



COPPE/UFRJ

**AVALIAÇÃO DE PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA TÉCNICA DE NAVIOS
UTILIZANDO ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS**

Itamar Ribeiro de Azevedo

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Oceânica, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Oceânica.

Orientador: Floriano Carlos Martins Pires Junior

Rio de Janeiro
Setembro de 2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

AVALIAÇÃO DE PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA TÉCNICA DE NAVIOS
UTILIZANDO ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

Itamar Ribeiro de Azevedo

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA OCEÂNICA.

Examinada por:

Prof. Floriano Carlos Martins Pires Junior, D.Sc.

Prof. Claudio Luiz Baraúna Vieira, PhD.

Dr. Isaías Quaresma Masetti, D.Sc

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
SETEMBRO DE 2010

Azevedo, Itamar Ribeiro de

Avaliação de Produtividade e Eficiência Técnica de Navios Utilizando Análise Envoltória de Dados / Itamar Ribeiro de Azevedo. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010.

XII, 95 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Floriano Carlos Martins Pires Junior

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Oceânica, 2010.

Referencias Bibliográficas: p. 67-73.

1. Análise envoltória de dados. 2. Produtividade de navios. 3. Eficiência técnica de navios. I. Pires Junior, Floriano Carlos Martins. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Oceânica. III. Título.

Aos meus pais, a quem devo todos os ensinamentos de vida e
que souberam, com consciência e todo amor possível,
me educar e guiar desde o meu primeiro dia de vida.

Às minhas irmãs Rosa Maria e Miriam Dalva,
que, apesar da distância, jamais deixaram de me apoiar
em meus desafios.

A Eliane pelo seu amor, carinho, paciência,
compreensão e incentivo durante todo esse tempo.
Impossível descrever com palavras toda sua ajuda.

AGRADECIMENTOS

Gratidão: eis a palavra. Em primeiro lugar, a Deus sem o qual nada é possível, pela oportunidade de concluir este trabalho

Devo-a a muitos em quantidade tamanha, que os registros seguintes não podem ser senão os que este espaço comporta.

A elaboração deste trabalho, desde o projeto, execução e final apresentação contou com a colaboração e o apoio de pessoas e instituições, às quais sou realmente grato.

Ao Professor Floriano Carlos Martins Pires Júnior, Coordenador do Curso de Mestrado da UFRJ/COPPE e meu orientador na presente dissertação, que em todos os momentos colocou-se de forma solícita, indicando os nortes a serem seguidos, bibliografia adequada e apontando sugestões e eventuais desvios do tema. Seus ensinamentos foram fundamentais para dar o alicerce necessário para a elaboração desta dissertação.

Aos Professores Claudio Luiz Baraúna Vieira, Luiz Felipe Assis, Raad Yahya Qassim, pelos ensinamentos ministrados, que influenciaram na realização deste trabalho.

Ao Marco Antonio Ribeiro de Almeida pela sua amizade, disponibilidade e ajuda constante no manuseio dos softwares necessários para realização deste trabalho.

Agradeço pela ajuda constante da Maria Elza da Conceição Medeiros pelo apoio e pela doçura com que trata os alunos.

Aos colegas de disciplinas do Mestrado em especial ao Marcus Pacheco Alcoforado, Luiz Jose Cabral, Joselito Câmara, Nestor Brandão, Luis Carlos Barradas, Josenaldo Ramos Mattos pelo coleguismo e os muitos bons momentos juntos.

Aos meus colegas de trabalho pela inesgotável colaboração, conselhos, compreensão, respeito, amizade e paciência demonstrados durante cada dia deste longo caminho, que trouxe a realização deste trabalho.

Ao Arnaldo Samuel Arcadier, João Luiz Secioso Chiavegatto, Maurício Ney Vianna, Danny Aronson, Marcos Cesar Rocha, Paulo Montoya, Maurício de Abreu Monteiro, Rodrigo Troiano, Rejane Raphael, Roberta Bisaggio, registro meu especial agradecimento.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram no desenvolvimento deste trabalho.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

AVALIAÇÃO DE PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA TÉCNICA DE NAVIOS
UTILIZANDO ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

Itamar Ribeiro de Azevedo

Setembro/2010

Orientador: Floriano Carlos Martins Pires Júnior

Programa: Engenharia Oceânica

Este trabalho apresenta proposta de avaliação de produtividade e eficiência técnica no transporte marítimo utilizando a metodologia Análise Envoltória de Dados. A proposta parte da utilização de medidas físicas relacionadas a operação e administração de navios e procura comparar o desempenho da embarcação com a operação considerada ideal. O modelo utiliza dados de 48 embarcações divididas em grupos homogêneos que são analisadas segundo as técnicas do DEA, e também compara a eficiência de todo o grupo de embarcações como unidades de uma única empresa. Os dados foram obtidos através de publicações especializadas e de anuários das empresas de transporte marítimo no Brasil. O resultado indica as unidades eficientes bem como a distância das unidades ineficientes à fronteira de eficiência fornecendo ao gestor, subsídios para a tomada de decisão. São analisados modelos alternativos, correspondentes a diferentes modelos de operação dos navios e objetivos gerenciais.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

EVALUATION OF PRODUCTIVITY AND TECHNICAL EFFICIENCY IN SHIPPING
USING THE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS METHODOLOGY

