $y_3 \ldots y_s$ são os *outputs* diversos e u_1, u_2, $u_3 \ldots u_s$ são os pesos.

De forma análoga, os insumos podem ser ponderados, formando uma única expressão:

$$X = v_1x_1 + v_2x_2 + v_3x_3 + \ldots + v_mx_m$$

onde x_1, x_2, $x_3 \ldots x_s$ são os insumos diversos e v_1, v_2, $v_3 \ldots v_s$ são os pesos.

A produtividade P pode ser medida através da relação: $P = Y/X$.

2.4.2.5. Eficiência

A eficiência pode ser medida comparando-se as produtividades de cada empresa com a máxima produtividade observada. Dessa forma, se P* é a máxima produtividade observada num conjunto de empresas, a eficiência de uma empresa E é dada pela relação: $\varphi_E = P_E/P^*$. Atribuindo-se o valor unitário à P*, a produtividade de uma *DMU* será sempre menor ou igual à unidade.

São definidas na literatura três medidas de eficiência. Antes de suas definições, no entanto, é importante apresentar conceitos relacionados aos ganhos de escala ou fatores de escala. A análise de uma função de produção permite verificar em que condições o sistema em estudo apresenta fator de escala constante, crescente ou decrescente.

Para raciocinar, supondo por exemplo uma função de produção hipotética tipo Cobb-Douglas, muito utilizada, em que os insumos aparecem na forma multiplicativa, com expoentes ajustados por meio de regressão múltipla:

$$y = a(x_1)^b (x_2)^c (x_3)^d$$

Supondo-se, por exemplo, que todas as variáveis explicativas (x_1), (x_2), e (x_3) sejam acrescidas de uma mesma pequena porcentagem, digamos 4%. Três situações podem ocorrer:

1. O faturamento resultante pode sofrer um acréscimo percentual menor do que 4%. Nesse caso, diz-se que o ganho de escala é negativo. Isso significa que as empresas já estão no limite máximo de produção, operando com deseconomias ocasionadas por capacidade insuficiente, tecnologia ultrapassada, operações congestionadas etc.

2. O faturamento resultante pode sofrer um acréscimo percentual maior do que 4%. Nesse caso, diz-se que o ganho de escala é positivo. Isso significa que, com a tecnologia disponível e com as práticas correntes, as empresas tendem a melhorar seu desempenho ao ampliarem seus negócios.

3. O faturamento resultante pode sofrer um acréscimo percentual igual a 4%. Nesse caso, diz-se que o ganho de escala é constante.

Na formulação Cobb-Douglas, o fator de escala representado por k, é igual à soma dos expoentes das variáveis independentes. Ou seja, neste exemplo,

$$k = b + c + d.$$

Novaes (1997) analisa graficamente e supõe um sistema hipotético com único *input* x e um único *output* y, como o mostrado na figura 27. Sendo a função de produção $y = \Phi(x)$ homogênea, e sendo λ um escalar positivo, define-se a seguinte relação:

$$y = \Phi(\lambda x) = \lambda^k \Phi(x)$$

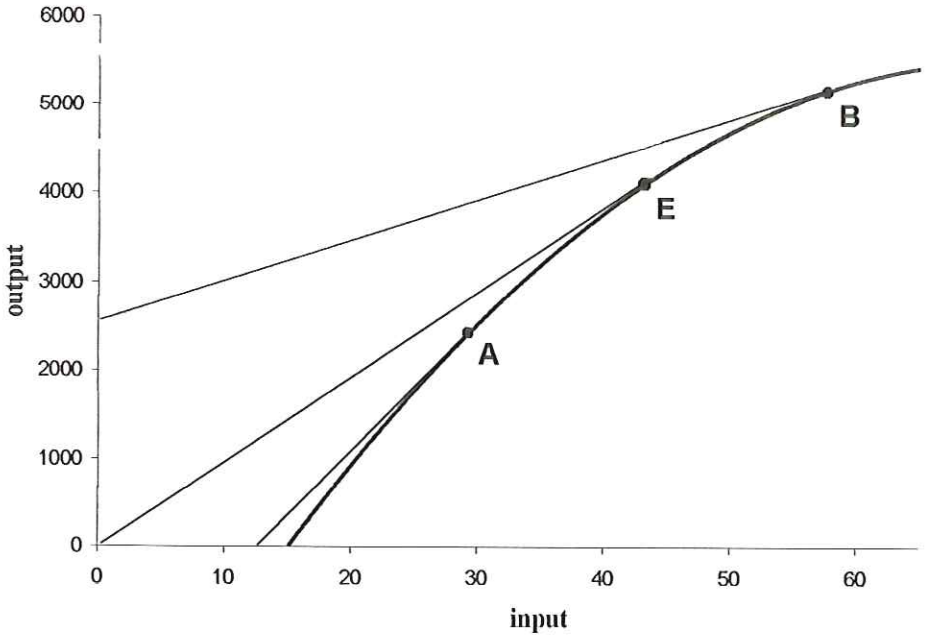

Figura 27: Fatores de Escala

Três situações podem ocorrer. Se $k < 1$, o sistema apresenta fator de escala decrescente. Se $k > 1$, o sistema apresenta fator de escala crescente. Se $k = 1$, o sistema apresenta fator de escala constante.

A reta que passa pela origem e tangencia a função de produção no ponto E (figura 27) corresponde a fator de escala constante. Sua equação é $y = ax$ e, portanto, $y = \Phi(\lambda x) = \lambda ax$, com $k = 1$ (inclinação da reta = 45°).

No ponto A, a reta tangente apresenta equação $y = a + bx$, com $a < 0$, levando a $k > 1$ (inclinação > 45°). Isso corresponde a fator de escala crescente. No ponto B, por sua vez, a reta tangente apresenta equação $y = a + bx$, com $a > 0$, levando a $k < 1$ (inclinação < 45°). Isso corresponde a fator de escala decrescente. O ponto E corresponde à condição de maior eficiência de escala do sistema em estudo.

Supondo-se, por exemplo, uma função de produção como a apresentada na figura 28 e uma empresa que esteja operando no ponto A. O ponto E corresponde à situação de maior ganho de escala. Traça-se uma reta paralela ao eixo das abscissas, passando pelo ponto A. Esta reta representa todas as configurações com mesmo *output*, cruza a curva no ponto B e cruza a reta OE no ponto N. São definidas as

seguintes medidas de eficiência para a empresa que opera no ponto A (BANKER et al., 1984):

1. Eficiência Técnica: $\varepsilon_T = \dfrac{MB}{MA} = \dfrac{x_B}{x_A}\dfrac{y_A}{y_B} = \dfrac{\dfrac{y_A}{x_A}}{\dfrac{y_B}{x_B}}$

2. Eficiência de Escala: $\varepsilon_E = \dfrac{MN}{MB} = \dfrac{x_N}{x_B}\dfrac{y_B}{y_N} = \dfrac{\dfrac{y_B}{x_B}}{\dfrac{y_N}{x_N}}$

3. Eficiência Global: $\varepsilon = \dfrac{MN}{MA} = \dfrac{\dfrac{y_A}{x_A}}{\dfrac{y_N}{x_N}} = \varepsilon_T \times \varepsilon_E$

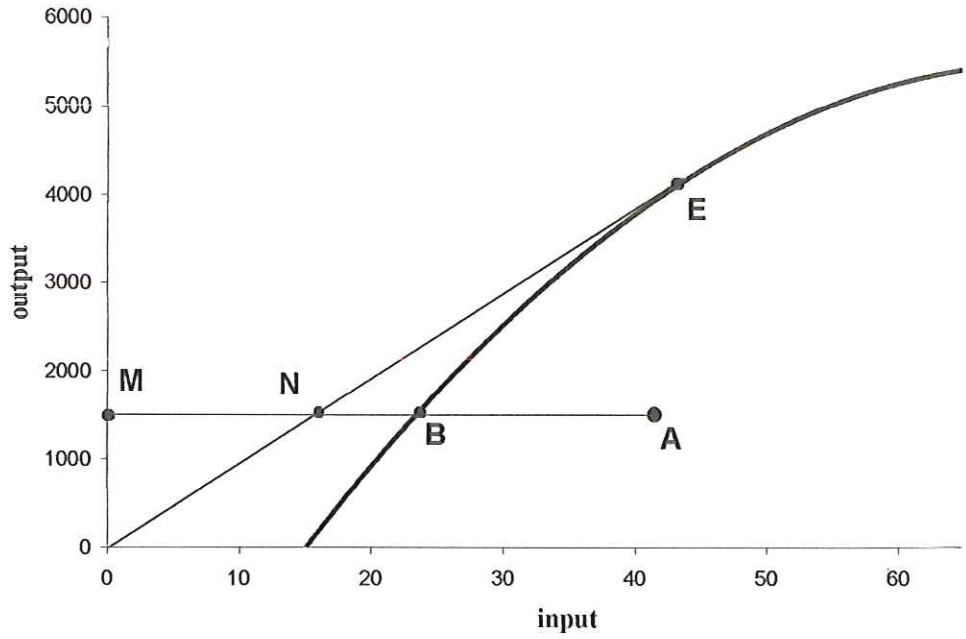

Figura 28: Tipos de Eficiências

Dessa forma, uma empresa pode ser tecnicamente produtiva, operando sobre a função de produção (ponto B da figura 28, por exemplo), mas não apresentando uma eficiência de escala satisfatória.

2.4.2.6. Desempenho

De acordo com FERREIRA (1993), o verbo desempenhar tem diferentes definições, uma delas "cumprir aquilo que se estava obrigado", outra "satisfazer". ARAÚJO e PORTUGAL (1999) observam que o desempenho tem um significado relacionado aos objetivos desejados ou esperados para o sistema ou processo em consideração. MANHEIM (1980) afirma que no sistema de transportes, o desempenho resulta da interação entre a demanda e a oferta.

BODMER e SAENZ (1997) afirmam que embora os processos estejam gerando resultados, não significa necessariamente que estes tenham um bom desempenho. O objetivo da avaliação de desempenho é saber quanto, quando e onde o processo precisa mudar para que o resultado possa ser melhorado.

JURAN (1988) define: "o desempenho do processo é o que o processo faz de fato e a capacidade do processo é o que o processo poderia fazer se removêssemos as causas significativas do mau desempenho". Acrescenta que, se o desempenho do processo e a capacidade do mesmo coincidirem, atingir-se-ia o estado ideal da qualidade do processo.

Processo é um conjunto de recursos e atividades inter-relacionadas que transformam insumos em produtos. (ABNT - NBR ISO 8402, 1996).

HRONEC (1994) define medida de desempenho como a quantificação de quão bem as atividades dentro de um processo ou seu *output* atingem uma meta especificada. As medidas de desempenho corretamente planejadas e implementadas, além de examinar os processos, fazem mais do que identificar problemas – ajudam a todos os envolvidos nos processos a preveni-los e evitá-los.

BODMER e SAENZ (1997) afirmam que há uma distinção clara entre as medidas de desempenho do processo e do resultado. Medidas de desempenho do processo são as que monitoram as atividades de um processo e motivam as pessoas

participantes. Essas medidas controlam o processo deixando-o aberto a opções de previsão e resolução de problemas. Medidas de desempenho dos resultados são as que relatam os resultados de um processo em geral para a gerência, sendo muitas vezes utilizadas para controlar os recursos. Essas medidas podem ser financeiras ou não.

2.4.3 O Método *DEA*

O método *DEA* procura identificar quais dentro de um conjunto de n *DMU's* com as mesmas variáveis de entrada e saída e que tenham como objetivo a maximização de suas taxas de eficiência, determinam uma envoltória ou fronteira determinística de produção. Tais *DMU's* devem realizar tarefas semelhantes, se diferenciando apenas nas quantidades de *inputs* que consomem e *outputs* que produzem.

O método considera eficientes as *DMU's* que residem na fronteira de eficiência, sendo as demais, ineficientes. Para cada *DMU*, o método calcula o grau de sua ineficiência (Índice de Eficiência) e indica o grupo de *DMU's* que combinadas formam a *DMU* fictícia eficiente.

A figura 29 mostra como o método identifica as *DMU's* eficientes que servirão de modelo para o *benchmarking* das ineficientes que estão próximas da fronteira de eficiência. O método projeta a *DMU* ineficiente para a fronteira de acordo com uma regra predefinida, como a relacionada com a orientação do modelo.

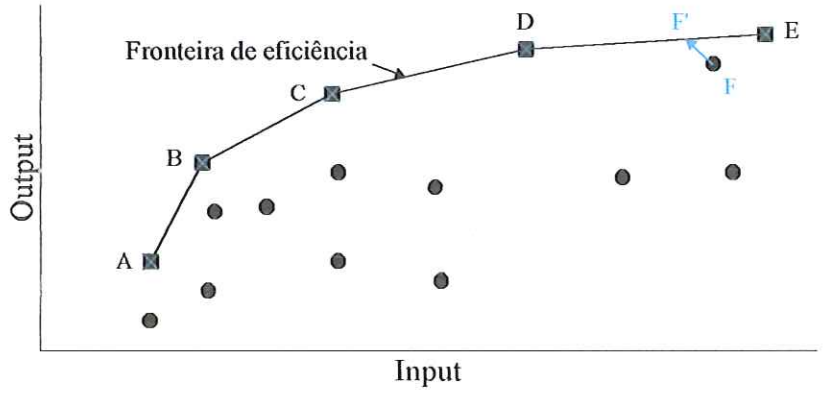

Figura 29: Projeção das *DMU's* ineficientes

Se o modelo segue a orientação da maximização dos *outputs*, ele procura maximizar o *output* mantendo o *input* no nível atual. Se o modelo segue a orientação da minimização dos *inputs*, ele procura minimizar o *input* mantendo o *output* no nível atual. O modelo pode também variar proporcionalmente todas as variáveis, sejam *inputs* ou *outputs*.

Considerando a *DMU* representada por F na figura 29, observa-se que sua projeção F' na fronteira está situada entre as *DMU's* eficientes D e E. Tais *DMU's*, pela proximidade na fronteira, provavelmente atuarão como referências para o *benchmarking* da *DMU* ineficiente F. Ainda, como a *DMU* E encontra-se mais próxima de F' comparada com a *DMU* D, tal unidade provavelmente participará com maior intensidade no *benchmarking* da *DMU* F. Os pontos que servirão de referência considerados pelo método não se restringem necessariamente a dois como neste exemplo citado.

Após a identificação dos respectivos *benchmarks* das *DMU's* ineficientes, o método estima as taxas de redução ou crescimento de seus *inputs* e *outputs* para a melhoria de desempenho, permitindo simular novas estratégias.

Entre os componentes que influenciam no desenvolvimento e sucesso da análise *DEA*, encontram-se as restrições dos pesos ou fatores de multiplicação e a orientação do modelo que influenciam na forma com que se dará a projeção das *DMU's* ineficientes. A forma da superfície da envoltória de eficiência serve como critério para classificação de um outro conjunto de extensões do *DEA*. As formas mais comuns são a linear e a log-linear.

Quando ocorre na análise a presença de certas variáveis consideradas chaves no processo e que por algum motivo estão sendo ignoradas, o método *DEA* permite lançar mão de pesos (fatores de multiplicação, como citados anteriormente) para contornar tal situação.

De acordo com SEIFORD e THRALL (1990), o método *DEA* apresenta alguns aspectos positivos:

- Permite uma estimativa robusta da fronteira de eficiência;
- Analisa cada *DMU* separadamente;
- Calcula a eficiência relativa ao conjunto de *DMU's*;
- Não necessita da especificação prévia da forma da função de produção;
- Permite introduzir atributos ambientais ou do processo de produção que não sejam nem recursos econômicos ou produtos;
- Possibilita a introdução de julgamentos;
- Disponibiliza o recurso de interpretação das variáveis duais e análise de sensibilidade, por ser uma técnica de programação matemática.

Por outro lado, apresenta alguns aspectos negativos:

- É sensível a erros nos dados, uma vez que requer apenas uma observação;
- Reduz a habilidade de discriminação com o aumento do número de variáveis;
- É sensível à especificação das variáveis, uma vez que o método é baseado em pontos extremos.

2.4.3.1. Considerações sobre os Modelos Básicos DEA

Inicialmente, CHARNES, COOPER e RHODES (1978) apresentaram o modelo *DEA* CCR para medir a eficiência relativa das *DMU's*:

$$\max h_0 = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{i0}}$$

s.a.:

$$\frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}} \leq 1; \qquad u_r, v_i \geq 0; \qquad r = 1,\ldots,s; \qquad i = 1,\ldots,m; \qquad j = 1,\ldots,n.$$

onde

x_{ij}, y_{rj} são as entradas e saídas dos processos respectivamente. Devem ser valores positivos;

v_i, u_r são as ponderações das variáveis;

n, s e m são o número de *DMU's*, *Outputs* e *Inputs* respectivamente.

Para a resolução deste modelo, os autores o transformaram em um problema de programação linear:

$$\max h_0 = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{r0}$$

s.a.:

$$\sum_{i=1}^{m} v_i x_{i0} = 1; \qquad \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \leq 0; \qquad j = 1,\ldots,n; \qquad u_r, v_i \geq 0.$$

Este modelo inicial avalia a eficiência total, identifica as *DMU's* eficientes e ineficientes e determina a que distância da fronteira de eficiência estão as unidades ineficientes.

Com o tempo, surgiram questões teóricas que levaram a modificações no modelo original, surgindo vários modelos básicos. Em 1982 e 1983 surgiram os Modelos Multiplicativos. Em 1984 surgiu o "BCC Model" (iniciais de Banker, Charnes e Cooper) e em 1985 surgiu o Modelo Aditivo. Várias são as formulações *DEA* encontradas hoje na literatura.

De acordo com SEIFORD e THRALL (1990), a forma usual de classificação dos modelos *DEA* consiste em primeiro lugar separá-los conforme a hipótese de retorno de escala e em segundo lugar, conforme a orientação dos modelos. Por último, definem-se duas formulações fundamentais conhecidas como o "problema da envoltória" e o "problema dos multiplicadores".

De acordo com BADIN (1997), dois modelos básicos *DEA* são geralmente usados nas aplicações: o CCR, já descrito anteriormente e o BCC, em que se utiliza

EESC-USP Biblioteca CAMPUS DE S. CARLOS

mais a sua formulação dual. De acordo com SEIFORD e THRALL (1990), o modelo CCR avalia a eficiência geral e, o modelo BCC, a eficiência técnica.

Apenas a título de ilustração neste capítulo do trabalho, serão listadas as diversas formulações básicas dos modelos citados.

Aditivo Primal

$$\min_{\lambda, s^+, s^-} z_0 = -\vec{1}s^+ - \vec{1}s^-$$

s.a. $Y\lambda - s^+ = Y_0$

$-X\lambda - s^- = -X_0$

$\vec{1}\lambda = 1$

$\lambda, s^+, s^- \geq 0$

Aditivo Dual

$$\max_{\mu, \nu, u_0} w_0 = \mu^T Y_0 - \nu^T X_0 + u_0$$

s.a. $\mu^T Y - \nu^T X + u_0 \vec{1} \leq 0$

$-\mu^T \leq -\vec{1}$

$-\nu^T \leq -\vec{1}$

Multiplicativo Primal Invariável

$$\min_{\lambda, s^+, s^-} z_0 = -\vec{1}s^+ - \vec{1}s^-$$

s.a. $\overrightarrow{Log(Y)}\lambda - s^+ = \overrightarrow{Log(Y_0)}$

$\overrightarrow{Log(X)}\lambda + s^- = \overrightarrow{Log(X_0)}$

$\vec{1}\lambda = 1$

$\lambda, s^+, s^- \geq 0$

Mutiplicativo Dual Invariável

$$\max_{\mu, \nu} w_0 = \mu^T \overrightarrow{Log(Y_0)} - \nu^T \overrightarrow{Log(X_0)} + u_0$$

s.a. $\mu^T \overrightarrow{Log(Y_0)} - \nu^T \overrightarrow{Log(X_0)} + u_0 \vec{1} \leq 0$

$-\mu^T \leq -\vec{1}$

$-\nu^T \leq -\vec{1}$

μ_0 livre

Multiplicativo Primal Variável

$$\min_{\lambda, s^+, s^-} z_0 = -\vec{1}s^+ - \vec{1}s^-$$

s.a. $Log(\vec{Y})\lambda - s^+ = Log(\vec{Y}_0)$

$Log(\vec{X})\lambda + s^- = Log(\vec{X}_0)$

$\lambda, s^+, s^- \geq 0$

Multiplicativo Dual Variável

$$\max_{\mu, \nu} w_0 = \mu^T Log(\vec{Y}_0) - \nu^T Log(\vec{Z}_0)$$

s.a. $\mu^T Log(\vec{Y}) - \nu^T \overrightarrow{Log(X)} \leq 0$

$-\mu^T \leq -\vec{1}$

$-\nu^T \leq -\vec{1}$

BCC Primal - Input Orientado

$$\min_{\theta,\lambda,s^+,s^-} = \theta - \varepsilon.\vec{1}s^+ - \varepsilon.\vec{1}s^-$$

s.a.

$$Y\lambda - s^+ = Y_0$$

$$\theta X_0 - X\lambda - s^- = 0$$

$$\vec{1}\lambda \geq 0$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0$$

BCC Dual - Input Orientado

$$\max_{\mu,\nu} w_0 = \mu^T Y_0 + u_0$$

s.a.

$$\nu^T X_0 = 1$$

$$\mu^T Y - \nu^T X + u_0 \vec{1} \leq 0$$

$$-\mu^T \leq -\varepsilon.\vec{1}$$

$$-\nu^T \leq -\varepsilon.\vec{1}$$

u_0 livre

BCC Primal – Output Orientado

$$\max_{\phi,\lambda,s^+,s^-} z_0 = \phi + \varepsilon.\vec{1}s^+ + \varepsilon.\vec{1}s^-$$

s.a.

$$\phi Y_0 - Y\lambda + s^+ = 0$$

$$X\lambda + s^- = X_0$$

$$\vec{1}\lambda = 1$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0$$

BCC Dual – Output Orientado

$$\min_{\mu,\nu,\nu_0} q_0 = \nu^T X_0 + \nu_0$$

s.a.

$$\mu^T Y_0 = 1$$

$$-\mu^T Y + \nu^T X + \nu_0 \vec{1} \geq 0$$

$$\mu^T \geq \varepsilon.\vec{1}$$

$$\mu^T \geq \varepsilon.\vec{1}$$

ν_0 livre

CCR Primal - Input Orientado

$$\min_{\theta,\lambda,s^+,s^-} z_0 = \theta - \varepsilon.\vec{1}s^+ - \varepsilon.\vec{1}s^-$$

s.a.

$$Y\lambda - s^+ = Y_0$$

$$\theta X_0 - X\lambda - s^- = 0$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0$$

CCR Dual - Input Orientado

$$\max_{\mu,\nu} w_0 = \mu^T Y_0$$

s.a.

$$\nu^T X_0 = 1$$

$$\mu^T Y - \nu^T X \leq 0$$

$$-\mu^T \leq -\varepsilon.\vec{1}$$

$$-\nu^T \leq -\varepsilon.\vec{1}$$

CCR Primal – Output Orientado

$$\max_{\phi,\lambda,s^+,s^-} z_0 = \phi + \varepsilon.\vec{1}\,s^+ + \varepsilon.\vec{1}\,s^-$$

s.a.

$$\phi Y_0 - Y\lambda + s^+ = 0$$

$$X\lambda + s^- = X_0$$

$$\lambda,\ s^+,\ s^- \geq 0$$

CCR Dual – Output Orientado

$$\min_{\mu,\nu} q_0 = \nu^T X_0$$

s.a.

$$\mu^T Y_0 = 1$$

$$-\mu^T Y + \nu^T X \geq 0$$

$$\mu^T \geq \varepsilon.\vec{1}$$

$$\nu^T \geq \varepsilon.\vec{1}$$

Onde,

λ é a variável que indica a combinação convexa das *DMU's*;

s^+ e s^- são as variáveis de folga e de excesso, respectivamente;

μ e ν são as ponderações dos *outputs* e *inputs*, respectivamente;

u_0 e v_0 são os parâmetros de retorno de escala;

X são os *inputs* ou indicadores de insumos;

Y são os *outputs* ou indicadores de produção;

θ é a taxa de redução de insumos;

ε é o número não arquimediano e

ϕ é a taxa de acréscimo da produção.

3. METODOLOGIA

3.1. INTRODUÇÃO

Com o objetivo de estabelecer bases teóricas para o desenvolvimento da metodologia da pesquisa, o estudo teve seu início com uma revisão bibliográfica do material existente, incluindo literatura nacional, internacional e outros recursos como o auxílio da *internet*. Dessa forma, este capítulo propõe uma metodologia que será utilizada no estudo de caso deste trabalho para a avaliação de desempenho das empresas de transporte rodoviário de cargas.

No entanto, aqui se procura esclarecer apenas o processo da Análise Envoltória de Dados sem se restringir ao transporte de cargas. Dessa forma, as principais atividades e aspectos envolvidos neste processo serão descritos e comentados.

3.2. ETAPAS PROPOSTAS DA METODOLOGIA *DEA*

São encontradas na literatura algumas formas de aplicação do método *DEA* para análises de desempenho. A forma de aplicação proposta neste trabalho envolve as principais atividades listadas a seguir:

1. Definição e seleção das *DMU's* para análise;
2. Definição, seleção e manipulação dos *inputs* e *outputs* das *DMU's*;

3. Definição e aplicação do modelo *DEA* e
4. Interpretação e análise dos resultados.

3.2.1. Definição e seleção das *DMU's* para análise

O método *DEA* trabalha com comparações entre as *DMU's*. Para que esta comparação tenha sentido, é necessário lidar com um grupo de unidades similares. Portanto, tais *DMU's* devem apresentar homogeneidade em seus objetivos, atividades, processos, tecnologias, serviços, produtos, meio-ambiente em que operam, etc. PAIVA JR (2000) afirma que, em geral *DMU's* semelhantes apresentam o mesmo conjunto de *inputs* e *outputs*.

Quanto ao tamanho do grupo de *DMU's* a serem analisadas, a literatura recomenda adotar a regra em que o número de unidades deve se aproximar, pelo menos, do triplo do número de variáveis consideradas na análise, para que o modelo apresente resultados consistentes. Isto diminui o risco da análise ser afetada por fatores exógenos irrelevantes.

3.2.2. Definição, seleção e manipulação dos *inputs* e *outputs* das *DMU's*

A análise da eficiência relativa das *DMU's* feita pelo método *DEA*, parte da análise dos fatores que evidenciam as relações de produção destas unidades. Estes fatores podem ser *inputs* ou *outputs*. PAIVA JR (2000) explica que os *outputs* são fatores que medem os resultados e os objetivos atingidos e os *inputs* são fatores internos ou externos ao sistema que influem nos resultados obtidos.

HUSSAIN et al. (2001) esclarecem que *inputs* podem ser recursos, atributos do meio onde as *DMU's* operam. *Outputs* podem ser produtos, serviços ou uma unidade e medida de eficiência.

A partir da lista com os dados numéricos associados a cada variável comum entre as *DMU's* selecionadas, deve-se proceder a uma criteriosa seleção de variáveis

a fim de não incluir fatores ruins na análise, levando a um baixo nível de discriminação entre as unidades. Os fatores selecionados devem distinguir o desempenho da *DMU* segundo os objetivos da análise.

DYSON et al. (2001), sugerem que para a obtenção de um nível de discriminação razoável entre as *DMU's*, o número de unidades selecionadas deve ser pelo menos duas vezes o produto dos números de *inputs* e *outputs* analisados.

SMITH (1997) faz um alerta em seu trabalho sobre os erros que podem ocorrer pela omissão de variáveis importantes ou pela introdução de variáveis estranhas ao processo. Ele conclui que a omissão é na maioria das vezes mais grave que a introdução.

Quanto maior o número de variáveis, menor será o efeito da introdução de variáveis estranhas ou de omissões. No entanto, o modelo se torna mais complexo, demanda um conjunto grande de *DMU's* e diminui a discriminação entre elas. SMITH (1997) afirma ainda que a imprecisão do método aumenta com o número de variáveis.

PAIVA JR (2000) sugere que o exame crítico da lista de variáveis seja realizado em conjunto com um grupo de especialistas para responder algumas questões como:

- As variáveis estão relacionadas com os objetivos da análise?
- As variáveis contribuem para os objetivos da análise?
- As variáveis são relevantes?
- As variáveis são redundantes?
- As variáveis estão relacionadas?
- As variáveis são internas ou externas?
- As variáveis são quantitativas ou qualitativas?
- Os dados das variáveis estão disponíveis e são confiáveis?

Algumas análises quantitativas também podem ajudar na seleção das variáveis, como o levantamento de parâmetros estatísticos de seus dados numéricos e a análise de correlação entre estas variáveis.

Através do exame de correlação determinam-se as relações entre as variáveis e sua intensidade. Uma forte correlação indica uma possível redundância de informações e, dessa forma, pode ser excluída da análise uma destas variáveis pois a segunda provavelmente representa bem o comportamento da primeira.

DYSON et al. (2001) advertem, no entanto, sobre a armadilha da omissão de variáveis da análise puramente por estas apresentarem alta correlação. Isto pode ocasionar mudanças significativas na análise de eficiência. Eles sugerem que se façam testes de cálculos de eficiência, com e sem, tais variáveis.

Outra observação importante quanto ao exame de correlação é que um exame de uma matriz de correlação linear pode indicar uma correlação negativa entre um *input* e um *output*, o que não deve acontecer numa análise *DEA*.

Através do cálculo de simples parâmetros estatísticos como a média aritmética, desvio padrão e valores máximo e mínimo, pode-se mensurar o grau de variação dos dados e determinar, por exemplo, se o grupo de *DMU's* analisado é homogêneo ou heterogêneo. PAIVA JR. (2000) aconselha a normalização dos dados caso haja uma diferença acentuada entre as grandezas das variáveis consideradas.

Como normalmente os valores das diferentes variáveis não são comparáveis entre si, isto inviabiliza a sua comparação imediata. Para resolver este problema é necessário normalizar para a mesma escala de valores a avaliação dos diferentes fatores.

De acordo com RAMOS e RODRIGUES (2002), a maior parte dos processos de normalização utiliza os valores máximo e mínimo para a definição de uma escala

(intervalo normalizado). A forma mais simples é uma variação linear, definida da seguinte forma:

$$x_i = \frac{R_i - R_{mín}}{R_{máx} - R_{mín}} \times (intervalo_normalizado)$$

onde

R_i é o valor de escore a normalizar,

$R_{mín}$ é o escore mínimo e

$R_{máx}$ é o escore máximo.

RAMOS e RODRIGUES (2002) afirmam que o processo de normalização é na sua essência idêntico ao processo de "*fuzzification*" (expressão original apresentada por Zadeh em 1965) introduzido pela lógica *fuzzy*. Segundo este processo, um conjunto de valores expressos numa escala de valores é convertido num outro comparável, expresso numa escala normalizada, por exemplo, entre 0 e 100.

Uma última observação quanto à manipulação das variáveis de *inputs* e *outputs* diz respeito aos fatores indesejáveis. DYSON et al. (2001) citam a emissão de poluentes como um *output* indesejado e mostram algumas maneiras de manipulação deste tipo de variável para que se tenha sentido sua participação na análise.

Uma medida simples citada no trabalho é a inversão dos dados desta variável. Outra medida é subtrair os dados do *output* indesejado de um valor mais alto. Eles advertem, no entanto, que as saídas a partir de cada solução adotada podem ser diferentes em termos de *DMU's* identificadas como eficientes, assim como as *DMU's* de referência para as não-eficientes.

3.2.3. Definição e aplicação do modelo *DEA*

A definição do modelo *DEA* depende de várias considerações adotadas no estudo como a hipótese de rendimento de escala e a orientação do modelo. São

encontrados na literatura vários critérios para a seleção do modelo a ser adotado. PAIVA JR (2000) sugere que se percorra um dos caminhos ilustrados na figura 30:

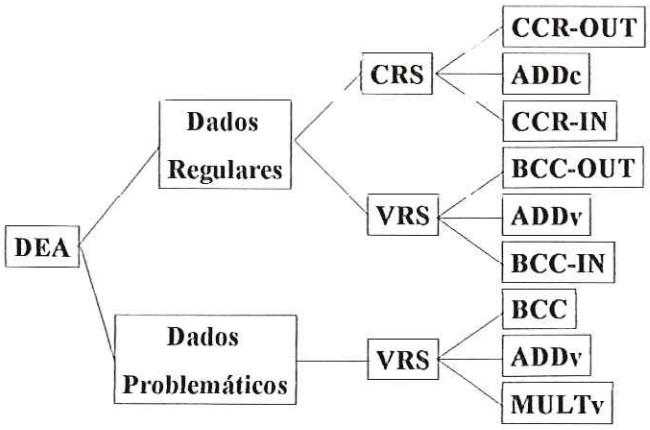

Figura 30: Seleção do Modelo *DEA* (Adaptado de PAIVA JR, 2000)

Na figura 30, os dados são considerados regulares quando existe equilíbrio entre as *DMU's* e as variáveis (homogeneidade). Quando as *DMU's* são heterogêneas, apresentam valores negativos, nulos, grandes variações de escala devido, por exemplo, à diferença de porte entre as *DMU's*, e os dados são considerados problemáticos.

No segundo nível do critério de seleção representado pela figura 30, leva-se em conta a hipótese de rendimento de escala (*CRS* = *Constant Return to Scale*; *VRS* = *Variable Return to Scale*) e, por último, a orientação do modelo adotada, onde as terminações OUT significam que o modelo está orientado para a maximização dos *outputs* e IN significa que o modelo está orientado para a minimização dos *inputs*, por exemplo.

Modelos *CRS* apresentam uma relação linear em que um aumento nos *inputs* provoca um aumento proporcional nos *outputs*, conforme figura 31. Analisando-se as formas das fronteiras de eficiência desta figura, percebe-se que os modelos *VRS* conseguem envolver melhor os pontos. Desta forma, as pequenas e as grandes *DMU's* estarão supervalorizadas no cálculo de eficiência com a adoção do modelo *VRS*. O número de unidades eficientes também será provavelmente maior com o uso

deste modelo. DYSON et al. (2001) aconselha o uso da hipótese de retorno de escala variável apenas quando este fato se demonstrar.

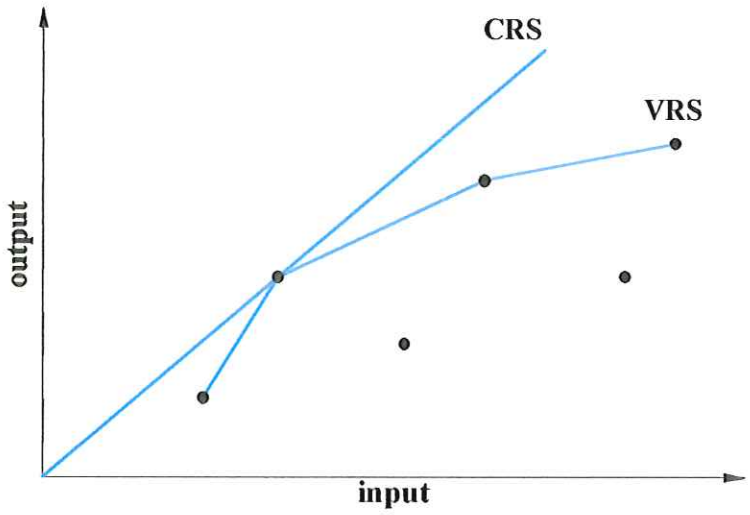

Figura 31: Modelos *VRS* x *CRS* (Adaptado de DYSON et al., 2001)

Modelos orientados para a minimização dos *inputs* procuram responder a seguinte questão: dado o nível de *outputs* que uma unidade produz, de quanto os *inputs* podem ser reduzidos para que se mantenha o corrente nível de *outputs*? Já os modelos orientados para a maximização dos *outputs* procuram responder a questão: dado o nível de *inputs* usado por uma unidade, que nível de *outputs* pode ser possível alcançar, mantendo-se o corrente nível de *inputs*?

Dessa forma, antes da adoção de uma ou de outra forma de orientação para o modelo, deve ser feito um estudo da situação que se quer analisar. No caso da maximização dos *outputs*, deve-se estudar se na verdade é possível alcançar tal nível. De outra forma, quando os *inputs* são relativamente inflexíveis, pode ser melhor a adoção da maximização dos *outputs*.

A escolha de um modelo particular *DEA* determina, portanto, a propriedade de retorno de escala implícita, a geometria da envoltória e a projeção de eficiência (projeção das *DMU's* na fronteira de eficiência). A escolha da geometria da envoltória envolve três diferentes formas da superfície: linear com retorno de escala

constante para o modelo CCR, linear com retorno de escala variável para o BCC e para o Aditivo, e log-linear para os multiplicativos.

Dessa forma, cuidadosas considerações devem ser feitas na escolha do modelo devido às conseqüências potenciais na falta destas, nos resultados obtidos (CHARNES et al., 1994). Finalmente, ressalta-se que diferentes resultados podem ser alcançados não apenas com a seleção de diferentes modelos, mas também com a seleção de suas diferentes orientações e retorno de escala associadas a estes modelos.

3.2.4. Interpretação e análise dos resultados.

Para a interpretação dos resultados da análise *DEA*, alguns elementos devem ser considerados. PAIVA JR (2000) lembra que nem todas as *DMU's* que atingem a fronteira devem ser consideradas como referência para *benchmarking*. Elas podem estar na fronteira simplesmente porque são os pontos extremos dela.

Existe uma regra na análise *DEA* em que o número de unidades potencialmente eficientes se aproxima do produto entre o número de variáveis de *input* e o número de variáveis de *output*. É por esse motivo que, quanto menor o número de variáveis consideradas na análise, menos *DMU's* eficientes serão encontradas, aumentando a discriminação da análise, já comentada anteriormente.

Uma análise pode ser feita com o grupo de unidades de referência. Pode-se medir quantas vezes uma *DMU* eficiente é referência para as não eficientes. Através desta análise, pode-se identificar, por exemplo, unidades eficientes mas que não são unidades de referência, o que pode não ser um bom exemplo de performance.

Diversas outras análises podem ser realizadas para a interpretação dos resultados *DEA*. Uma delas é a comparação do *ranking* de desempenho das unidades obtido pela análise *DEA* com outros *rankings* obtidos por outros métodos. Assim, podem ser feitos estudos de correlação.

Através de estudos de correlação, mede-se o grau de relação entre variáveis. Determina-se quão bem uma equação linear, ou de outra espécie, descreve ou explica a relação entre estas variáveis.

Se x e y representam as duas variáveis consideradas, um diagrama de dispersão mostra a localização dos pontos (x, y) em um sistema de coordenadas retangulares conforme figura 32. Se y tende a aumentar quando x cresce, a correlação é positiva. Se y tende a diminuir quando x cresce, a correlação é negativa. Se não houver relação indicada entre as variáveis, não há correlação entre elas.

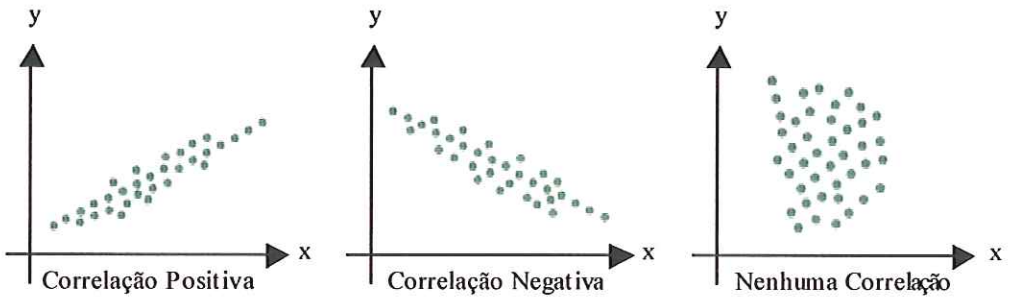

Figura 32: Correlações entre as variáveis.

O coeficiente de correlação linear R varia entre –1 e +1. Os sinais + e – são usados para a correlação linear positiva e para a negativa respectivamente. Valores de R próximos de 0 indicam uma fraca correlação. Tal coeficiente pode ser calculado da seguinte forma:

$$R = \pm\sqrt{\frac{\sum(y_{est} - y_m)^2}{\sum(y - y_m)^2}}$$

onde

y_{est} representa os valores de y correspondentes a valores de x e

y_m é a média dos valores y.

Quando os dados podem ser dispostos em ordem de tamanho ou importância (por exemplo, classificações de 1 a 10), o coeficiente de correlação ordinal R_{ord}

(coeficiente de Spearman ou *rank correlation coeficient*) pode ser calculado da seguinte forma:

$$R_{ord} = 1 - \frac{6\sum D^2}{N(N^2 - 1)}$$

onde

D = diferenças entre as ordens dos valores correspondentes de x e y e

N = número de pares de valores (x, y) dos dados.

O cálculo de tal coeficiente é interessante para a análise dos *rankings* de desempenho e recebe o valor de +1 quando os dois valores (por exemplo, o valor obtido pela análise *DEA* e o valor obtido por outro método) são da mesma ordem; -1 quando as mesmas medições têm valores de ordem inversa e o valor 0 quando não existe correlação na ordem das duas séries de leituras.

Outros estudos podem ainda ser feitos em cima de *rankings* de desempenho disponíveis, como o cálculo dos desvios dos escores. Pode-se medir, por exemplo, a média destes desvios absolutos. Pode-se também realizar uma análise de desvio de eficiência, plotando-se por exemplo, as *DMU's versus* os desvios observados.

Pode-se identificar entre todas as variáveis analisadas, aquelas que apresentam pouco e grande potencial de levar as *DMU's* a uma melhoria de desempenho, quando nenhum peso é aplicado. Isto pode ser facilmente visualizado num gráfico de pizza, por exemplo.

Pode-se ainda traçar um gráfico para cada variável de *input* e *output* mostrando o número de *DMU's* que apresentam grande potencial de melhoria de desempenho através desta variável, a um certo alcance. Se muitas *DMU's* aparecerem ligadas a uma determinada variável, isto indica que esforços devem ser feitos para a melhoria desta variável em todas as unidades.

Outra análise seria a observação gráfica da distribuição das eficiências das *DMU's versus* as variáveis de *input* e *output*. Pode-se identificar se unidades com características semelhantes são eficientes ou não. Pode-se ainda escolher uma

variável e calcular sua correlação com o escore de eficiência. Uma forte correlação poderia levar a conclusão de que aquela variável seria chave para a eficiência e, dessa forma, muito importante.

Podem ser feitas também, análises particulares para cada *DMU*. Uma delas é o cálculo da porcentagem de aumento ou redução que cada variável da unidade considerada deve sofrer para que esta se torne eficiente. Isto pode ser apresentado graficamente ou em forma de tabela, por exemplo.

Através desta análise podem-se tirar conclusões importantes. Por exemplo, pode-se verificar a necessidade de redução numa variável de *input* mesmo que o modelo esteja orientado para a maximização do *output*. Assim, pode-se chegar a uma conclusão de que tal *input* seja uma variável desnecessária.

Outra análise que pode ser feita é a comparação de desempenho entre as *DMU's* ineficientes e suas unidades de referência. Pode-se analisar graficamente a grandeza das diferenças entre suas composições de *inputs* e *outputs*.

Mais uma análise seria a visualização da dimensão com que cada unidade de referência tem contribuído na determinação da *DMU* ineficiente. Tal contribuição pode ser mostrada percentualmente. Dessa forma, pode-se notar qual unidade de referência tem uma maior influência para a melhoria de eficiência da unidade ineficiente em questão.

Pode-se analisar também as contribuições trazidas pelas variáveis de *input* e *output* na avaliação de desempenho da *DMU*. Isto é uma indicação útil sobre quais variáveis tem sido mais usadas na determinação da eficiência e quais tem sido ignoradas. Observa-se dessa forma, a importância de cada variável na determinação da eficiência da unidade.

Através desta análise, pode-se identificar, por exemplo, se uma variável-chave foi ignorada e chegar a uma conclusão de que alguma coisa de errado deve ter ocorrido com a entrada de pesos na análise.

4. ESTUDO DE CASO

4.1. INTRODUÇÃO

Para o estudo de caso desta pesquisa, é tomado como base dois conjuntos de indicadores de desempenho do transporte rodoviário de cargas, publicados nas revistas - *Anuário do Transporte de Carga* e *As maiores do Transporte*, ambas da Editora OTM. Tais revistas foram publicadas no ano de 2001 e mostram resultados de estudos referentes ao ano de 2000.

A primeira revista disponibiliza dados operacionais de 88 empresas enquanto a segunda disponibiliza dados financeiros de 123 empresas. Em *As maiores do Transportes,* as empresas são classificadas como as maiores do transporte rodoviário de cargas, e, em seguida, é construído o *ranking* de desempenho das melhores empresas entre as maiores.

A metodologia usada por esta revista foi a classificação das maiores empresas segundo a variável financeira - Receita Operacional Líquida, que mede a participação de mercado de cada empresa, e, para a classificação das "melhores" empresas entre as dez maiores, estas foram avaliadas nos 9 seguintes quesitos:

1. Patrimônio Líquido
2. Liquidez Corrente
3. Endividamento Geral
4. Receita Operacional Líquida

5. Lucro Líquido
6. Rentabilidade da Receita
7. Rentabilidade do Patrimônio Líquido
8. Produtividade do Capital
9. Crescimento da Receita

Para cada empresa foram atribuídas notas de 1 a 10 conforme o desempenho nos quesitos, relativamente às outras nove classificadas. A empresa que obtém a maior soma destas notas é considerada a "melhor".

Neste estudo de caso, é realizada uma análise dupla onde são construídos dois tipos de *rankings* de desempenho: um operacional e outro financeiro. Para a comparação entre estes dois *rankings* e aquele publicado na revista, foram então separadas as empresas em comum nas duas revistas, excluídas aquelas com ausência de informações em mais de três indicadores, e, finalmente, a lista foi reduzida para 40 empresas a serem analisadas.

As listas com as 40 empresas reunidas para a análise e suas variáveis operacionais e financeiras podem ser visualizadas no anexo A deste trabalho. Com relação a ausência de dados de alguns indicadores operacionais de algumas empresas nas revistas, foram realizados estudos de regressão linear e ajustados 37 dados do total de 360. (Dados em negrito neste anexo). O resumo deste estudo pode ser visualizado no anexo B.

Foram realizadas análises sobre os dados ajustados e se observou, por exemplo, que a variável operacional Idade da Frota apresentou um coeficiente de correlação linear baixo com as demais variáveis, porém os ajustes encontrados não se distanciaram do valor médio. Apenas um dado (pneus gastos por ano, da empresa nº 30) não se demonstrou "realístico", e dessa forma, foi substituído pelo valor médio do conjunto (1321 pneus/ano), para a análise.

Os tópicos seguintes deste estudo de caso seguem as etapas mostradas na metodologia. Dessa forma, são definidas e selecionadas as *DMU's* para análise; as

variáveis de *inputs* e *outputs* são definidas, selecionadas e manipuladas; são definidos e aplicados os modelos *DEA* e, finalmente, os resultados são interpretados e analisados.

4.2. DEFINIÇÃO E SELEÇÃO DAS *DMU'S* PARA ANÁLISE

São analisadas as 40 empresas prestadoras de serviços de transporte rodoviário de cargas, como já foi dito anteriormente. Tal grupo é considerado homogêneo, pois todas as empresas transportam cargas, apesar da heterogeneidade existente no tipo de carga transportada pelas empresas, conforme anexo A.

4.3. DEFINIÇÃO, SELEÇÃO E MANIPULAÇÃO DOS *INPUTS* E *OUTPUTS* DAS *DMU'S*

Inicialmente se dispõe de um conjunto de dados com 8 variáveis operacionais e outro com 7 variáveis financeiras, citados anteriormente, que retratam o desempenho das *DMU's*, conforme anexo A. As variáveis operacionais são:

1. Nº de Filiais;
2. Nº de Funcionários;
3. Quantidade da Frota;
4. Idade Média da Frota em Anos;
5. Quilometragem por Ano;
6. Litros de Combustível por Ano;
7. Pneus por Ano;
8. Carga transportada em Toneladas por Ano.

Trata-se de indicadores simples, que não são calculados a partir de outras variáveis da lista e que se mostram apropriados para a avaliação da eficiência relativa das empresas selecionadas.

Já as variáveis financeiras, que não são tão simples como as operacionais, devem ser, antes de tudo, bem conhecidas:

1. **Patrimônio Líquido**: É o valor do patrimônio líquido apresentado pela empresa em seu último balanço. O Patrimônio Líquido ou Valor Patrimonial da empresa reflete a soma do capital social realizado, reservas de capital, reservas de reavaliação, reservas de lucro e lucro ou prejuízo acumulados no período.
   É a diferença entre o valor dos ativos e dos passivos exigíveis e resultados de exercícios futuros. Em termos contábeis é o valor pertencente aos sócios ou acionistas.

2. **Liquidez Corrente**: Obtida por meio da divisão do ativo circulante pelo passivo circulante.
   Ativo Circulante é a soma de todos os ativos de uma empresa que podem ser convertidos no curto prazo (geralmente menos que um ano) em liquidez (aumento de caixa) para a empresa. Em geral inclui contas como disponibilidades, créditos, estoques etc.
   Passivo Circulante é a soma de todos os passivos de uma empresa cujo vencimento é inferior a um ano. Em geral inclui contas com fornecedores, dívida de curto prazo, imposto a pagar etc.
   Segundo a revista, a liquidez corrente é o melhor indicador da situação financeira da empresa. Indica o quanto a empresa tem a receber no curto prazo em relação a cada unidade monetária que deve no mesmo período.
   Considera-se que um índice ao redor de 2 seja aceitável, pois para a maioria das empresas o Ativo Circulante representa 50% dos ativos totais enquanto o Passivo Circulante representa cerca de 30% do financiamento total.

3. **Endividamento Geral**: A soma do passivo circulante – incluindo duplicatas descontadas – ao exigível a longo prazo dividida pelo ativo total, representa a porcentagem do ativo financeiro com recursos de terceiros.

Indicador financeiro de estrutura de capital que expressa a relação entre o grau de endividamento total da empresa (dívida de curto e longo prazo) em relação ao capital investido na empresa.

Capital Investido é definido como a soma da dívida de longo prazo e o patrimônio líquido da empresa.

4. **Receita Operacional Líquida**: É a receita operacional bruta anual auferida, no ano-calendário, deduzidos os impostos incidentes sobre vendas. É obtida pelo total das vendas, deduzindo-se as devoluções, descontos incondicionais e impostos que incidem sobre o faturamento.

5. **Lucro Líquido**: Lucro anual disponível aos acionistas ajustado para eventuais despesas ou receitas extraordinárias. O lucro líquido é calculado como o lucro trimestral acumulado para os últimos quatro trimestres disponíveis.

   É o resultado do exercício depois de deduzido o imposto de renda. É prejuízo quando se apresenta na forma negativa.

6. **Rentabilidade da Receita**: Expressa a participação do lucro líquido em relação à receita operacional líquida da empresa.

7. **Rentabilidade do Patrimônio Líquido**: Resultado da divisão do lucro líquido pelo patrimônio líquido, a rentabilidade do patrimônio indica a lucratividade obtida com recursos próprios e representa, em porcentagem, a remuneração do capital.

Analisando-se rapidamente tais indicadores financeiros, percebe-se que a Rentabilidade do Patrimônio Líquido já está bem representada por dois fatores simples: Lucro Líquido e Patrimônio Líquido. Esta variável sairá da análise e a lista de variáveis financeiras, até o momento, fica reduzida as 6 primeiras variáveis listadas anteriormente.

Devido à simplicidade dos indicadores operacionais, ao conhecimento dos indicadores financeiros e do que foi dito no capítulo anterior, não é tão difícil

classificá-los como variáveis de *input* ou *output* do processo. A tabela 2 resume tal classificação.

Tabela 2: Classificação das variáveis em *input* ou *output*.

	Variáveis Operacionais	
1.	Nº de Filiais;	*Input*
2.	Nº de Funcionários;	*Input*
3.	Quantidade da Frota;	*Input*
4.	Idade Média da Frota em Anos;	*Input*
5.	Quilometragem por Ano;	*Output*
6.	Litros de Combustível por Ano;	*Input*
7.	Pneus por Ano;	*Input*
8.	Carga transportada em Toneladas por Ano.	*Output*
	Variáveis Financeiras	
1.	Patrimônio Líquido	*Input*
2.	Liquidez Corrente	*Input*
3.	Endividamento Geral	*Input*
4.	Receita Operacional Líquida	*Output*
5.	Lucro Líquido	*Output*
6.	Rentabilidade da Receita	*Output*

Levando-se em conta a análise descrita na metodologia, e observando a classificação da tabela 2, nota-se que algumas variáveis devem sofrer algum tipo de manipulação. Dessa forma, a variável operacional (Idade Média da Frota) será transformada na variável de *input* (1/Idade Média da Frota). Para a variável financeira (Endividamento Geral), também será considerado o seu valor inverso para que este represente uma variável de *input* coerente.

Uma observação com relação as variáveis de *input*, é que são todas controladas, ou seja, as *DMU's* têm controle sobre elas e podem alterá-las. Não são portanto, variáveis exógenas. Tal classificação é uma das informações que devem alimentar o programa que será utilizado na análise e que será descrito posteriormente.

Outra observação com relação as variáveis que serão analisadas é que todas elas são variáveis quantitativas. Através dos exames quantitativos destes indicadores operacionais e financeiros, resumidos no anexo A, observa-se, por exemplo, o grau de variação dos dados e a diferença acentuada entre as grandezas das variáveis consideradas.

Sendo assim, optou-se por normalizar tais dados para a mesma escala de valores, entre 0 e 100, através da variação linear comentada na metodologia. (Na verdade, como o modelo *DEA* não pode operar com valores zero, onde isto ocorreu, foram feitas substituições por 0,01, valor relativamente pequeno se comparado aos demais). O resultado de tal manipulação pode ser visto no anexo C deste trabalho.

Finalmente, foram feitas análises de correlação entre as variáveis para a identificação das relações entre elas e sua intensidade. Os resumos com tais resultados podem ser vistos nas matrizes de correlação das tabelas 3 e 4.

Tabela 3: Matriz de Correlação Linear para as Variáveis Operacionais

Variáveis	Filia.	Funci.	Frota	1/Id.Frota	km/ano	l/ano	pn./ano	t/ano
Filia.	1	0.84	0.75	0.29	0.68	0.66	0.47	0.44
Funci.		1	0.85	0.05	0.61	0.60	0.38	0.31
Frota			1	0.03	0.78	0.74	0.55	0.38
1/Id.Frota				1	0.14	0.40	0.39	0.34
km/ano					1	0.69	0.46	0.30
l/ano						1	0.74	0.58
pn./ano							1	0.82
t/ano								1

Tabela 4: Matriz de Correlação Linear para as Variáveis Financeiras

Variáveis	Rec.Op.Líq.	Pat.Líq.	Luc.Líq.	Liq.Cor.	1/End.Ger.	Rent.Rec.
Rec.Op.Líq.	1	0.65	0.37	-0.17	-0.31	-0.14
Pat.Líq.		1	0.52	-0.07	-0.14	0.24
Luc.Líq.			1	0.02	0.02	0.53
Liq.Cor.				1	0.60	0.26
1/End.Ger.					1	0.43
Rent.Rec.						1

Analisando-se as duas matrizes, não são observadas fortes correlações entre as variáveis. Porém, entre as correlações negativas das variáveis financeiras, duas ocorrem entre a variável de *output* Receita Operacional Líquida e as variáveis de *input* Liquidez Corrente e o inverso do Endividamento Geral.

Dessa forma, será excluída da análise mais uma variável financeira – receita operacional líquida, e a lista com os indicadores financeiros fica reduzida as três variáveis de *input* e as duas de *output* restantes. PAIVA JR (2000) afirma, para o caso ferroviário, que se deve evitar dados sobre receita, cuja variação é bem representada pelos indicadores de produção.

4.4. DEFINIÇÃO E APLICAÇÃO DO MODELO *DEA*

De acordo com o que foi visto na metodologia e nos tópicos anteriores, pode-se afirmar que as *DMU's* consideradas na análise apresentam valores de dados problemáticos e grandes variações de escala. Dessa maneira, uma das formulações básicas *DEA* indicada para este caso é a BCC.

No entanto, pela rapidez e facilidade de aplicação do método devido à disponibilidade do uso do *software Frontier Analyst* (comentado a seguir), serão feitas aplicações tanto com o modelo BCC como com o CCR (os mais usados) e analisados seus resultados, considerando também para as duas formulações, as duas orientações: minimização do *input* e maximização do *output*.

As análises através da minimização de *inputs* e da maximização de *outputs* serão consideradas em conjunto, pois seus resultados são complementares para o auxílio na conclusão. De acordo com a estratégia utilizada por cada uma das empresas analisadas, diferentes *rankings* de desempenho serão obtidos.

Assim, seguindo os objetivos deste trabalho, ao final da aplicação do método *DEA*, 8 *rankings* de desempenho serão construídos para estudos comparativos. Para facilitar, serão adotadas abreviações para identificação destes *rankings*, conforme tabela 5:

Tabela 5: Abreviações estabelecidas para a identificação dos resultados da análise.

OPERBCCIN	Variáveis Operacionais, Modelo BCC, Minimização dos *Inputs*
OPERBCCOUT	Variáveis Operacionais, Modelo BCC, Maximização dos *Outputs*
OPERCCRIN	Variáveis Operacionais, Modelo CCR, Minimização dos *Inputs*
OPERCCROUT	Variáveis Operacionais, Modelo CCR, Maximização dos *Outputs*
FINBCCIN	Variáveis Financeiras, Modelo BCC, Minimização dos *Inputs*
FINBCCOUT	Variáveis Financeiras, Modelo BCC, Maximização dos *Outputs*
FINCCRIN	Variáveis Financeiras, Modelo CCR, Minimização dos *Inputs*
FINCCROUT	Variáveis Financeiras, Modelo CCR, Maximização dos *Outputs*

Como já foi dito, nesta etapa do trabalho será usado o programa computacional *Frontier Analyst* da *Banxia Software*, versão 3.0.3 (2001). Trata-se de

uma ferramenta que utiliza o método *DEA* e auxilia na determinação da eficiência relativa de unidades decisórias. Além disso, possui uma interface de fácil uso.

Os dados que serão analisados podem ser inseridos a partir de uma planilha eletrônica, ou inseridos diretamente no próprio programa. Ele converte rapidamente as múltiplas relações de entrada e saída em uma medida de eficiência.

Para isto, foram estabelecidos padrões na entrada dos dados para que o programa os processasse adequadamente. Dessa forma, ele identificou entre as unidades analisadas, quais são relativamente eficientes e quais não são. O programa forneceu ainda, várias informações importantes das unidades que estão sendo comparadas e que serão mostradas e discutidas no próximo tópico do trabalho.

4.5. INTERPRETAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os 8 relatórios de saída do programa, com os *rankings* de eficiência das 40 empresas analisadas podem ser visualizados no anexo D do trabalho. No anexo E, encontra-se um resumo, mostrando a classificação das *DMU's*, obtida por estas diversas modelagens, e que servirão posteriormente para estudos de correlação.

Analisando-se os diversos *rankings* obtidos pelos modelos, pode-se perceber que, dependendo do critério de avaliação de desempenho adotado, diferentes resultados são obtidos. Isto se deve, por exemplo, ao fato das empresas adotarem estratégias de mercado diferentes, como a minimização de seus insumos ou a maximização de seus produtos.

Ocorreu também uma grande diferença entre os *rankings* de desempenho operacionais e financeiros. Isto pode ser visto considerando-se, por exemplo, a empresa Kwikasair Cargas expressas que obteve uma ótima colocação nos *rankings* financeiros e péssimas colocações nos *rankings* operacionais.

Como era de se esperar, um número menor de empresas eficientes foram identificadas pelos modelos CCR (que presume ganhos de escala constantes - *CRS*),

em comparação com os modelos BCC (*VRS*), conforme discutido na metodologia do trabalho.

Entre as empresas "número um" identificadas pelo *DEA*, pode-se destacar a Kwikasair Cargas Expressas que ocupou a primeira colocação em três *rankings* financeiros e a Empresa de Mudanças Duqueme que ocupou a primeira colocação em dois *rankings* operacionais. Como será visto mais adiante, a empresa Kwikasair Cargas Expressas ocupou a décima colocação no *ranking* financeiro divulgado pela revista.

As unidades eficientes que servem como referência para estudos de *benchmarking* das não eficientes e o número de vezes que isto ocorre na análise financeira podem ser visualizadas nas figuras 33, 34, 35 e 36. Nas tabelas 6 e 7, encontram-se estes mesmos resultados para a análise operacional.

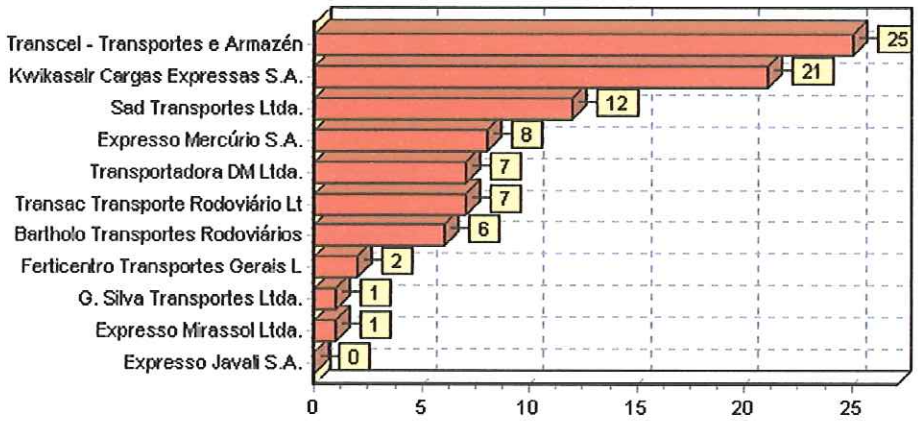

Figura 33: Referências para estudos de *benchmarking* - FINBCCIN

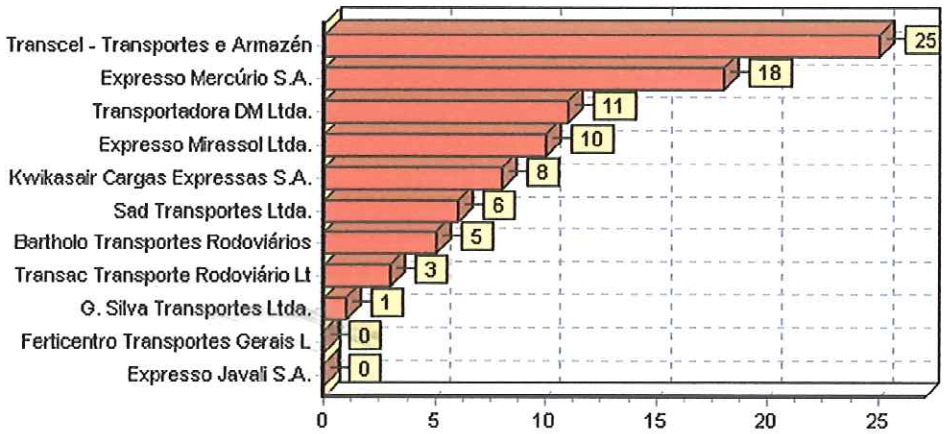

Figura 34: Referências para estudos de *benchmarking* - FINBCCOUT

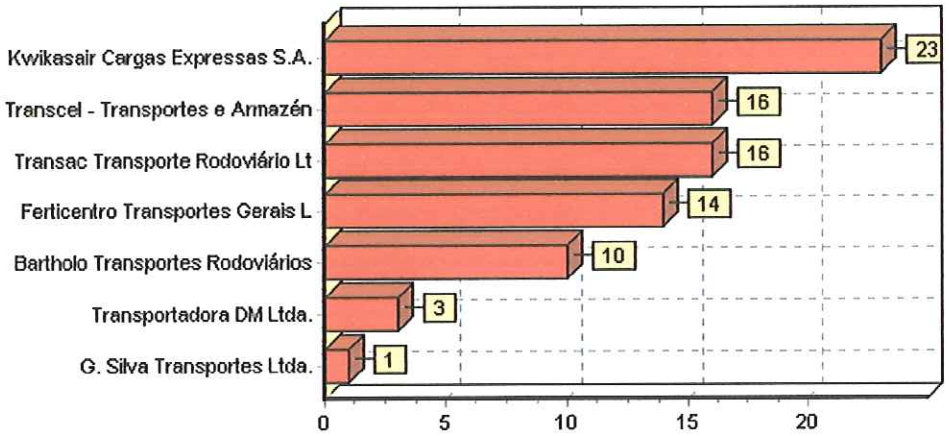

Figura 35: Referências para estudos de *benchmarking* – FINCCRIN

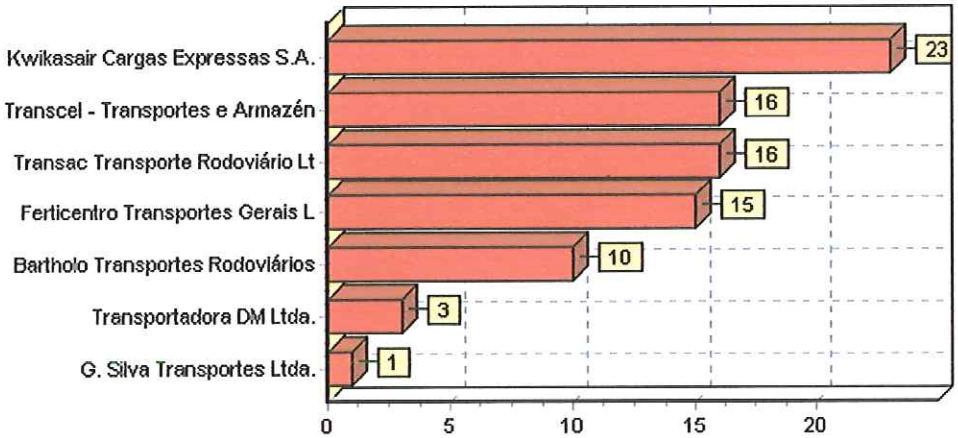

Figura 36: Referências para estudos de *benchmarking* - FINCCROUT

Tabela 6: Referências para estudos de *benchmarking* – modelos operacionais BCC.

EMPRESAS - OPERBCCIN	Nº	EMPRESAS - OPERBCCOUT	Nº
Transportadora Rocha Ltda.	9	Expresso Araçatuba Ltda.	10
Expresso Araçatuba Ltda.	9	Primax Transportes Pesados Ltda.	8
Primax Transportes Pesados Ltda.	7	Empresa de Mudanças Duqueme Ltda	8
Transportadora Tebas Ltda.	5	Jaloto Transportes Ltda.	6
Lord Empresa de Transportes Ltda	5	Transportadora Rocha Ltda.	5
Jaloto Transportes Ltda.	5	Ferticentro Transportes Gerais Ltda	5
Ferticentro Transportes Gerais Ltda	5	Transportadora Simecar Ltda.	4
Transportadora Colatinense Ltda.	4	Transcel - Transportes e Armazéns	4
Transcel - Transportes e Armazéns	4	Solecargas Transportes Ltda.	4
JR Transporte de Derivados de Petróleo	4	Lord Empresa de Transportes Ltda	4
Expresso Javali S.A.	4	Transportadora Tebas Ltda.	3
Transportadora Simecar Ltda.	3	Transportadora Colatinense Ltda.	3
Solecargas Transportes Ltda.	3	Expresso Javali S.A.	3
Sad Transportes Ltda.	3	JR Transporte de Derivados de Petróleo	2
Tora Transportes Industriais Ltda	1	Tora Transportes Industriais Ltda	1
Mamuth Transporte de Máquinas Ltda	1	Sad Transportes Ltda.	1
Empresa de Transportes Sopro Divino	1	Empresa de Transportes Atlas Ltda	1
Empresa de Transportes Martins Ltda	1		
Empresa de Transportes Atlas Ltda	1		
Bartholo Transportes Rodoviários	1		

Tabela 7: Referências para estudos de *benchmarking* – modelos operacionais CCR.

EMPRESAS - OPERCCRIN	Nº	EMPRESAS - OPERCCROUT	Nº
Expresso Araçatuba Ltda.	15	Expresso Araçatuba Ltda.	15
Primax Transportes Pesados Ltda.	13	Primax Transportes Pesados Ltda.	12
Transcel - Transportes e Armazéns	8	Ferticentro Transportes Gerais Ltda	8
Ferticentro Transportes Gerais Ltda	8	Transcel - Transportes e Armazéns	7
Lord Empresa de Transportes Ltda	6	Lord Empresa de Transportes Ltda	6
Solecargas Transportes Ltda.	5	Transportadora Tebas Ltda.	5
JR Transporte de Derivados de Petróleo	5	Solecargas Transportes Ltda.	5
Jaloto Transportes Ltda.	5	Transportadora Colatinense Ltda.	3
Transportadora Tebas Ltda.	3	JR Transporte de Derivados de Petróleo	3
Transportadora Colatinense Ltda.	3	Jaloto Transportes Ltda.	3
Empresa de Transportes Atlas Ltda	3	Empresa de Transportes Atlas Ltda	3
Transportadora Simecar Ltda.	2	Transportadora Simecar Ltda.	2
Empresa de Mudanças Duqueme Ltda	2	Empresa de Mudanças Duqueme Ltda	2
Transportadora Itapemirim S.A.	1	Transportadora Americana Ltda.	1
Transportadora Americana Ltda.	1	Sad Transportes Ltda.	1
Sad Transportes Ltda.	1		
Empresa de Transportes Sopro Divino	1		

Como se pode perceber, nem todas as *DMU's* consideradas eficientes pelo método *DEA* são referência para as não-eficientes. É o caso da Expresso Javali S.A. na análise FINBCCIN, por exemplo. Estas unidades podem não ser um bom exemplo de performance para as demais.

Entre as empresas líderes identificadas pelo método, destacam-se as empresas Transcel – Transportes e Armazéns Gerais e Kwikasair Cargas Expressas que mais serviram como referência nos quatro modelos financeiros, e as empresas Expresso Araçatuba e Primax Transportes Pesados que mais serviram como referência nos modelos operacionais analisados.

Empresas como a G. Silva Transportes nos modelos financeiros, que servem poucas vezes como referência, podem ter uma combinação não usual de suas variáveis. Elas podem, porém, estar fazendo algo inovador, diferente e, portanto, merecem investigação.

Os gráficos das figuras 37, 38, 39 e 40 identificam entre as variáveis operacionais analisadas, aquelas que apresentam grande potencial de levar uma *DMU* a uma melhoria de desempenho (quando nenhum peso é aplicado). Para a análise operacional, esta variável é a quilometragem por ano. A mesma análise realizada para os indicadores financeiros, mostra que tal variável é o Lucro Líquido.

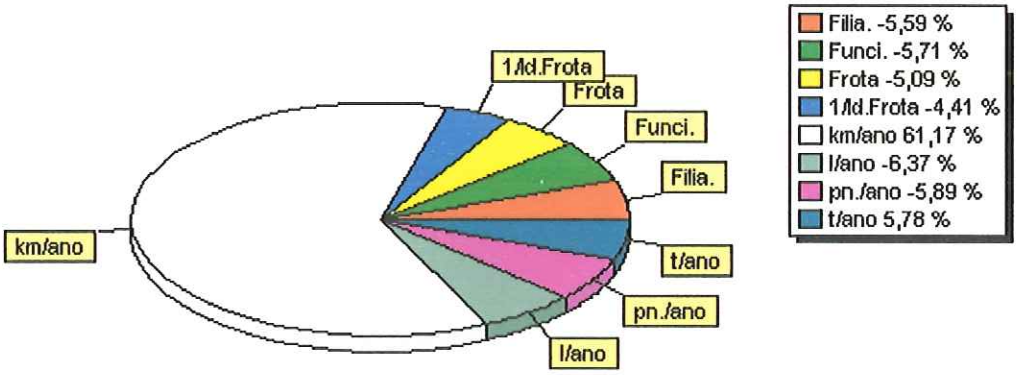

Figura 37: Variável com grande potencial de levar melhorias de desempenho as *DMU's* - OPERBCCIN

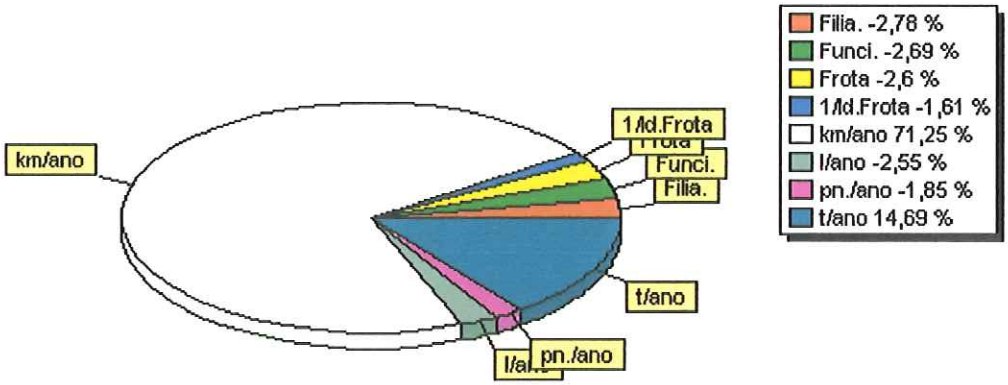

Figura 38: Variável com grande potencial de levar melhorias de desempenho as *DMU's* – OPERBCCOUT

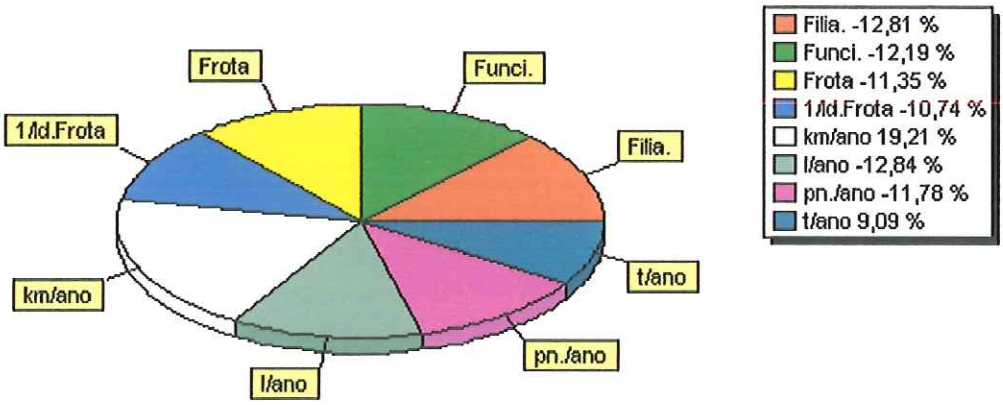

Figura 39: Variável com grande potencial de levar melhorias de desempenho as *DMU's* - OPERCCRIN

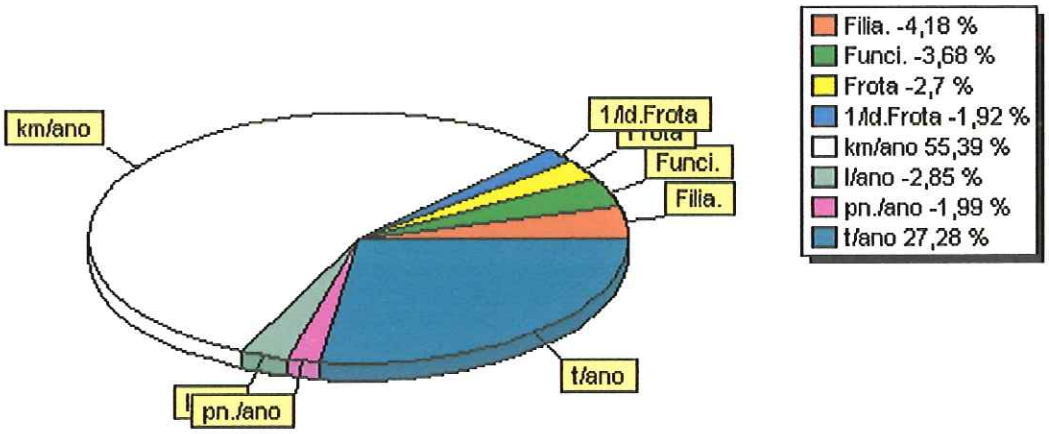

Figura 40: Variável com grande potencial de levar melhorias de desempenho as *DMU's* - OPERCCROUT

Análises realizadas para a identificação de indicadores que reúnem *DMU's* que podem apresentar grande potencial de melhoria a um certo alcance através destas variáveis, foram realizadas para todos os modelos.

Analisando-se, por exemplo, o resultado do modelo OPERBCCIN, com relação a variável pneus gastos por ano, a figura 41 mostra que esforços devem ser feitos para a redução desta variável por estas *DMU's*, pois 27 das 40 empresas analisadas podem apresentar melhoras potenciais de até 10%. Outras variáveis que se destacaram desta forma nos outros modelos operacionais e financeiros foram a quilometragem por ano, o lucro líquido e o patrimônio líquido.

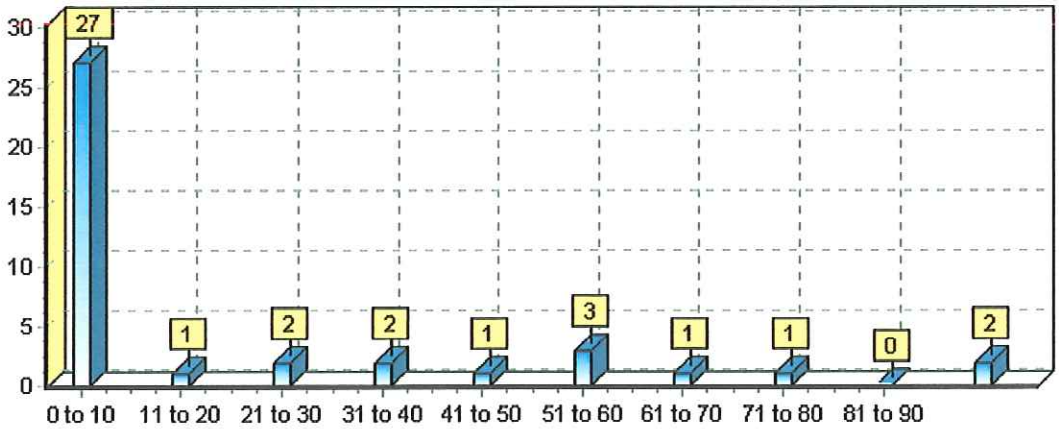

Figura 41: Número de *DMU's* com potenciais de melhoria de desempenho a certos alcances através da variável pneus gastos por ano, no modelo OPERBCCIN.

Análises para a identificação de unidades com características semelhantes e eficientes foram feitas para todos os modelos. Porém, isto não foi identificado, como pode ser visto no resultado do modelo do exemplo anterior (OPERBCCIN, com relação a variável pneus gastos por ano), na figura 42.

Além disso, nenhuma variável apresentou uma boa correlação com os *rankings* de eficiência.

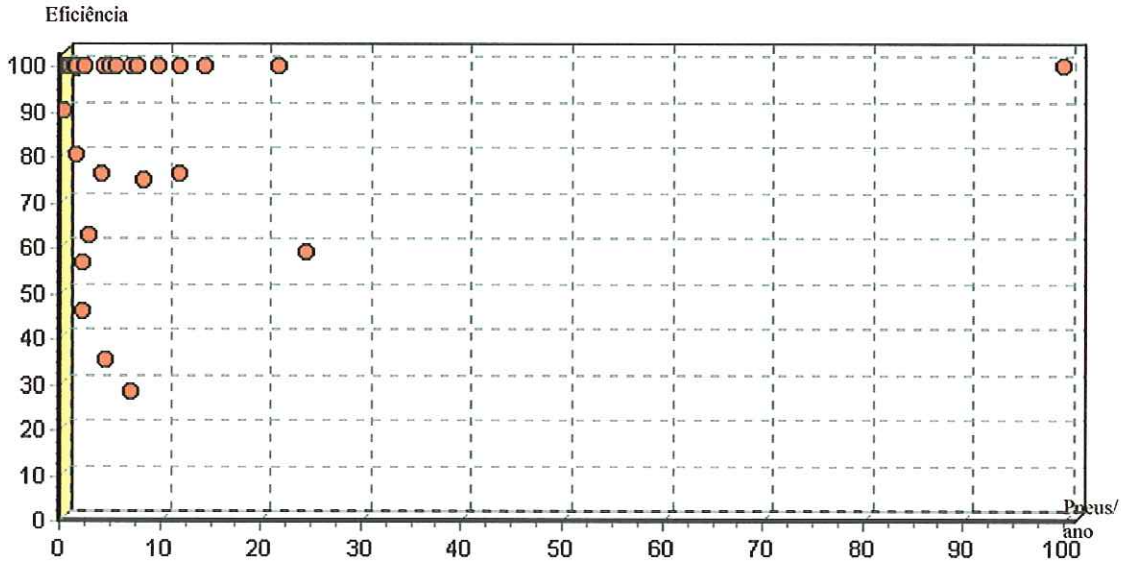

Figura 42: Distribuição das eficiências das *DMU's versus* a variável pneus gastos por ano, no modelo OPERBCCIN.

Para as análises de correlação, considerou-se o *ranking* de desempenho divulgado na revista. Como já foi dito na introdução deste capítulo, a revista classifica as maiores empresas do transporte rodoviário de cargas, e, em seguida, constrói o *ranking* de desempenho das melhores empresas entre as 10 maiores.

Tal *ranking* (de desempenho financeiro), publicado em 2001 pela revista As Maiores do Transporte, pode ser visualizado na tabela 8:

Tabela 8: *Ranking* de desempenho divulgado na revista.

AS MELHORES											
Ranking	Empresas	ROL	PL	LL	LC	EG	RR	RPL	PC	CR	Total
1	Empresa de Transporte Atlas Ltda.	6	6	8	10	10	9	9	8	10	**76**
2	Júlio Simões Transportes e Serviços Ltda.	9	8	9	9	9	8	7	4	7	**70**
3	Expresso Mercúrio S.A.	10	9	10	1	8	10	10	3	8	**69**
4	Tora Transportes Industriais Ltda.	5	7	7	8	6	7	8	2	4	**54**
5	Expresso Araçatuba Ltda.	1	5	6	6	7	6	5	7	6	**49**
6	Transportadora Itapemirim S.A.	7	10	2	7	5	2	3	1	5	**42**
7	Cesa Transportes S.A.	4	3	3	3	3	3	2	9	9	**39**
8	Rodoviário Ramos Ltda.	2	2	4	4	4	4	4	10	3	**37**
9	Transportadora Binotto S.A.	3	4	5	5	2	5	6	5	-	**35**
10	Kwikasair Cargas Expressas S.A.	8	1	1	2	1	1	-	6	2	**22**

ROL = Receita Operacional Líquida; PL = Patrimônio Líquido; LL = Lucro Líquido; LC = Liquidez Corrente; EG = Endividamento Geral; RR = Rentabilidade sobre a Receita; RPL = Rentabilidade sobre o Patrimônio Líquido; PC = Produtividade do Capital; CR = Crescimento da Receita.

No início deste estudo de caso, a Transportadora Binotto S.A. (que ocupa a nona colocação da tabela 8) foi uma das *DMU's* excluídas, como comentado anteriormente, pela grande falta de dados (operacionais).

Por este mesmo motivo, as duas variáveis Produtividade do Capital e Crescimento da Receita, também não fizeram parte do estudo, visto que, reduziria bastante o número de empresas para análise.

Os resultados da análise de correlação linear entre a classificação das melhores empresas considerada na revista e o conjunto total das 40 *DMU's*, podem ser visualizados na tabela 9.

Observa-se que dessa forma o *ranking* da revista apresenta uma correlação linear mais forte e positiva com os *rankings* BCC das variáveis operacionais. Assim, à medida que a classificação das *DMU's* cresce na revista, cresce também a classificação nos modelos operacionais. Ocorre o inverso com os modelos financeiros.

Tabela 9: Análise de correlação linear

DMU	Classificação Ordinal nos Rankings de Desempenho								
	Revista	OPERBCCIN	OPERBCCOUT	OPERCCRIN	OPERCCROUT	FINBCCIN	FINBCCOUT	FINCCRIN	FINCCROUT
DMU 5	1	25	22	18	16	17	17	24	24
DMU 2	2	26	26	30	30	16	15	37	37
DMU 1	3	19	19	16	15	8	7	9	5
DMU 6	4	24	24	22	22	6	11	28	28
DMU 9	5	27	27	20	20	24	18	27	27
DMU 4	6	22	20	15	14	33	22	36	36
DMU 7	7	40	38	35	35	4	3	16	16
DMU 8	8	35	39	37	37	12	4	13	13
DMU 3	9	39	40	36	36	1	10	3	3
R	-	0,550	0,619	0,393	0,406	-0,253	-0,403	-0,515	-0,461

Como a metodologia adotada pela revista para a construção do *ranking* de desempenho financeiro das *DMU's* parte da lista das dez maiores empresas (maior receita operacional líquida), na verdade pode-se dizer que só este pequeno grupo sofre a avaliação propriamente dita por esta revista.

Dessa forma, foi realizado um segundo estudo através do método *DEA* para a construção de *rankings* de eficiência financeira, considerando somente as 10 empresas mostradas no *ranking* financeiro da revista.

Devido ao número reduzido de *DMU's*, e para a obtenção de resultados consistentes com discriminação razoável, foi excluída mais uma variável da análise.

Para isto, dois quesitos foram analisados. Observou-se quais variáveis apresentavam baixa correlação linear com os *rankings* de eficiência estudados e aquelas com menos potencial de levar às unidades estudadas, melhorias de desempenho. Tal variável é inverso do Endividamento Geral.

A nova lista com as 10 unidades e variáveis analisadas pode ser visualizada na tabela 10. A transportadora Binotto que não fez parte da análise inicial pela ausência de dados operacionais, agora possui a décima numeração.

Tabela 10: Empresas e Variáveis Financeiras a serem analisadas.

Nº	Empresa	Patrimônio Líq. (R$ mil)	Lucro Líq. (R$ mil)	Liquidez Corrente	Rentabilidade da Receita (%)
1	Expresso Mercúrio S.A.	51.619	14.129	1,03	7,54
2	Júlio Simões Transportes e Serviços Ltda.	44.965	6.086	1,92	3,46
3	Kwikasair Cargas Expressas S.A.	(22.412)	(7.252)	1,10	(30,57)
4	Transportadora Itapemirim S.A.	57.200	(7.813)	1,45	(6,85)
5	Empresa de Transportes Atlas Ltda.	21.981	5.135	3,02	4,66
6	Tora Transportes Industriais Ltda.	22.747	3.254	1,50	3,07
7	Cesa Transportes S.A.	7.841	(2.660)	1,17	(2,56)
8	Rodoviário Ramos Ltda.	4.671	(73)	1,17	(0,07)
9	Expresso Araçatuba Ltda.	11.971	938	1,38	0,99
10	Transportadora Binotto S.A.	7.847	804	1,28	0,78

Através dos exames quantitativos das variáveis mostrados na tabela 11, observa-se novamente o grau de variação dos dados e a diferença acentuada entre as grandezas das variáveis consideradas.

Tabela 11: Parâmetros Estatísticos Analisados.

Parâmetros Estatísticos	Patrimônio Líq. (R$ mil)	Lucro Líq. (R$ mil)	Liquidez Corrente	Rentabilidade da Receita (%)
Média	20843,00	1254,80	1,50	-1,96
Desvio Padrão	24506,18	6498,90	0,59	10,81
Mínimo	-22412	-7813	1,03	-30,57
Máximo	57200	14129	3,02	7,54
Intervalo	79612	21942	1,99	38,11

Sendo assim, optou-se novamente em normalizar tais dados para a mesma escala de valores, entre 0 e 100, através da variação linear. (De novo, valores zero foram substituídos por 0,01). A tabela 12 mostra o resultado da normalização dos dados.

Tabela 12: Normalização das Variáveis Financeiras.

	Empresas	Pat.Líq.	Luc.Líq.	Liq.Cor.	Rent.Rec.
1	Expresso Mercúrio S.A.	92,99	100,00	0,01	100,00
2	Júlio Simões Transportes e Serviços Ltda.	84,63	63,34	44,72	89,29
3	Kwikasair Cargas Expressas S.A.	0,01	2,56	3,52	0,01
4	Transportadora Itapemirim S.A.	100,00	0,01	21,11	62,24
5	Empresa de Transportes Atlas Ltda.	55,76	59,01	100,00	92,44
6	Tora Transportes Industriais Ltda.	56,72	50,44	23,62	88,27
7	Cesa Transportes S.A.	38,00	23,48	7,04	73,50
8	Rodoviário Ramos Ltda.	34,02	35,27	7,04	80,03
9	Expresso Araçatuba Ltda.	43,19	39,88	17,59	82,81
10	Transportadora Binotto S.A.	28,16	39,27	12,56	82,26

Os *rankings* de eficiência dos quatro novos modelos financeiros, fornecidos pelo programa, podem ser vistos nas tabelas 13 e 14.

Tabela 13: *Rankings* de eficiência - modelos BCC

Modelos BCC			
FINBCCIN		**FINBCCOUT**	
EMPRESA	*Eficiência*	*EMPRESA*	*Eficiência*
Kwikasair Cargas Expressas S.A.	100,00	Kwikasair Cargas Expressas S.A.	100,00
Transportadora Binotto S.A.	100,00	Expresso Mercúrio S.A.	100,00
Rodoviário Ramos Ltda.	100,00	Rodoviário Ramos Ltda.	100,00
Empresa de Transportes Atlas Ltda	100,00	Transportadora Binotto S.A.	100,00
Expresso Mercúrio S.A.	100,00	Empresa de Transportes Atlas Ltda	100,00
Cesa Transportes S.A.	89,64	Tora Transportes Industriais Ltda	97,49
Tora Transportes Industriais Ltda	86,21	Expresso Araçatuba Ltda.	95,63
Expresso Araçatuba Ltda.	69,83	Júlio Simões Transportes e Serviços	90,83
Júlio Simões Transportes e Serviços	63,64	Cesa Transportes S.A.	89,86
Transportadora Itapemirim S.A.	28,29	Transportadora Itapemirim S.A.	62,24

Tabela 14: *Rankings* de eficiência - modelos CCR

Modelos CCR			
FINCCRIN		**FINCCROUT**	
EMPRESA	*Eficiência*	*EMPRESA*	*Eficiência*
Kwikasair Cargas Expressas S.A.	100,00	Kwikasair Cargas Expressas S.A.	100,00
Rodoviário Ramos Ltda.	100,00	Rodoviário Ramos Ltda.	100,00
Transportadora Binotto S.A.	100,00	Expresso Mercúrio S.A.	100,00
Expresso Mercúrio S.A.	100,00	Transportadora Binotto S.A.	100,00
Cesa Transportes S.A.	87,18	Cesa Transportes S.A.	87,18
Expresso Araçatuba Ltda.	68,58	Expresso Araçatuba Ltda.	68,45
Tora Transportes Industriais Ltda	64,84	Tora Transportes Industriais Ltda	64,72
Empresa de Transportes Atlas Ltda	57,02	Empresa de Transportes Atlas Ltda	56,82
Júlio Simões Transportes e Serviços	51,49	Júlio Simões Transportes e Serviços	51,42
Transportadora Itapemirim S.A.	26,35	Transportadora Itapemirim S.A.	26,35

Novamente, a empresa Kwikasair Cargas Expressas tomou o primeiro lugar nos *rankings DEA* enquanto toma a décima colocação no *ranking* da revista.

Por outro lado, a empresa "número um" identificada na revista (Empresa de Transportes Atlas), apesar de ter sido considerada eficiente pelos modelos BCC, não conseguiu uma boa colocação geral pelo método *DEA*.

A tabela 15 mostra os resultados da análise de correlação ordinal entre a classificação das melhores empresas considerada na revista e as 4 novas classificações financeiras.

Observa-se que todas as correlações são negativas, ou seja, as mesmas medições têm valores de ordem inversa daquela da revista.

Tabela 15: Análise de correlação ordinal.

DMU	Revista	FINBCCIN	FINBCCOUT	FINCCRIN	FINCCROUT
Empresa de Transportes Atlas Ltda.	1	4	5	8	8
Júlio Simões Transportes e Serviços Ltda.	2	9	8	9	9
Expresso Mercúrio S.A.	3	5	2	4	3
Tora Transportes Industriais Ltda.	4	7	6	7	7
Expresso Araçatuba Ltda.	5	8	7	6	6
Transportadora Itapemirim S.A.	6	10	10	10	10
Cesa Transportes S.A.	7	6	9	5	5
Rodoviário Ramos Ltda.	8	3	3	2	2
Transportadora Binotto S.A.	9	2	4	3	4
Kwikasair Cargas Expressas S.A.	10	1	1	1	1
Rord		-0,527	-0,285	-0,709	-0,636

A tabela 16 mostra o cálculo dos desvios dos escores e suas médias. Observa-se os altos desvios e que os resultados dos modelos BCC apresentam desvio médio menor do que aqueles apresentados pelos modelos CCR, quando comparados com o escore da revista.

Tabela 16: Desvios dos escores de eficiência.

DMU	Revista	FINBCCIN	desv.	FINBCCOUT	desv.	FINCCRIN	desv.	FINCCROUT	desv.
Empresa de Transportes Atlas Ltda.	1	4	3	5	4	8	7	8	7
Júlio Simões Transportes e Serviços Ltda.	2	9	7	8	6	9	7	9	7
Expresso Mercúrio S.A.	3	5	2	2	1	4	1	3	0
Tora Transportes Industriais Ltda.	4	7	3	6	2	7	3	7	3
Expresso Araçatuba Ltda.	5	8	3	7	2	6	1	6	1
Transportadora Itapemirim S.A.	6	10	4	10	4	10	4	10	4
Cesa Transportes S.A.	7	6	1	9	2	5	2	5	2
Rodoviário Ramos Ltda.	8	3	5	3	5	2	6	2	6
Transportadora Binotto S.A.	9	2	7	4	5	3	6	4	5
Kwikasair Cargas Expressas S.A.	10	1	9	1	9	1	9	1	9
Média dos desvios			4,4		4,0		4,6		4,4

As unidades eficientes que servem como referência para estudos de *benchmarking* das não eficientes e o número de vezes que isto ocorre nesta nova análise financeira podem ser visualizadas nas figuras 43, 44, 45 e 46.

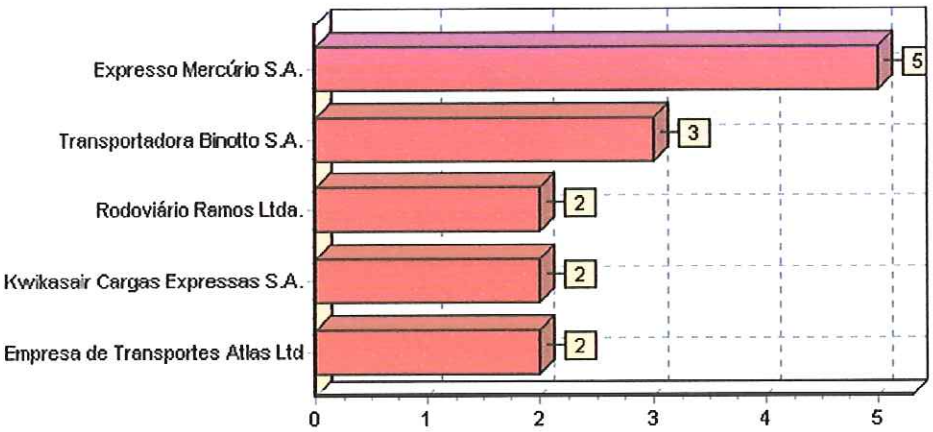

Figura 43: Referências para estudos de *benchmarking* - FINBCCIN

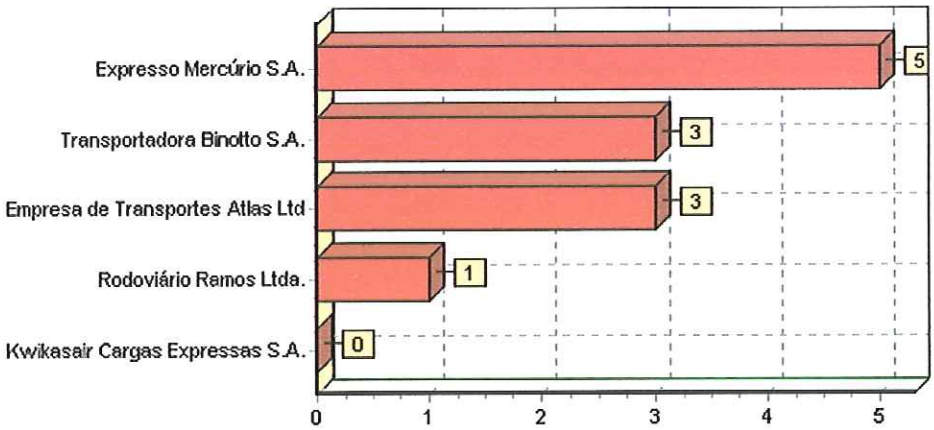

Figura 44: Referências para estudos de *benchmarking* - FINBCCOUT

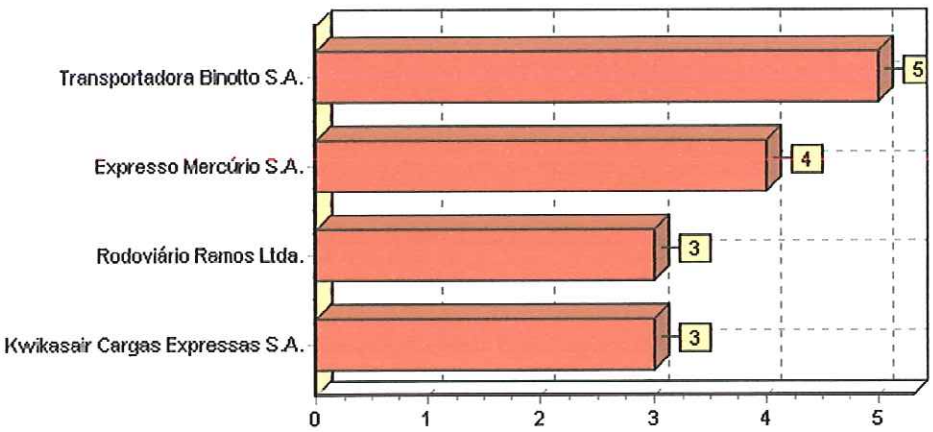

Figura 45: Referências para estudos de *benchmarking* – FINCCRIN

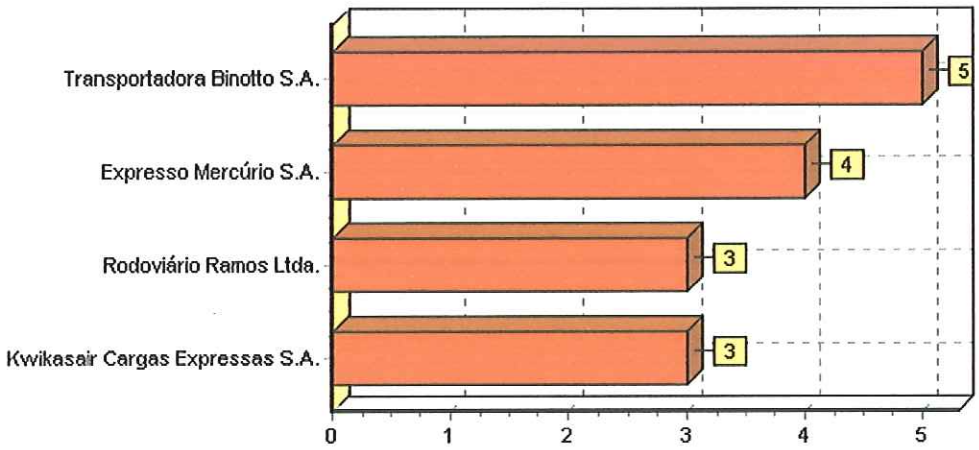

Figura 46: Referências para estudos de *benchmarking* - FINCCROUT

Novamente, uma empresa considerada eficiente pelo método *DEA* (Kwikasair Cargas Expressas S.A.), não serve como referência para as *DMU's* ineficientes (ver resultado do modelo FINBCCOUT). Tal unidade pode não ser um bom exemplo de performance para as demais.

Entre as empresas líderes identificadas pelo método, destacam-se as empresas Expresso Mercúrio e Transportadora Binotto que mais serviram como referência nos modelos analisados.

Entre as quatro variáveis financeiras analisadas, aquela que apresenta grande potencial de levar uma *DMU* a uma melhoria de desempenho (quando nenhum peso é aplicado), é novamente o Lucro Líquido. Os indicadores Rentabilidade da Receita e Patrimônio Líquido reúnem muitas *DMU's* que podem apresentar potencial de melhoria a um certo alcance através destas variáveis.

Novamente, não foram identificados grupos de unidades com características semelhantes e eficientes. A variável que apresentou melhor correlação linear com os *rankings* de eficiência (R = -0.63) foi o Patrimônio Líquido, como se pode observar no resultado do modelo FINCCROUT, na figura 47.

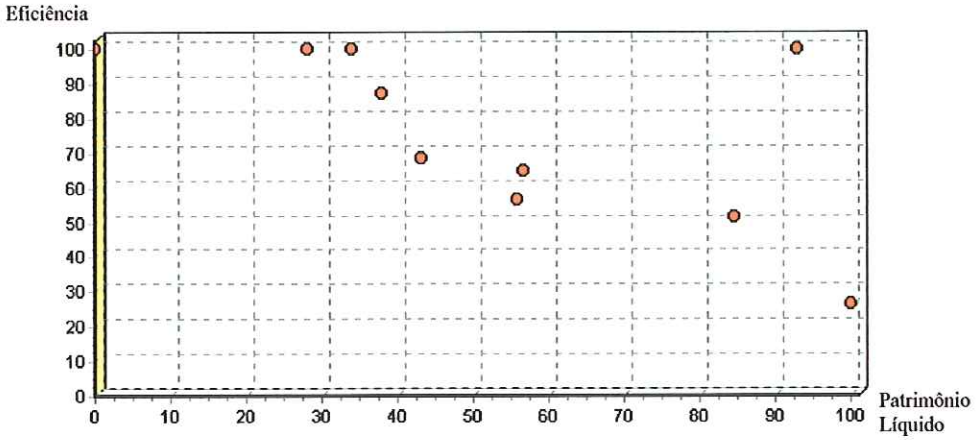

Figura 47: Distribuição das eficiências das *DMU's versus* a variável Patrimônio Líquido, no modelo FINCCROUT.

Agora serão apresentados os resultados das análises particulares sobre a *DMU* Cesa Transportes S.A., empresa que mais se aproximou da fronteira de eficiência nestas últimas quatro análises.

As porcentagens de aumento ou redução que cada variável da *DMU* considerada deve sofrer para que esta se torne eficiente, podem ser visualizadas na figura 48, para os quatro modelos analisados. Observa-se nos resultados dos modelos orientados para a minimização dos *inputs* que a *DMU* considerada deve além de reduzir seus *inputs*, aumentar também seu Lucro Líquido, para que se torne eficiente.

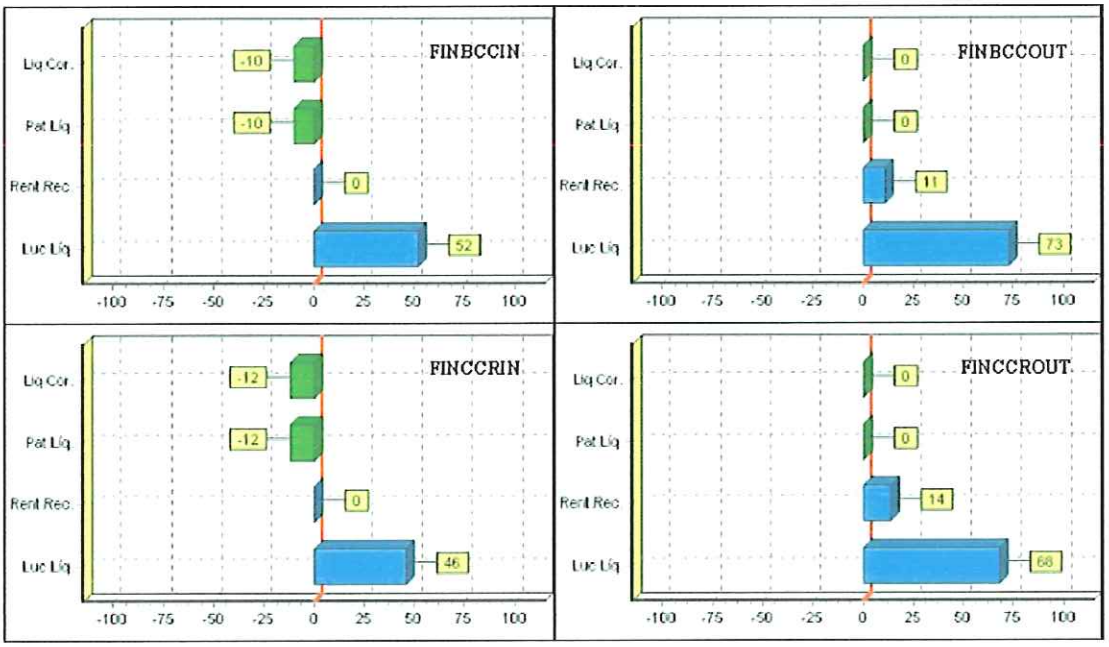

Figura 48: Variações sobre as variáveis para que a *DMU* se torne eficiente, nos diversos modelos.

Outra análise realizada foi a comparação de desempenho entre a *DMU* ineficiente considerada e as unidades que lhe servem de referência para estudos de *benchmarking*. A grandeza das diferenças entre suas composições de *inputs* e *outputs* podem ser observadas nas figuras 49, 50, 51 e 52 para os diversos modelos analisados.

SANTOS et al. (1997) ressaltam que a prática de *benchmarking* permite que a empresa alcance o claro entendimento do distanciamento de performance da função operação em relação ao meio externo e, ainda, o conhecimento do que é necessário fazer para reduzir ou eliminar este distanciamento.

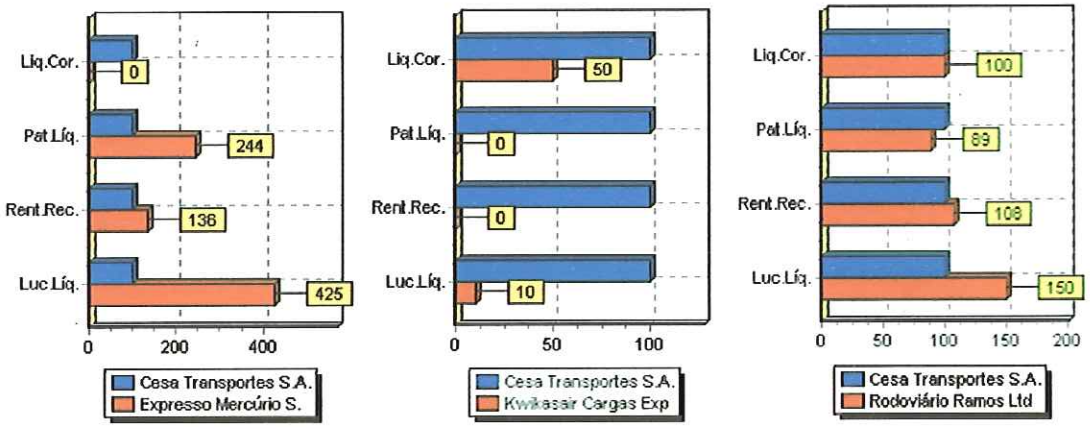

Figura 49: Comparação da *DMU* ineficiente com suas unidades de referência - FINBCCIN

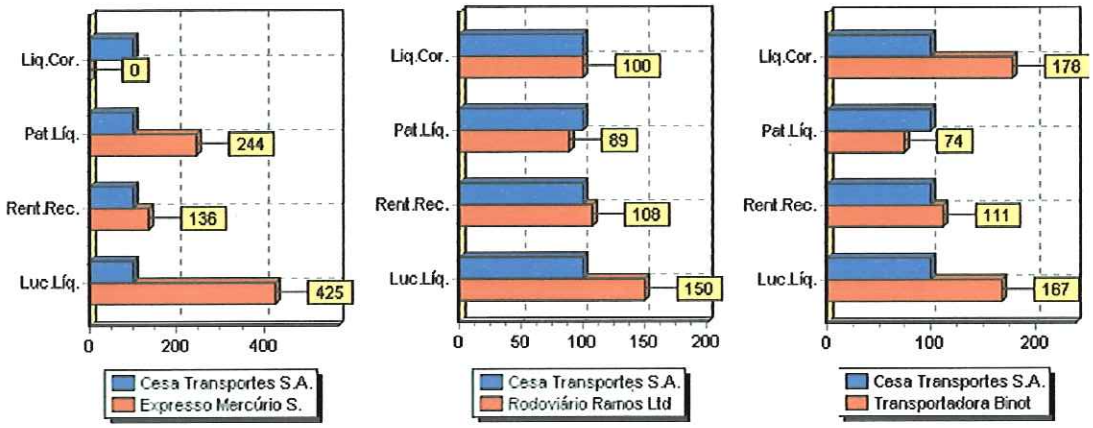

Figura 50: Comparação da *DMU* ineficiente com suas unidades de referência - FINBCCOUT

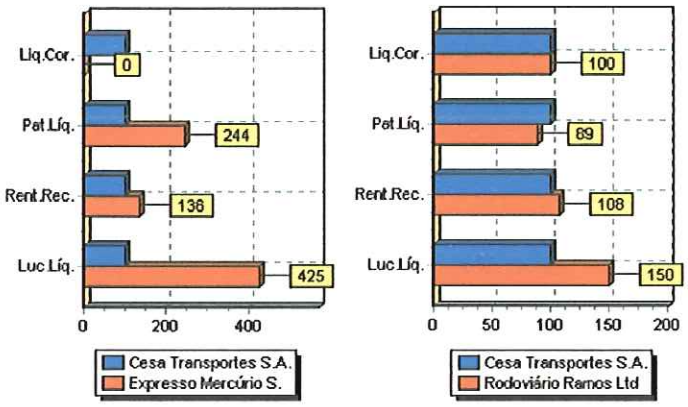

Figura 51: Comparação da *DMU* ineficiente com suas unidades de referência - FINCCRIN

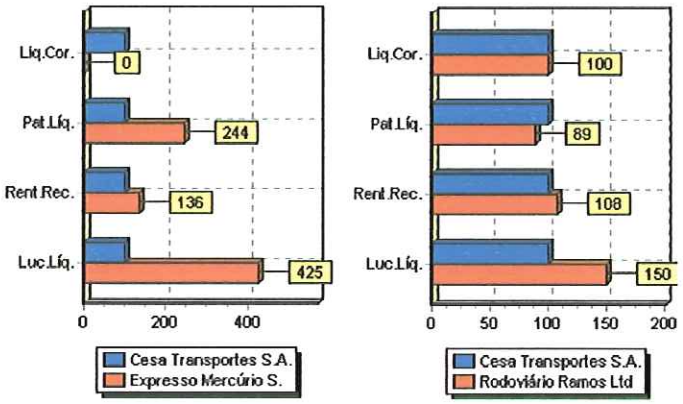

Figura 52: Comparação da *DMU* ineficiente com suas unidades de referência - FINCCROUT

A interpretação destes gráficos requer um entendimento das relações de *input* e *output*. Há gráficos em que a grandeza de uma das variáveis se apresenta muito diferente e as demais se apresentam similares as da unidade de referência. A empresa deve investigar o porquê da diferença.

Há outros gráficos em que a grandeza de todas as variáveis estão muito diferentes daquelas das unidades de referência. Isto pode ser um grande problema de conversão de *inputs* em *outputs*.

A figuras 53 mostra a dimensão com que cada unidade de referência tem contribuído na determinação da *DMU* ineficiente nos diversos modelos. Nota-se claramente que a unidade de referência Rodoviário Ramos tem uma maior influência para a melhoria de eficiência da unidade ineficiente em questão em todos os modelos considerados.

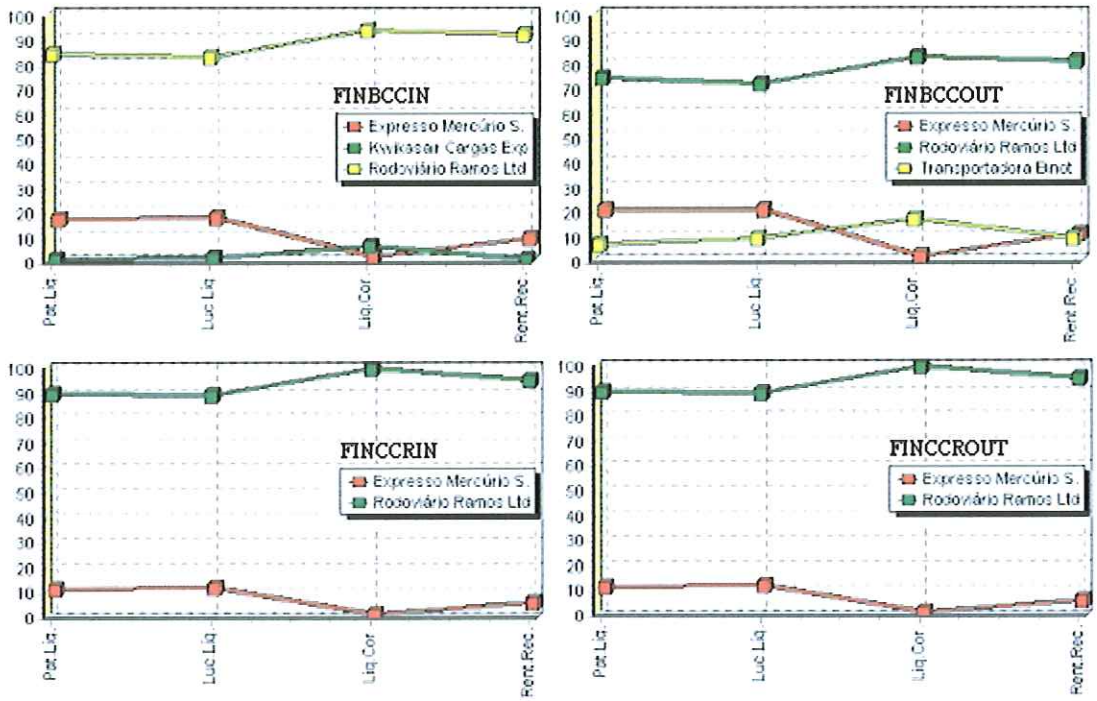

Figura 53: Contribuição percentual das unidades de referência.

A ênfase usada pela análise para cada variável de *input* e *output*, na determinação da eficiência da *DMU* considerada, pode ser vista na figura 54. Por exemplo, para o modelo FINCCROUT, as únicas variáveis utilizadas para a determinação do escore de eficiência da *DMU* foram a Liquidez Corrente e o Lucro Líquido. As duas outras variáveis não foram usadas neste resultado final, apesar de terem sido consideradas na análise.

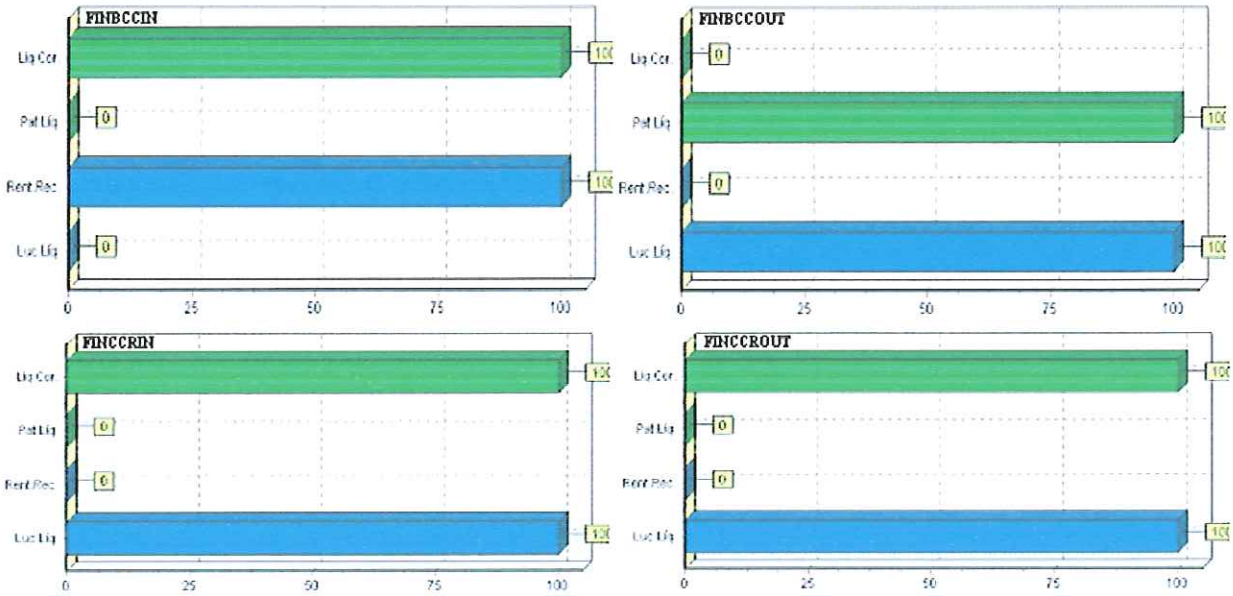

Figura 54: Ênfase usada pela análise para cada variável, na determinação do escore de eficiência.

Para finalizar este tópico de análise de resultados, cabe ressaltar que as mesmas análises comparativas realizadas sobre o *ranking* da revista foram realizadas sobre os *rankings* encontrados pelo método *DEA*.

Um exemplo disso pode ser visto na figura 55 que mostra os resultados da análise de desvio de eficiência entre dois modelos BCC e CCR (FINBCCOUT e FINCCROUT). No entanto, tais análises fogem do objetivo do trabalho que é a comparação entre resultados obtidos por metodologias diferentes.

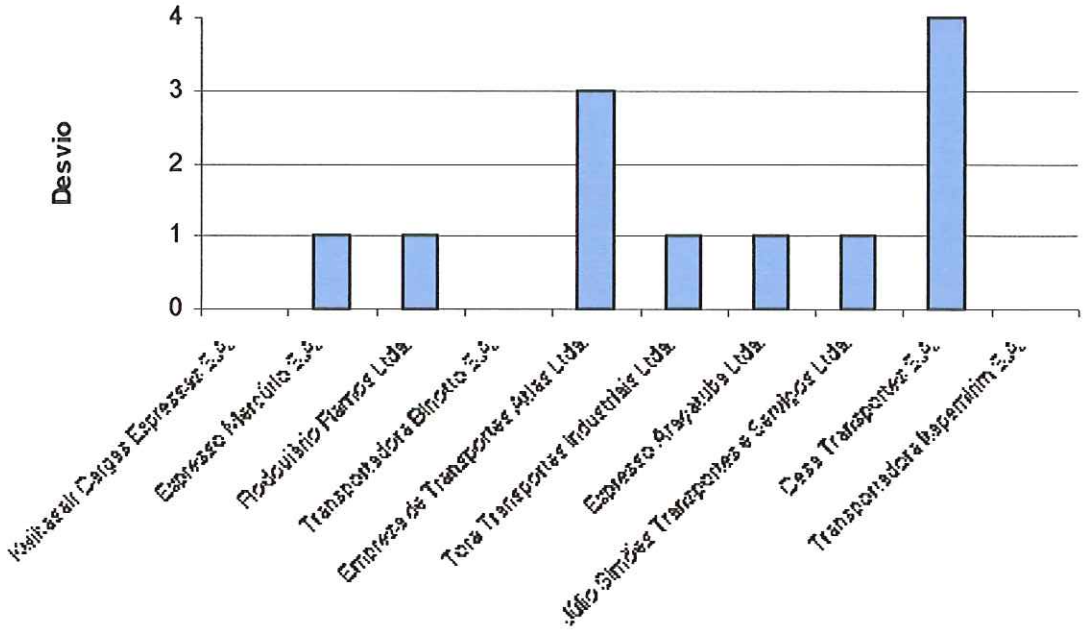

Figura 55: Análise de desvio de eficiência entre os modelos BCC e CCR.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Embora o interesse maior deste trabalho de pesquisa seja a introdução e exploração da Análise Envoltória de Dados do que a apresentação de soluções reais, acredita-se que se conseguiu ilustrar seu rico potencial metodológico durante seu estudo de caso, além, é claro, de indicá-lo como um método alternativo para avaliações de desempenho.

Modelos matemáticos são simplificações da realidade, que tornam mais fácil a sua análise. Tais simplificações, no entanto, na ausência de uma visão crítica, podem conduzir a erros na interpretação de seus resultados. A modelagem *DEA* não foge a esta regra. Com os devidos cuidados, pode servir como um poderoso instrumento de auxílio às empresas.

Os modelos de programação matemática *DEA* provêem uma maneira elegante de, simultaneamente construir uma fronteira de eficiência para uma dada tecnologia a partir de um conjunto de observações e calcular a distância da fronteira a cada uma das observações individuais. O método é uma excelente ferramenta para a avaliação de desempenho relativo de uma organização.

A globalização dos mercados e a possibilidade de maior acesso aos serviços diversificados, têm acentuado a mudança de comportamento do consumidor final, provocando o aumento da concorrência das organizações. O ganho de produtividade das empresas é, hoje em dia, a arma mais poderosa para atrair e manter sua clientela,

com melhores produtos e serviços a custos e preços menores, e o método *DEA* mede, na prática, a produtividade.

A partir da análise dos resultados de eficiência de produtividade obtidos pelo método *DEA*, os dirigentes das empresas podem corrigir, em tempo hábil, seu gerenciamento de insumos, redirecionando e corrigindo seus objetivos e, portanto, melhor direcionando o seu processo decisório.

Sua utilização possibilita ao decisor aferir a operacionalização de suas estratégias. A construção de cenários e de simulações com o auxílio de um computador, por exemplo, permite ao decisor identificar a combinação de "*inputs*" que proporciona níveis de "*outputs*" com a eficiência desejada.

Portanto, a metodologia *DEA* é um importante instrumento para a revisão de políticas e ações organizacionais, visando a superação das deficiências encontradas. Talvez seu grande problema de difusão esbarre na dificuldade que decisores não especialistas têm em entender seus modelos matemáticos.

O processo da reestruturação dos transportes demanda um sistema de monitoração de desempenho das empresas que permita ao poder concedente acompanhar e intervir, se necessário, para a garantia da eficácia e eficiência destes serviços.

Este trabalho de pesquisa teve como um de seus objetivos principais, a apresentação da aplicação da Análise Envoltória de Dados na avaliação de desempenho das empresas de transporte rodoviário de cargas brasileiras. Depois da aplicação do método, este trabalho permite a verificação de alguns pontos de caráter conclusivo.

Analisando-se os resultados obtidos no estudo de caso, é fácil concluir que o método *DEA* mostrou-se extremamente útil e altamente eficaz na avaliação da eficiência relativa do conjunto de empresas analisadas, apesar destes resultados não

terem apresentado uma boa convergência na formação dos *rankings* de desempenho com aquele divulgado na revista considerada.

Com relação às correlações ordinais encontradas entre os *rankings* de desempenho fornecidos pela análise e aquele publicado na revista, é importante lembrar a grande diferença existente entre as duas metodologias empregadas.

O método *DEA* faz uma avaliação e interpretação científica da situação em que se encontram as empresas com relação à eficiência da produtividade. Já o método utilizado pela revista, faz uma análise contábil sobre as diversas variáveis consideradas. Dessa forma, não foi revelado pelo método *DEA* que quanto maior a Receita Operacional Líquida das empresas de transporte, maior a tendência à eficiência, como propôs tal revista.

É importante frisar também, que se torna necessário buscar simultaneamente a eficiência operacional e um bom planejamento financeiro, visto que ambos mostram-se responsáveis pela maioria dos custos de operação deste mercado. A avaliação de aspectos não financeiros revela-se também de grande importância , já que conduzem ao aumento de eficiência no setor.

Além disso, muito mais importante que escores obtidos pelas unidades avaliadas, são as metas daquelas qualificadas como ineficientes pelo método *DEA*. Tais metas indicam seus pontos fortes e fracos e, mais precisamente, o quanto precisam evoluir para atingir as melhores práticas do mercado.

Ainda, por se tratar de uma abordagem não-paramétrica, os resultados *DEA* são mais detalhados do que aqueles obtidos nas abordagens paramétricas, servindo melhor ao embasamento de recomendações de natureza gerencial. Além disso, o método considera a possibilidade de que os "*outliers*" (classificadas fora do grupo principal) não representem apenas desvios em relação ao comportamento médio, mas possíveis *benchmarks* a serem estudados pelas demais *DMU's*.

Apesar de que neste estudo de caso não tenha sido lançado mão da aplicação de pesos que valorizassem determinadas variáveis das *DMU's* na análise, os modelos concedem ampla liberdade para que cada unidade de tomada de decisão fixe os pesos a cada *input* e *output*.

Outro aspecto negativo observado neste trabalho se refere a grande variação encontrada nos dados que pode causar problemas numéricos ao método *DEA*. E mais: a heterogeneidade devido à variação das características particulares de cada empresa dificultam a análise comparativa, pois devem existir diversos fatores que influem no desempenho e que talvez não sejam comuns a todas elas.

Em função de diversas outras dificuldades encontradas durante o desenvolvimento deste trabalho, como extensão deste sugere-se o desenvolvimento de novas pesquisas nesta área.

Uma sugestão seria o estudo da variação dos *rankings* calculados pelo método *DEA*, com dados de diferentes anos, visto que a qualidade da mensuração dos dados não pode ser garantida e a variedade de indicadores é limitada. Tais empresas podem vir a produzir resultados diversos em períodos subseqüentes ao analisado, o que não pode ser capturado pelo presente estudo.

Devido a grande diferença encontrada entre os rankings de desempenho operacionais e financeiros, sugere-se uma nova análise híbrida, considerando-se ao mesmo tempo, em um só modelo, todas as variáveis operacionais e financeiras.

Podem ser feitos também estes mesmos estudos comparativos entre *rankings DEA* e AHP (*Analytic Hierarchy Process*). O método AHP é reconhecido na literatura como uma forma robusta de definição de *rankings*.

Pode-se também estender tal trabalho para diversas outras áreas. Em Transportes, a técnica *DEA* pode ser perfeitamente adaptada aos demais modais da área, o que também possibilita o aprimoramento da metodologia aqui proposta.

ANEXO A

EMPRESAS E VARIÁVEIS REUNIDAS PARA A ANÁLISE

A 1 – Empresas Selecionadas

Nº	Empresa	UF
1	Expresso Mercúrio S.A.	RS
2	Júlio Simões Transportes e Serviços Ltda.	SP
3	Kwikasair Cargas Expressas S.A.	SP
4	Transportadora Itapemirim S.A.	SP
5	Empresa de Transportes Atlas Ltda.	SP
6	Tora Transportes Industriais Ltda.	MG
7	Cesa Transportes S.A.	MG
8	Rodoviário Ramos Ltda.	SP
9	Expresso Araçatuba Ltda.	SP
10	Ouro Verde Transporte e Locação Ltda.	PR
11	Transportadora Americana Ltda.	SP
12	Rápido 900 de Transportes Rodoviários Ltda.	SP
13	Expresso Jundiaí São Paulo Ltda.	SP
14	Rodoviário Líder Ltda.	RJ
15	ANR Transportes Rodoviários Ltda.	SP
16	Empresa de Transportes Sopro Divino S.A.	SP
17	Transportadora Colatinense Ltda.	ES
18	Transportadora DM Ltda.	RS
19	Expresso Mirassol Ltda.	SP
20	Ferticentro Transportes Gerais Ltda.	SP
21	Expresso Javali S.A.	RS
22	Jaloto Transportes Ltda.	PR
23	Transcel - Transportes e Armazéns Gerais Ltda.	SP
24	Martinelli & Muffa Ltda.	SP
25	Empresa de Transportes Pajuçara Ltda.	SP
26	Transac Transporte Rodoviário Ltda.	SP
27	G. Silva Transportes Ltda.	RJ
28	Lord Empresa de Transportes Ltda.	SP
29	Transportadora Tebas Ltda.	MG
30	Primax Transportes Pesados Ltda.	SP
31	Bartholo Transportes Rodoviários Ltda.	PR
32	Empresa de Transportes Martins Ltda.	MG
33	Di Trento Comércio e Transportes Ltda.	RS
34	Mamuth Transporte de Máquinas Ltda.	SP
35	JR Transporte de Derivados de Petróleo Ltda.	GO
36	Transportadora Simecar Ltda.	SP
37	Empresa de Mudanças Duqueme Ltda.	RJ
38	Sad Transportes Ltda.	RJ
39	Solecargas Transportes Ltda.	SP
40	Transportadora Rocha Ltda.	PE

A 2 – Regiões de Operação das Empresas

Nº	Regiões de Operação no Brasil e Outros Países
1	Sudeste e Sul
2	Sudeste, Nordeste, Sul e Centro Oeste
3	(sem informação)
4	Sudeste, Nordeste, Sul, Norte e Centro Oeste
5	Sudeste, Nordeste, Sul, Norte e Centro Oeste
6	Sudeste, Nordeste, Sul, Norte, Centro Oeste, Argentina, Chile, Paraguai e Uruguai
7	Sudeste, Nordeste, Sul e Centro Oeste
8	Sudeste, Nordeste, Sul, Norte e Centro Oeste
9	Norte, Centro Oeste, Argentina, Bolívia, Chile, Paraguai, Peru, Venezuela, Uruguai
10	Sudeste, Sul, Nordeste, Centro Oeste
11	Sudeste, Sul
12	Sudeste, Nordeste, Sul, Norte e Centro Oeste
13	Sudeste, Sul
14	Sudeste, Nordeste, Sul, Norte e Centro Oeste
15	Sudeste, Nordeste e Sul
16	Sudeste, Sul e Centro Oeste
17	Sudeste, Nordeste e Centro Oeste
18	Sudeste, Sul, Argentina, Chile e Uruguai
19	Sudeste, Nordeste, Sul e Centro Oeste
20	Sudeste, Nordeste, Sul e Centro Oeste
21	Sudeste e Sul
22	Sudeste, Nordeste, Sul, Norte e Centro Oeste
23	Sudeste, Nordeste, Sul, Norte e Centro Oeste
24	Sudeste, Nordeste, Norte e Centro Oeste
25	Sudeste
26	Sudeste
27	Sudeste
28	Sudeste, Sul, Centro Oeste
29	Sudeste, Nordeste, Sul e Centro Oeste
30	Sudeste, Nordeste, Sul, Norte e Centro Oeste
31	Sudeste e Sul
32	Sudeste
33	Sudeste
34	Sudeste, Nordeste, Sul, Norte e Centro Oeste
35	Sudeste, Nordeste, Norte e Centro Oeste
36	Sudeste
37	Sudeste, Nordeste, Sul e Centro Oeste
38	Sudeste, Nordeste e Sul
39	Sudeste
40	Sudeste, Nordeste e Centro Oeste

A 3 - Tipo de carga transportada por empresa

Nº	Tipo de Carga Transportada
1	Geral, Sensíveis
2	Secas a Granel, Contêineres, Bobinas
3	Valores, Sensíveis, Expressas
4	Geral
5	Geral, Sensíveis, Bobinas
6	Químicas e Petroquímicas, Secas a Granel, Contêineres
7	Geral, Líquidas, Secas a Granel
8	Geral, Sensíveis, Bobinas, Químicas e Petroquímicas, Indivisíveis
9	Sensíveis, Bobinas, Veículos
10	Líquidas, Sensíveis, Químicas e Petroquímicas, Bobinas, Contêineres, Secas a Granel
11	Geral
12	Geral, Químicas e Petroquímicas, Contêineres, Bobinas
13	Geral
14	Geral, Bobinas
15	Químicas e Petroquímicas, Secas a Granel, Bobinas
16	Geral, Líquidas, Bobinas
17	Geral, Sensíveis, Bobinas, Contêineres
18	Geral, Químicas e Petroquímicas, Contêineres, Bobinas
19	Geral, Líquidas, Químicas e Petroquímica, Secas a Granel, Contêineres, Indivisíveis, Sensíveis, Bobinas
20	Químicas e Petroquímicas, Secas a Granel
21	Geral, Bobinas, Contêineres
22	Líquidas
23	Geral, Bobinas
24	Geral
25	Geral
26	Líquidas
27	Contêineres, Indivisíveis
28	Líquidas, Químicas e Petroquímicas
29	Geral, Líquidas, Bobinas
30	Contêineres, Indivisíveis
31	Geral
32	Geral
33	Seca a Granel
34	Contêineres, Indivisíveis
35	Líquidas
36	Líquidas
37	Geral
38	Líquidas
39	Geral, Bobinas
40	Geral, Sensíveis, Químicas e Petroquímicas, Contêineres, Indivisíveis, Mudanças

A 4 – Variáveis Operacionais

Variáveis Operacionais								
DMU	Filia.	Funci.	Frota	Id.Frota	(km/ano)	(l/ano)	(pn./ano)	(t/ano)
1	45	3.634	850	7,52	45.000.000	10.200.000	1.300	460.000
2	47	2.450	687	1,46	45.681.015	17.924.385	16.760	5.601.319
3	22	1.937	381	7,00	6.564.070	2.130.000	763	176.200
4	30	2.183	500	8,00	30.000.000	8.800.000	**746**	348.000
5	34	1.620	321	7,10	9.200.000	1.200.000	839	1.750.000
6	44	435	88	2,00	10.560.000	5.280.000	2.440	2.400.000
7	30	876	182	1,00	9.408.600	4.108.560	1.200	155.520
8	42	**1.973**	239	10,00	336.000	360.000	480	173.000
9	42	1.600	553	4,50	90.000.000	7.000.000	2.020	221.000
10	32	768	328	2,50	26.239.560	11.005.932	1.400	1.302.000
11	23	1.800	305	5,58	7.046.514	2.238.359	10	186.104
12	18	698	466	6,00	**28.559.814**	**1.532.014**	**1.674**	719.000
13	11	681	190	4,93	5.607.371	1.504.701	394	171.669
14	16	297	403	6,00	11.671.303	5.425.148	4.122	134.539
15	10	240	120	2,50	13.000.000	6.000.000	700	110.000
16	8	440	439	7,00	16.049.749	6.860.272	3.649	1.078.618
17	14	512	228	14,00	**12.952.012**	320.000	1.200	**541.665**
18	2	202	118	3,90	1.909.976	4.645.744	30	170.000
19	1	200	250	5,00	250.000	900.000	950	900.000
20	9	**416**	43	**6,07**	**819.897**	1.900.000	60	900.000
21	4	230	107	12,00	1.800.000	420.000	150	99.500
22	2	63	36	2,32	7.140.000	2.856.000	428	160.000
23	2	63	**77**	**6,61**	**3.032.519**	104.774	291	549.995
24	6	98	63	**5,41**	**2.131.477**	4.100.000	400	**292.345**
25	5	220	30	8,00	220.000	180.000	80	36.000
26	3	58	100	6,00	2.820.000	840.000	2.000	250.000
27	**6**	101	45	6,00	3150000	280.000	**294**	**166.910**
28	**6**	60	127	10,00	4679074	1.300.000	250	447.133
29	2	25	**69**	**6,37**	**2.517.672**	900.000	100	150.000
30	1	130	50	5,00	**1.278.950**	280.000	**7.251**	2.950.000
31	3	64	13	2,00	700.000	400.000	18	22.000
32	6	94	8	2,50	242.400	59.100	44	24.857
33	**6**	40	**72**	**6,05**	3396000	1.998.000	290	34.000
34	**6**	77	30	9,00	384620	208.440	72	10.233
35	1	32	2	4,00	1.252.877	502.731	102	133.690
36	**5**	35	25	7,00	1.500.000	660.000	50	220.000
37	1	60	18	**6,63**	**613.712**	60.000	**4**	1.440
38	1	20	7	3,00	576.000	114.000	80	63.000
39	1	23	20	5,00	960.000	813.560	8	78.000
40	**5**	35	18	10,00	**451.612**	10.000	**185**	**123.494**
Média	*13,82*	*612,24*	*190,19*	*5,87*	*10.242.569,85*	*2.885.543,00*	*1.320,85*	*582.780,78*
Desvio Padrão	*14,80*	*856,10*	*206,94*	*2,88*	*17.318.345,87*	*3.833.195,30*	*2.872,29*	*1.038.055,59*
Mínimo	*1*	*20*	*2*	*1*	*220.000*	*10.000*	*4*	*1.440*
Máximo	*47*	*3.634*	*850*	*14*	*90.000.000*	*17.924.385*	*16.760*	*5.601.319*
Intervalo	*46*	*3.614*	*848*	*13*	*89.780.000*	*17.914.385*	*16.756*	*5.599.879*

Filia. = Nº de Filiais; Funci. = Nº de Funcionários; Frota = Quantidade da Frota; Id.Frota = Idade Média da Frota em Anos; km/ano = Quilometragem por Ano; l/ano = Litros de Combustível por Ano; pn./ano = Pneus por Ano; t/ano = Carga transportada em Toneladas por Ano.

EESC-USP Biblioteca Campus de S. Carlos

A 5 – Variáveis Financeiras

Variáveis Financeiras							
DMU	Rec.Op.Líq.	Pat.Líq.	Luc.Líq.	Liq.Cor.	End.Ger.	Rent.Rec.	Rent.Pat.Líq.
1	187.379	51.619	14.129	1,03	38,81	7,54	27,37
2	175.689	44.965	6.086	1,92	37,37	3,46	13,53
3	121.873	(22.412)	(7.252)	1,10	152,83	(30,57)	32,36
4	113.976	57.200	(7.813)	1,45	65,32	(6,85)	(13,66)
5	110.103	21.981	5.135	3,02	37,29	4,66	23,36
6	106.102	22.747	3.254	1,50	59,86	3,07	14,31
7	103.747	7.841	(2.660)	1,17	72,76	(2,56)	(33,92)
8	101.989	4.671	(73)	1,17	68,26	(0,07)	(1,56)
9	95.195	11.971	938	1,38	58,23	0,99	7,84
10	93.054	71.139	6.068	1,25	41,66	6,52	8,53
11	61.837	26.395	4.644	2,17	33,38	7,51	17,59
12	49.756	7.332	1.414	2,63	20,75	2,84	19,29
13	39.054	8.011	1.229	0,96	36,21	3,15	15,34
14	37.899	5.314	365	1,08	50,76	0,96	6,87
15	33.274	4.376	306	2,94	16,74	0,92	6,99
16	23.632	7.544	(184)	1,52	46,15	(0,78)	(2,44)
17	21.135	6.522	(1.021)	2,85	27,75	(4,83)	(15,65)
18	21.056	3.245	291	1,07	76,18	1,38	8,97
19	15.544	6.960	1.256	1,68	53,86	8,08	18,05
20	14.292	517	(620)	0,59	87,90	(4,34)	(119,92)
21	13.251	2.371	4	0,50	58,93	0,03	0,17
22	10.693	5.081	163	1,23	24,84	1,52	3,21
23	9.407	1.919	1.843	1,49	29,14	19,59	96,04
24	8.578	2.482	82	2,38	47,75	0,96	3,30
25	5.887	1.350	(93)	0,84	26,11	(1,58)	(6,89)
26	5.450	1.059	284	0,90	51,71	5,21	26,82
27	4.771	2.806	304	0,35	40,22	6,37	10,83
28	4.656	1.686	241	3,84	16,99	5,18	14,29
29	4.535	651	35	2,60	24,57	0,77	5,38
30	4.481	1.456	(422)	2,70	40,86	(9,42)	(28,98)
31	3.938	733	(9)	0,36	44,08	(0,23)	(1,23)
32	3.523	1.240	30	1,28	30,73	0,85	2,42
33	3.341	1.192	(399)	2,10	19,46	(11,94)	(33,47)
34	3.159	3.579	108	4,85	11,74	3,42	3,02
35	2.244	2.429	372	3,59	5,27	16,58	15,31
36	2.000	1.219	288	4,85	11,79	14,40	23,63
37	1.408	240	(23)	1,04	48,28	(1,63)	(9,58)
38	1.373	868	(107)	1,15	80,48	(7,79)	(12,33)
39	1.148	370	60	1,53	9,36	5,23	16,22
40	868	416	31	2,47	37,16	3,57	7,45
Média	*40.532,43*	*9.527,13*	*707,10*	*1,81*	*43,54*	*1,30*	*4,22*
Desvio Padrão	*51.465,86*	*17.701,82*	*3.376,87*	*1,11*	*26,99*	*8,11*	*29,19*
Mínimo	*868*	*(22.412)*	*(7.813)*	*0*	*5*	*(31)*	*(120)*
Máximo	*187.379*	*71.139*	*14.129*	*5*	*153*	*20*	*96*
Intervalo	*186.511*	*93.551*	*21.942*	*5*	*148*	*50*	*216*

Rec.Op.Líq. = Receita Operacional Líquida; Pat.Líq. = Patrimônio Líquido; Luc.Líq. = Lucro Líquido; Liq.Cor. = Liquidez Corrente; End.Ger. = Endividamento geral; Rent.Rec. = Rentabilidade da Receita; Rent.Pat.Líq. = Rentabilidade do Patrimônio Líquido.

ANEXO B

RESUMO DO ESTUDO DE REGRESSÃO LINEAR

B 1 – Resumo do estudo de regressão para as variáveis operacionais.

Filiais = y; Funcionários = x
$R^2 = 0,68$; $y = 0,0145x + 4,9693$

Filiais = y; Frota = x
$R^2 = 0,45$; $y = 0,0211x + 7,0944$

Funcionários = y; Frota = x
$R^2 = 0,72$; $y = 1,4624x + 68,355$

Funcionários = y; Filiais = x
$R^2 = 0,68$; $y = 47,1770x - 8,7095$

Frota = y; Funcionários = x
$R^2 = 0,72$; $y = 0,2066x + 63,7240$

Frota = y; Filiais = x
$R^2 = 0,52$; $y = 10,0220x + 62,2990$

Idade da Frota = y; l/ano = x
$R^2 = 0,12$; $y = -3E-07x + 6,6445$

Idade da Frota = y; t/ano = x
$R^2 = 0,06$; $y = -7E-07x + 6,1350$

Km/ano = y; Frota = x
$R^2 = 0,57$; $y = 65579x - 2E+06$

Km/ano = y; l/ano = x
$R^2 = 0,51$; $y = 3,2420x + 419192$

L/ano = y; km/ano = x
$R^2 = 0,51$; $y = 0,1146x + 3E+06$

L/ano = y; t/ano = x
$R^2 = 0,45$; $y = 2,1307x + 4E+06$

Pn/ano = y t/ano = x
$R^2 = 0,77$; $y = 0,0025x - 123,7000$

Pn/ano = y l/ano = x
$R^2 = 0,60$; $y = 0,0006x - 521,5600$

t/ano = y pn/ano = x
$R^2 = 0,77$; $y = 311.6500x + 167685$

t/ano = y l/ano = x
$R^2 = 0,45$; $y = 0,1608x - 121886$

ANEXO C

NORMALIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS

C 1 – Normalização das Variáveis Operacionais

Normalização das Variáveis Operacionais								
Nº	Filia.	Funci.	Frota	1/Id.Frota	km/ano	l/ano	pn./ano	t/ano
1	95,65	100,00	100,00	6,63	49,88	56,88	7,73	8,19
2	100,00	67,24	80,78	66,07	50,64	100,00	100,00	100,00
3	45,65	53,04	44,69	7,69	7,07	11,83	4,53	3,12
4	63,04	59,85	58,73	5,77	33,17	49,07	4,43	6,19
5	71,74	44,27	37,62	7,48	10,00	6,64	4,98	31,22
6	93,48	11,48	10,14	46,15	11,52	29,42	14,54	42,83
7	63,04	23,69	21,23	100,00	10,23	22,88	7,14	2,75
8	89,13	54,03	27,95	3,08	0,13	1,95	2,84	3,06
9	89,13	43,72	64,98	16,24	100,00	39,02	12,03	3,92
10	67,39	20,70	38,44	35,38	28,98	61,38	8,33	23,22
11	47,83	49,25	35,73	11,61	7,60	12,44	0,04	3,30
12	36,96	18,76	54,72	10,26	31,57	8,50	9,97	12,81
13	21,74	18,29	22,17	14,15	6,00	8,34	2,33	3,04
14	32,61	7,66	47,29	10,26	12,75	30,23	24,58	2,38
15	19,57	6,09	13,92	35,38	14,23	33,44	4,15	1,94
16	15,22	11,62	51,53	7,69	17,63	38,24	21,75	19,24
17	28,26	13,61	26,65	0,01	14,18	1,73	7,14	9,65
18	2,17	5,04	13,68	19,92	1,88	25,88	0,16	3,01
19	0,01	4,98	29,25	13,85	0,03	4,97	5,65	16,05
20	17,39	10,95	4,83	10,04	0,67	10,55	0,33	16,05
21	6,52	5,81	12,38	1,28	1,76	2,29	0,87	1,75
22	2,17	1,19	4,01	38,73	7,71	15,89	2,53	2,83
23	2,17	1,19	8,81	8,59	3,13	0,53	1,71	9,80
24	10,87	2,16	7,19	12,20	2,13	22,83	2,36	5,19
25	8,70	5,53	3,30	5,77	0,01	0,95	0,45	0,62
26	4,35	1,05	11,56	10,26	2,90	4,63	11,91	4,44
27	11,81	2,24	5,07	10,26	3,26	1,51	1,73	2,95
28	10,52	1,11	14,74	3,08	4,97	7,20	1,47	7,96
29	2,17	0,14	7,89	9,20	2,56	4,97	0,57	2,65
30	0,01	3,04	5,66	13,85	1,18	1,51	7,86	52,65
31	4,35	1,22	1,30	46,15	0,53	2,18	0,08	0,37
32	10,87	2,05	0,71	35,38	0,02	0,27	0,24	0,42
33	9,89	0,55	8,25	10,12	3,54	11,10	1,71	0,58
34	11,06	1,58	3,30	4,27	0,18	1,11	0,41	0,16
35	0,01	0,33	0,01	19,23	1,15	2,75	0,58	2,36
36	9,73	0,42	2,71	7,69	1,43	3,63	0,27	3,90
37	0,01	1,11	1,89	8,56	0,44	0,28	0,01	0,01
38	0,01	0,01	0,59	28,21	0,40	0,58	0,45	1,10
39	0,01	0,08	2,12	13,85	0,82	4,49	0,02	1,37
40	9,73	0,42	1,89	3,08	0,26	0,01	1,08	2,18

Filia. = Nº de Filiais; Funci. = Nº de Funcionários; Frota = Quantidade da Frota; 1/Id.Frota = Inverso da Idade Média da Frota em Anos; km/ano = Quilometragem por Ano; l/ano = Litros de Combustível por Ano; pn./ano = Pneus por Ano; t/ano = Carga transportada em Toneladas por Ano.

C 2 – Normalização das Variáveis Financeiras

Normalização das Variáveis Financeiras						
Nº	Rec.Op.Líq	Pat.Líq.	Luc.Líq.	Liq.Cor.	1/End.Ger.	Rent.Rec.
1	100,00	79,13	100,00	15,11	10,49	75,98
2	93,73	72,02	63,34	34,89	11,03	67,84
3	64,88	0,01	2,56	16,67	0,01	0,01
4	60,64	85,10	0,01	24,44	4,78	47,29
5	58,57	47,45	59,01	59,33	11,07	70,24
6	56,42	48,27	50,44	25,56	5,55	67,07
7	55,16	32,34	23,48	18,22	3,93	55,84
8	54,22	28,95	35,27	18,22	4,42	60,81
9	50,57	36,75	39,88	22,89	5,80	62,92
10	49,43	100,00	63,26	20,00	9,53	73,94
11	32,69	52,17	56,77	40,44	12,78	75,92
12	26,21	31,79	42,05	50,67	22,73	66,61
13	20,47	32,52	41,21	13,56	11,50	67,22
14	19,85	29,64	37,27	16,22	7,18	62,86
15	17,37	28,63	37,00	57,56	29,03	62,78
16	12,21	32,02	34,77	26,00	8,26	59,39
17	10,87	30,93	30,95	55,56	16,10	51,32
18	10,82	27,43	36,93	16,00	3,59	63,70
19	7,87	31,40	41,33	29,56	6,56	77,05
20	7,20	24,51	32,78	5,33	2,64	52,29
21	6,64	26,49	35,63	3,33	5,69	61,00
22	5,27	29,39	36,35	19,56	18,40	63,98
23	4,58	26,01	44,01	25,33	15,16	100,00
24	4,13	26,61	35,98	45,11	7,86	62,86
25	2,69	25,40	35,18	10,89	17,33	57,80
26	2,46	25,09	36,90	12,22	6,98	71,33
27	2,09	26,96	36,99	0,01	10,00	73,64
28	2,03	25,76	36,71	77,56	28,55	71,27
29	1,97	24,65	35,77	50,00	18,64	62,48
30	1,94	25,51	33,68	52,22	9,79	42,17
31	1,65	24,74	35,57	0,22	8,81	60,49
32	1,42	25,28	35,74	20,67	14,19	62,64
33	1,33	25,23	33,79	38,89	24,48	37,14
34	1,23	27,78	36,10	100,00	42,92	67,76
35	0,74	26,55	37,30	72,00	100,00	94,00
36	0,61	25,26	36,92	100,00	42,72	89,65
37	0,29	24,21	35,50	15,33	7,73	57,70
38	0,27	24,88	35,12	17,78	3,21	45,41
39	0,15	24,35	35,88	26,22	54,74	71,37
40	0,01	24,40	35,75	47,11	11,12	68,06

Rec.Op.Líq. = Receita Operacional Líquida; Pat.Líq. = Patrimônio Líquido; Luc.Líq. = Lucro Líquido; Liq.Cor. = Liquidez Corrente; 1/End.Ger. = Inverso do Endividamento geral; Rent.Rec. = Rentabilidade da Receita.

ANEXO D

RANKINGS DE DESEMPENHO

D 1 – Modelo OPERBCCIN

Efficiency Scores Report - OPERBCCIN

Nº	Empresa	Eficiência Relativa
37	Empresa de Mudanças Duqueme Ltda	100,00
29	Transportadora Tebas Ltda.	100,00
39	Solecargas Transportes Ltda.	100,00
38	Sad Transportes Ltda.	100,00
23	Transcel - Transportes e Armazéns	100,00
31	Bartholo Transportes Rodoviários	100,00
32	Empresa de Transportes Martins Ltda	100,00
18	Transportadora DM Ltda.	100,00
35	JR Transporte de Derivados de Petróleo	100,00
11	Transportadora Americana Ltda.	100,00
34	Mamuth Transporte de Máquinas Ltda	100,00
28	Lord Empresa de Transportes Ltda	100,00
40	Transportadora Rocha Ltda.	100,00
21	Expresso Javali S.A.	100,00
36	Transportadora Simecar Ltda.	100,00
30	Primax Transportes Pesados Ltda.	100,00
22	Jaloto Transportes Ltda.	100,00
20	Ferticentro Transportes Gerais Ltda	100,00
1	Expresso Mercúrio S.A.	100,00
17	Transportadora Colatinense Ltda.	100,00
12	Rápido 900 de Transportes Rodoviários	100,00
4	Transportadora Itapemirim S.A.	100,00
16	Empresa de Transportes Sopro Divino	100,00
6	Tora Transportes Industriais Ltda	100,00
5	Empresa de Transportes Atlas Ltda	100,00
2	Júlio Simões Transportes e Serviços	100,00
9	Expresso Araçatuba Ltda.	100,00
19	Expresso Mirassol Ltda.	100,00
33	Di Trento Comércio e Transportes	99,50
25	Empresa de Transportes Pajuçara	90,44
27	G. Silva Transportes Ltda.	80,28
26	Transac Transporte Rodoviário Ltda	76,50
15	ANR Transportes Rodoviários Ltda	76,33
10	Ouro Verde Transporte e Locação	74,93
8	Rodoviário Ramos Ltda.	62,67
14	Rodoviário Líder Ltda.	59,19
24	Martinelli & Muffa Ltda.	56,72
13	Expresso Jundiaí São Paulo Ltda.	45,84
3	Kwikasair Cargas Expressas S.A.	35,18
7	Cesa Transportes S.A.	28,23

D 2 - Modelo OPERBCCOUT

Efficiency Scores Report – OPERBCCOUT

Nº	Empresa	Eficiência Relativa
32	Empresa de Transportes Martins Ltda	100,00
31	Bartholo Transportes Rodoviários	100,00
34	Mamuth Transporte de Máquinas Ltda	100,00
37	Empresa de Mudanças Duqueme Ltda	100,00
35	JR Transporte de Derivados de Petróleo	100,00
38	Sad Transportes Ltda.	100,00
39	Solecargas Transportes Ltda.	100,00
21	Expresso Javali S.A.	100,00
29	Transportadora Tebas Ltda.	100,00
40	Transportadora Rocha Ltda.	100,00
36	Transportadora Simecar Ltda.	100,00
18	Transportadora DM Ltda.	100,00
28	Lord Empresa de Transportes Ltda	100,00
23	Transcel - Transportes e Armazéns	100,00
11	Transportadora Americana Ltda.	100,00
22	Jaloto Transportes Ltda.	100,00
20	Ferticentro Transportes Gerais Ltda	100,00
17	Transportadora Colatinense Ltda.	100,00
1	Expresso Mercúrio S.A.	100,00
4	Transportadora Itapemirim S.A.	100,00
30	Primax Transportes Pesados Ltda.	100,00
5	Empresa de Transportes Atlas Ltd	100,00
16	Empresa de Transportes Sopro Divino	100,00
6	Tora Transportes Industriais Ltda	100,00
12	Rápido 900 de Transportes Rodoviários	100,00
2	Júlio Simões Transportes e Serviços	100,00
9	Expresso Araçatuba Ltda.	100,00
33	Di Trento Comércio e Transportes	99,33
10	Ouro Verde Transporte e Locação	78,01
15	ANR Transportes Rodoviários Ltda	77,86
27	G. Silva Transportes Ltda.	76,66
26	Transac Transporte Rodoviário Ltda	69,64
14	Rodoviário Líder Ltda.	63,90
25	Empresa de Transportes Pajuçara	42,13
19	Expresso Mirassol Ltda.	42,05
24	Martinelli & Muffa Ltda.	40,43
13	Expresso Jundiaí São Paulo Ltda.	39,22
7	Cesa Transportes S.A.	31,08
8	Rodoviário Ramos Ltda.	29,13
3	Kwikasair Cargas Expressas S.A.	26,99

D 3 - Modelo OPERCCRIN

Efficiency Scores Report – OPERCCRIN

Nº	Empresa	Eficiência Relativa
37	Empresa de Mudanças Duqueme Ltda	100,00
40	Transportadora Rocha Ltda.	100,00
39	Solecargas Transportes Ltda.	100,00
38	Sad Transportes Ltda.	100,00
35	JR Transporte de Derivados de Petróleo	100,00
36	Transportadora Simecar Ltda.	100,00
29	Transportadora Tebas Ltda.	100,00
23	Transcel - Transportes e Armazéns	100,00
11	Transportadora Americana Ltda.	100,00
28	Lord Empresa de Transportes Ltda	100,00
20	Ferticentro Transportes Gerais Ltda	100,00
22	Jaloto Transportes Ltda.	100,00
30	Primax Transportes Pesados Ltda.	100,00
17	Transportadora Colatinense Ltda.	100,00
4	Transportadora Itapemirim S.A.	100,00
1	Expresso Mercúrio S.A.	100,00
16	Empresa de Transportes Sopro Divino	100,00
5	Empresa de Transportes Atlas Ltda	100,00
12	Rápido 900 de Transportes Rodoviários	100,00
9	Expresso Araçatuba Ltda.	100,00
33	Di Trento Comércio e Transportes	97,72
6	Tora Transportes Industriais Ltda	96,52
18	Transportadora DM Ltda.	94,56
15	ANR Transportes Rodoviários Ltda	76,08
27	G. Silva Transportes Ltda.	72,78
10	Ouro Verde Transporte e Locação	66,77
26	Transac Transporte Rodoviário Ltda	66,56
31	Bartholo Transportes Rodoviários	56,31
14	Rodoviário Líder Ltda.	55,66
2	Júlio Simões Transportes e Serviços	51,98
21	Expresso Javali S.A.	51,05
19	Expresso Mirassol Ltda.	42,05
24	Martinelli & Muffa Ltda.	40,30
13	Expresso Jundiaí São Paulo Ltda.	39,10
7	Cesa Transportes S.A.	27,77
3	Kwikasair Cargas Expressas S.A.	26,04
8	Rodoviário Ramos Ltda.	22,52
32	Empresa de Transportes Martins Ltda	22,51
25	Empresa de Transportes Pajuçara	14,79
34	Mamuth Transporte de Máquinas Ltda	8,82

D 4 - Modelo OPERCCROUT

Efficiency Scores Report - OPERCCROUT

Nº	Empresa	Eficiência Relativa
38	Sad Transportes Ltda.	100,00
40	Transportadora Rocha Ltda.	100,00
39	Solecargas Transportes Ltda.	100,00
37	Empresa de Mudanças Duqueme Ltda	100,00
36	Transportadora Simecar Ltda.	100,00
35	JR Transporte de Derivados de Petróleo	100,00
29	Transportadora Tebas Ltda.	100,00
23	Transcel - Transportes e Armazéns	100,00
28	Lord Empresa de Transportes Ltda	100,00
11	Transportadora Americana Ltda.	100,00
20	Ferticentro Transportes Gerais Ltda	100,00
22	Jaloto Transportes Ltda.	100,00
17	Transportadora Colatinense Ltda.	100,00
4	Transportadora Itapemirim S.A.	100,00
1	Expresso Mercúrio S.A.	100,00
5	Empresa de Transportes Atlas Ltda	100,00
16	Empresa de Transportes Sopro Divino	100,00
30	Primax Transportes Pesados Ltda.	100,00
12	Rápido 900 de Transportes Rodoviários	100,00
9	Expresso Araçatuba Ltda.	100,00
33	Di Trento Comércio e Transportes	97,72
6	Tora Transportes Industriais Ltda	96,52
18	Transportadora DM Ltda.	94,56
15	ANR Transportes Rodoviários Ltda	76,08
27	G. Silva Transportes Ltda.	72,78
10	Ouro Verde Transporte e Locação	66,77
26	Transac Transporte Rodoviário Ltda	66,56
31	Bartholo Transportes Rodoviários	56,31
14	Rodoviário Líder Ltda.	55,66
2	Júlio Simões Transportes e Serviços	51,98
21	Expresso Javali S.A.	51,05
19	Expresso Mirassol Ltda.	42,05
24	Martinelli & Muffa Ltda.	40,30
13	Expresso Jundiaí São Paulo Ltda.	39,10
7	Cesa Transportes S.A.	27,77
3	Kwikasair Cargas Expressas S.A.	26,04
8	Rodoviário Ramos Ltda.	22,52
32	Empresa de Transportes Martins Ltda	22,51
25	Empresa de Transportes Pajuçara	14,79
34	Mamuth Transporte de Máquinas Ltda	8,82

D 5 - Modelo FINBCCIN

Efficiency Scores Report - FINBCCIN

Nº	Empresa	Eficiência Relativa
20	Ferticentro Transportes Gerais Ltda	100,00
21	Expresso Javali S.A.	100,00
18	Transportadora DM Ltda.	100,00
3	Kwikasair Cargas Expressas S.A.	100,00
19	Expresso Mirassol Ltda.	100,00
31	Bartholo Transportes Rodoviários	100,00
27	G. Silva Transportes Ltda.	100,00
38	Sad Transportes Ltda.	100,00
26	Transac Transporte Rodoviário Ltda	100,00
23	Transcel - Transportes e Armazéns	100,00
1	Expresso Mercúrio S.A.	100,00
37	Empresa de Mudanças Duqueme Ltda	97,01
6	Tora Transportes Industriais Ltda	94,07
36	Transportadora Simecar Ltda.	92,31
35	JR Transporte de Derivados de Petróleo	92,07
25	Empresa de Transportes Pajuçara	89,91
40	Transportadora Rocha Ltda.	89,87
5	Empresa de Transportes Atlas Ltda	89,65
24	Martinelli & Muffa Ltda.	89,36
8	Rodoviário Ramos Ltda.	88,70
39	Solecargas Transportes Ltda.	86,54
14	Rodoviário Líder Ltda.	86,50
32	Empresa de Transportes Martins Ltda	86,31
13	Expresso Jundiaí São Paulo Ltda.	85,34
10	Ouro Verde Transporte e Locação	84,67
29	Transportadora Tebas Ltda.	84,53
28	Lord Empresa de Transportes Ltda	83,19
30	Primax Transportes Pesados Ltda.	83,09
9	Expresso Araçatuba Ltda.	79,29
12	Rápido 900 de Transportes Rodoviários	77,94
11	Transportadora Americana Ltda.	77,73
33	Di Trento Comércio e Transportes	77,68
22	Jaloto Transportes Ltda.	77,22
7	Cesa Transportes S.A.	76,89
34	Mamuth Transporte de Máquinas Ltda	75,76
15	ANR Transportes Rodoviários Ltda	75,48
16	Empresa de Transportes Sopro Divino	73,10
2	Júlio Simões Transportes e Serviços	66,94
17	Transportadora Colatinense Ltda.	59,08
4	Transportadora Itapemirim S.A.	49,88

D 6 - Modelo FINBCCOUT

Efficiency Scores Report - FINBCCOUT

Nº	Empresa	Eficiência Relativa
3	Kwikasair Cargas Expressas S.A.	100,00
21	Expresso Javali S.A.	100,00
20	Ferticentro Transportes Gerais Ltda	100,00
18	Transportadora DM Ltda.	100,00
19	Expresso Mirassol Ltda.	100,00
26	Transac Transporte Rodoviário Ltda	100,00
27	G. Silva Transportes Ltda.	100,00
38	Sad Transportes Ltda.	100,00
31	Bartholo Transportes Rodoviários	100,00
23	Transcel - Transportes e Armazéns	100,00
1	Expresso Mercúrio S.A.	100,00
6	Tora Transportes Industriais Ltda	98,09
37	Empresa de Mudanças Duqueme Ltda	97,07
35	JR Transporte de Derivados de Petróleo	94,00
10	Ouro Verde Transporte e Locação	93,74
36	Transportadora Simecar Ltda.	92,31
8	Rodoviário Ramos Ltda.	91,08
40	Transportadora Rocha Ltda.	90,52
5	Empresa de Transportes Atlas Ltda	90,51
24	Martinelli & Muffa Ltda.	90,43
25	Empresa de Transportes Pajuçara	89,56
14	Rodoviário Líder Ltda.	88,19
9	Expresso Araçatuba Ltda.	87,68
39	Solecargas Transportes Ltda.	86,74
13	Expresso Jundiaí São Paulo Ltda.	86,35
32	Empresa de Transportes Martins Ltda	85,72
7	Cesa Transportes S.A.	85,63
29	Transportadora Tebas Ltda.	85,47
11	Transportadora Americana Ltda.	85,33
28	Lord Empresa de Transportes Ltda	84,17
30	Primax Transportes Pesados Ltda.	84,16
12	Rápido 900 de Transportes Rodoviários	83,93
2	Júlio Simões Transportes e Serviços	82,59
15	ANR Transportes Rodoviários Ltda	79,11
33	Di Trento Comércio e Transportes	79,01
22	Jaloto Transportes Ltda.	78,80
34	Mamuth Transporte de Máquinas Ltda	78,69
16	Empresa de Transportes Sopro Divino	76,49
4	Transportadora Itapemirim S.A.	68,48
17	Transportadora Colatinense Ltda.	62,92

D 7 - Modelo FINCCRIN

Efficiency Scores Report – FINCCRIN

Nº	Empresa	Eficiência Relativa
3	Kwikasair Cargas Expressas S.A.	100,00
20	Ferticentro Transportes Gerais Ltda	100,00
18	Transportadora DM Ltda.	100,00
26	Transac Transporte Rodoviário Ltda	100,00
27	G. Silva Transportes Ltda.	100,00
31	Bartholo Transportes Rodoviários	100,00
23	Transcel - Transportes e Armazéns	100,00
21	Expresso Javali S.A.	99,47
38	Sad Transportes Ltda.	99,06
37	Empresa de Mudanças Duqueme Ltda	96,85
1	Expresso Mercúrio S.A.	95,47
19	Expresso Mirassol Ltda.	94,46
36	Transportadora Simecar Ltda.	92,31
35	JR Transporte de Derivados de Petróleo	92,07
25	Empresa de Transportes Pajuçara	89,47
8	Rodoviário Ramos Ltda.	88,07
39	Solecargas Transportes Ltda.	86,28
14	Rodoviário Líder Ltda.	86,10
32	Empresa de Transportes Martins Ltda	85,65
13	Expresso Jundiaí São Paulo Ltda.	84,56
40	Transportadora Rocha Ltda.	82,47
24	Martinelli & Muffa Ltda.	81,56
5	Empresa de Transportes Atlas Ltda	79,58
29	Transportadora Tebas Ltda.	78,31
7	Cesa Transportes S.A.	76,89
22	Jaloto Transportes Ltda.	76,79
9	Expresso Araçatuba Ltda.	76,08
33	Di Trento Comércio e Transportes	75,30
6	Tora Transportes Industriais Ltda	75,23
30	Primax Transportes Pesados Ltda.	74,97
12	Rápido 900 de Transportes Rodoviários	74,03
11	Transportadora Americana Ltda.	72,71
28	Lord Empresa de Transportes Ltda	72,02
16	Empresa de Transportes Sopro Divino	71,95
15	ANR Transportes Rodoviários Ltda	69,85
34	Mamuth Transporte de Máquinas Ltda	63,50
2	Júlio Simões Transportes e Serviços	62,70
17	Transportadora Colatinense Ltda.	55,98
10	Ouro Verde Transporte e Locação	53,37
4	Transportadora Itapemirim S.A.	49,86

D 8 - Modelo FINCCROUT

Efficiency Scores Report – FINCCROUT

Nº	Empresa	Eficiência Relativa
3	Kwikasair Cargas Expressas S.A.	100,00
20	Ferticentro Transportes Gerais Ltda	100,00
18	Transportadora DM Ltda.	100,00
26	Transac Transporte Rodoviário Ltda	100,00
27	G. Silva Transportes Ltda.	100,00
31	Bartholo Transportes Rodoviários	100,00
23	Transcel - Transportes e Armazéns	100,00
21	Expresso Javali S.A.	99,47
38	Sad Transportes Ltda.	99,06
37	Empresa de Mudanças Duqueme Ltda	96,85
1	Expresso Mercúrio S.A.	95,47
19	Expresso Mirassol Ltda.	94,46
36	Transportadora Simecar Ltda.	92,31
35	JR Transporte de Derivados de Petróleo	92,07
25	Empresa de Transportes Pajuçara	89,47
8	Rodoviário Ramos Ltda.	88,07
39	Solecargas Transportes Ltda.	86,28
14	Rodoviário Líder Ltda.	86,10
32	Empresa de Transportes Martins Ltda	85,65
13	Expresso Jundiaí São Paulo Ltda.	84,56
40	Transportadora Rocha Ltda.	82,47
24	Martinelli & Muffa Ltda.	81,56
5	Empresa de Transportes Atlas Ltda	79,58
29	Transportadora Tebas Ltda.	78,31
7	Cesa Transportes S.A.	76,89
22	Jaloto Transportes Ltda.	76,79
9	Expresso Araçatuba Ltda.	76,08
33	Di Trento Comércio e Transportes	75,30
6	Tora Transportes Industriais Ltda	75,23
30	Primax Transportes Pesados Ltda.	74,97
12	Rápido 900 de Transportes Rodoviários	74,03
11	Transportadora Americana Ltda.	72,71
28	Lord Empresa de Transportes Ltda	72,02
16	Empresa de Transportes Sopro Divino	71,95
15	ANR Transportes Rodoviários Ltda	69,85
34	Mamuth Transporte de Máquinas Ltda	63,50
2	Júlio Simões Transportes e Serviços	62,70
17	Transportadora Colatinense Ltda.	55,98
10	Ouro Verde Transporte e Locação	53,37
4	Transportadora Itapemirim S.A.	49,86

ANEXO E

CLASSIFICAÇÃO DAS *DMU'S*

E 1 – Classificação das *DMU's* através dos modelos estudados.

Classificação	OPERBCCIN	OPERBCCOUT	OPERCCRIN	OPERCCROUT	FINBCCIN	FINBCCOUT	FINCCRIN	FINCCROUT
1	37	32	37	38	20	3	3	3
2	29	31	40	40	21	21	20	20
3	39	34	39	39	18	20	18	18
4	38	37	38	37	3	18	26	26
5	23	35	35	36	19	19	27	27
6	31	38	36	35	31	26	31	31
7	32	39	29	29	27	27	23	23
8	18	21	23	23	38	38	21	21
9	35	29	11	28	26	31	38	38
10	11	40	28	11	23	23	37	37
11	34	36	20	20	1	1	1	1
12	28	18	22	22	37	6	19	19
13	40	28	30	17	6	37	36	36
14	21	23	17	4	36	35	35	35
15	36	11	4	1	35	10	25	25
16	30	22	1	5	25	36	8	8
17	22	20	16	16	40	8	39	39
18	20	17	5	30	5	40	14	14
19	1	1	12	12	24	5	32	32
20	17	4	9	9	8	24	13	13
21	12	30	33	33	39	25	40	40
22	4	5	6	6	14	14	24	24
23	16	16	18	18	32	9	5	5
24	6	6	15	15	13	39	29	29
25	5	12	27	27	10	13	7	7
26	2	2	10	10	29	32	22	22
27	9	9	26	26	28	7	9	9
28	19	33	31	31	30	29	33	33
29	33	10	14	14	9	11	6	6
30	25	15	2	2	12	28	30	30
31	27	27	21	21	11	30	12	12
32	26	26	19	19	33	12	11	11
33	15	14	24	24	22	2	28	28
34	10	25	13	13	7	15	16	16
35	8	19	7	7	34	33	15	15
36	14	24	3	3	15	22	34	34
37	24	13	8	8	16	34	2	2
38	13	7	32	32	2	16	17	17
39	3	8	25	25	17	4	10	10
40	7	3	34	34	4	17	4	4

Obs.: As células da tabela, com exceção da primeira coluna, contém a identificação das *DMU's* através da numeração estabelecida no começo do estudo e que pode ser visualizada no anexo A, por exemplo. Assim, a *DMU* "37", que corresponde a "Empresa de Mudanças Duqueme Ltda", assumiu o primeiro lugar nas classificações de desempenho OPERBCCIN e OPERCCRIN.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1996). *NBR ISO 8402 - Gestão da qualidade e garantia da qualidade – terminologia*, Rio de Janeiro.

ALOUCHE, P.L.; BARBOSA, M.C. (1997). Benchmarking: um importante projeto do Metrô de São Paulo. *Revista dos Transportes Públicos, ANTP*. n.77. p.63-72.

ARAÚJO, L.A.; PORTUGAL, L.S. (1999). Indicadores de desempenho de tráfego e qualidade de vida. CONGRESSO DE ENSINO E PESQUISA EM TRANSPORTES, 13. São Carlos, v.1, p.753-64.

BADIN, N.T. (1997). *Avaliação da produtividade de supermercados e seu benchmarking*. Santa Catarina. 64p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina.

BALLOU, R.H. (2001). *Gerenciamento de cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial*. 4ed. Porto Alegre. Bookman.

BANKER, R.D.; CHARNES, A.; COOPER, W.W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies. *Management Science*. v.30. p.1078-92.

BENJAMIN, J.; OBENG, K. (1990). The effect of policy and background variables on total factor productivity for public transit. *Transportation Research.* v.24B. n.1. p.1-14.

BODMER, M.; SAENZ, M.R. (1997). *Metodologia quantum de desempenho para empresas de transporte.* Transporte em Transformação - Trabalhos vencedores do prêmio CNT Produção Acadêmica 1996. Makron Books/CNT.

BOWLIN, W.F. (1987). Evaluating the efficiency of U.S. Air Force real-property maintenance activities. *Journal of Operational Research Society,* v.38, n.2, p.127-135.

BTS – BUREAU OF TRANSPORTATION STATISTICS. (2001). Transportation Studies. http://www.bts.gov/ (15 ago 2002).

CEL/COPPEAD – CENTRO DE ESTUDOS EM LOGÍSTICA (2001) http://www.cel. coppead.ufrj.br/fs-pesquisa.htm (15 ago 2002).

CHARNES, A.; COOPER, W.W.; GOLANY, B.; SEIFORD, L.; STUTZ, J. (1985). Foundations of Data Envelopment Analysis for Pareto-Koopmans efficient empirical production functions. *Journal of Econometrics*, v.30, n.1, p.91-107.

CHARNES, A.; COOPER, W.W.; LEWIN, A.Y.; SEIFORD, L. (1994). *Data envelopment analysis: theory methodology and applications.* Boston, Kluwer Academic Publishers.

CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES, E. (1978), Measurering the Efficiency of Decision-Making Units. *European Journal of Operational Research*, v.2, p. 429-44.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. (2001) Pesquisas. http://www.cnt.org.br/download/pesquisas/ (15 ago 2002).

COMISSÃO PERMANENTE DE SEGURANÇA (2001) http://www.guialog.com.br /estatistica-transpo.htm (15 abr 2002).

COSTA, M.B.B. (1994). Indicadores de Produtividade em Empresas de Transportes. CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 7. Recife, v.2, p.539-45.

DEBREU, G. (1951). The Measurement of Productive Efficiency. *Econometrica*, v.19, n. 3, p.273-92.

DNER – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. (2001). http://www.dner.gov.br/ (15 ago 2002).

DYSON, R.G.; ALLEN, R.; CAMANHO, A.S.; PODINOVSKI, V.V.; SARRICO, C.S.; SHALE, E.A. (2001). Pitfalls and Protocols in DEA. *European Journal of Operational Research,* v.132, p.245-59.

FARREL, M. J. (1957), The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*. Series A 120. p.253-81.

FERREIRA, A.B.H. (1993). *Novo Dicionário da Língua Portuguesa*, 2ed. Editora Nova Fronteira.

FILARDO, M.L.R.; ALMEIDA, E.S.; RAMOS, P.G.A. (1994). Índice nacional de custos do transporte rodoviário de carga. *Informações Fipe*. São Paulo. n.170. p. 21-23.

FLEURY, P.F. (2002). Panorama do setor de transporte rodoviário de cargas no Brasil. http://www.ntc.org.br/eventos/brasilia2002/Panorama_Setor.ppt (5 ago 2002).

GEIPOT – EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES. (2001). Anuário Estatístico dos Transportes http://www.geipot.gov.br/novaweb/ indexanu.htm (15 ago 2002).

GOMES, E.G.; MELLO, J.C.C.B.S.; LINS, M.P.E. (2001). Uso de Análise Envoltória de Dados e Auxílio Multicritério à Decisão na Análise dos Resultados das Olimpíadas 2000. (CD-ROM). ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21. Salvador

HILLIER, F.S.; LIEBERMAN, G.J. (1988). *Introdução à pesquisa operacional.* Rio de Janeiro, Campus/Edusp.

HRONEC, M.S. (1994). *Sinais Vitais: Usando medidas de desempenho da qualidade, tempo e custos para traçar a rota para o futuro de sua empresa.* São Paulo. Makron Books.

HUSSAIN, I.; MARIKAR, F.; JEHANGIR, W. Productivity and Performance of Irrigated Wheat Farms across Canal Commands in the Lower Indus Basin (2001). http://www.cgiar.org/iwmi/pubs/Pub044/body.htm (21 nov 2002).

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2000). Catálogo IBGE. http://www.ibge.gov.br/ (15 ago 2002).

JURAN, J.M. (1988). *Planejamento para a qualidade.* São Paulo. Livraria Pioneira Editora.

LEAL, G. (2000). Pesquisa da CNT reprova 80% das estradas do país. *Jornal do Brasil*, 30 nov. http://jbonline.terra.com.br/jb/papel/brasil/2000/11/29/jorbra 20001129008.html (21 nov 2001)

LEISTER, A. (1977). *Evolução do sistema de transporte rodoviário do estado de São Paulo. São Paulo*. 156p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo.

LINDAU, L.A.; COSTA, M.B.B.; SOUSA, F.B.B. (2001). Em busca do benchmark da produtividade de operadores urbanos de ônibus. *In: Transportes: experiências em rede*. p. 199-221.

MANHEIM, M. L. (1980). Understanding "supply" in transportation systems. *Transportation Research*, v.14A, p.119-35.

MERCADO SEGURADOR. (2001). http://www.fenacor.com.br/ranking112001.htm (15 abr 2002)

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. *Logística*. (2002). http://www.mdic.gov.br/comext/depla/doc/ logistica.pdf. (20 mar 2002)

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES/DNER. (1976). *Sinopse do Transporte Rodoviário de Cargas*. Rio de Janeiro.

MOREIRA, D.A. (1991). *Medida da Produtividade na Empresa Moderna*, São Paulo. Editora Pioneira.

NOVAES, A.G. (1978). *Métodos de Otimização: Aplicações aos transportes*; Editora Edgard Blücher Ltda.

NOVAES, A.G. (1996). *Avaliação da produtividade de serviços de transportes através da análise por envoltória de dados*. Trabalhos vencedores do prêmio CNT Produção Acadêmica 1996, 9. Makron Books, p.182-204.

NOVAES, A.G. (1997). Benchmarking Rapid-Transit services with data envelopment analysis. Atas do VIII CONGRESSO CHILENO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTE. Santiago, 11 a 14 de Novembro.

NOVAES, A.G. (2001). *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição*. São Paulo. Editora Campus.

NTC – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE DE CARGAS. (2002). http://www. ntc.org.br (15 ago 2002).

PAIVA JÚNIOR, H. (2000). *Avaliação de desempenho de ferrovias utilizando a abordagem integrada DEA/AHP*. Campinas. 178p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas.

RAMOS, R.A.R.; RODRIGUES, D.S. (2002). Uma introdução às técnicas de avaliação multicritério para planejamento urbano, territorial e de transportes. 59p. /Apresentado ao Departamento de Transportes da EESC-USP, São Carlos, 2002/

RESENDE, J.A. (2002). Os novos organismos governamentais voltados para o setor de transportes. /Apresentado na exposição sobre o disciplinamento do transporte rodoviário de cargas, em Brasília, nos dias 24 e 25 de abril de 2002/

SANTOS, A.; ISATTO, E.L.; HINKS, J. (1997). Benchmarking: uma ferramenta para aumentar a competitividade das empresas de construção civil. /Relatório de andamento de projeto. NORIE, UFRGS. Porto Alegre – RS/

SCHEPPACH JR, R.C.; WOEHLCKE, L.C. (1975). Transportation productivity, *D.C. Heath and Company*. Lexington, Massachusetts.

SEIFORD, L.M.; THRALL, R.M. (1990). Recent developments in *DEA*. The mathematical programming approach to frontier analysis. *Journal of Econometrics*. v.46 p.7-38.

SETCESP - SINDICATO DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES DE CARGA. (2001). Economia. http://www.setcesp.org.br/economia (20 dez 2001).

SILVA, A.L.M. (1999). *Indicadores de desempenho do transporte rodoviário de cargas*. São Carlos. 114p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.

SMITH, P. (1997). Model misspecifications in Data Envelopment Analysis. Annals of OPERATIONS RESEARCH 73. p. 233-52.

VALENTE, A.M.; PASSAGLIA, E. (1997). *Qualidade e Produtividade no Transporte Rodoviário de Carga*. IDAQ – Instituto de Desenvolvimento, Assistência Técnica e Qualidade em Transporte. (1997).

VIANNA, G.A.B. (2002). Transporte rodoviário de cargas: o elo fraco da corrente. http://www.ntc.org.br/conet_2305.htm. (23 mai 2002).

WAISMAN, J. (1983). *Avaliação de desempenho de sistemas de ônibus, em cidades de porte médio, em função de sua produtividade, eficiência operacional e qualidade dos serviços*. São Carlos. 306p. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.