Itamar Ribeiro de Azevedo

September/2010

Advisor: Floriano Carlos Martins Pires Júnior

Department: Ocean Engineering

This work presents a proposal for the evaluation of productivity and technical efficiency in shipping using the Data Envelopment Analysis methodology. The proposal features the use of physical measures related to the operation and administration of ships and the objective is to compare the performance of the vessel with an operation considered ideal. Moreover, the technique leads to a surface envelopment formed by the most efficient units that make reference to other units, which is building an empirical production frontier that composes performance models as benchmarks for other vessels. The model uses data from 50 vessels divided into homogeneous groups which are measured according to the techniques of DEA, and it also compares the efficiency of the entire group of ships as units of a single company. Data were obtained from specialized publications and yearbooks of shipping companies in Brazil. The result indicates the efficient units, as well as the distance of inefficient units from the efficient frontier allowing the manager to take action in search of better utilization of each vessel.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 JUSTIFICATIVA.....	1
1.2 OBJETIVO.....	1
1.3 IMPORTÂNCIA E CONTRIBUIÇÃO DO ESTUDO.....	2
1.4 METODOLOGIA.....	2
1.5 O PROBLEMA DO TRANSPORTE MARÍTIMO.....	3
1.6 DESCRIÇÃO DOS CAPÍTULOS.....	5
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	6
2.1 O CONCEITO DE PRODUTIVIDADE.....	6
2.2 O CONCEITO DE EFICIÊNCIA.....	7
2.3 BENCHMARKING.....	9
2.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA.....	09
2.5 MEDIÇÃO DA EFICIÊNCIA: O MÉTODO DEA.....	10
2.6 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA).....	16
2.7 DEA E REGRESSÃO.....	23
2.8 APLICAÇÕES DO MÉTODO DEA EM TRANSPORTES	26
2.8.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	26
2.8.2 OUTROS TRABALHOS SOBRE APLICAÇÃO DE DEA NO TRANSPORTE MARÍTIMO.....	30
3. TRANSPORTE MARÍTIMO.....	31
3.1 CLASSIFICAÇÃO DOS NAVIOS.....	31
3.2 MODALIDADES DE CONTRATOS.....	34
3.3 GESTÃO NÁUTICA E GESTÃO COMERCIAL.....	35
3.4 CARACTERÍSTICAS DE UMA FROTA:	37
3.5 GESTÃO TÉCNICA.....	38

4. CONSTRUÇÃO DE ÍNDICES OPERACIONAIS DO TRANSPORTE	
MARÍTIMO E RELAÇÕES DE PRODUTIVIDADE.....	43
4.1 PARÂMETROS ENVOLVIDOS NO TRANSPORTE MARÍTIMO.....	43
4.2 ÍNDICES OPERACIONAIS	44
4.2.1 NAVEGANDO.....	44
4.2.2 MANUTENÇÃO, REPARO E OUTRAS PARALISAÇÕES.....	46
4.3 RELAÇÕES DE PRODUTIVIDADE OPERACIONAL.....	47
 5. AVALIAÇÃO DE PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA TÉCNICA DE NAVIOS UTILIZANDO ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS.....	 49
5.1 O MODELO DE AVALIAÇÃO.....	49
5.2 FORMALIZAÇÃO DO MODELO DEA.....	51
5.3 EFICIÊNCIA DO TRANSPORTE MARÍTIMO SEGUNDO O MÉTODO DEA	52
5.4 SELEÇÃO DAS UNIDADES DE DECISÃO (DMUS).....	53
5.5 FONTES E DADOS UTILIZADOS PARA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA.....	53
5.6 VARIÁVEIS SELECIONADAS E DEMAIS CRITÉRIOS UTILIZADOS PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO.....	53
5.7 RESULTADOS DO MODELO DEA.....	55
6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
REFERÊNCIAS.....	67
 <i>ANEXO I ORDENAMENTO DAS DMUS E SEGMENTO DE GRUPOS</i>	 74
<i>ANEXO II ORDENAMENTO DAS DMUS COM DOCAGEM – ANO 1993</i>	75
<i>ANEXO III ORDENAMENTO DAS DMUS COM DOCAGEM – ANO 1994</i>	76
<i>ANEXO IV ORDENAMENTO DAS DMUS COM DOCAGEM – ANO 1995</i>	77
<i>ANEXO V ORDENAMENTO DAS DMUS - SCORE DE EFICIÊNCIA COM DOCAGEM - DMU/GRUPO/ANO – 1993</i>	78
<i>ANEXO VI ORDENAMENTO DAS DMUS - SCORE DE EFICIÊNCIA COM DOCAGEM - DMU/GRUPO/ANO – 1994</i>	80

ANEXO VII ORDENAMENTO DAS DMUS - SCORE DE EFICIÊNCIA COM DOCAGEM - DMU/GRUPO/ANO - 1995	82
ANEXO VIII ORDENAMENTO DAS DMUS SEM DOCAGEM – ANO 1993	84
ANEXO IX ORDENAMENTO DAS DMUS SEM DOCAGEM – ANO 1994	85
ANEXO X ORDENAMENTO DAS DMUS SEM DOCAGEM – ANO 1995	86
ANEXO XI ORDENAMENTO DAS DMUS DO GRUPO-A COM DOCAGEM COMPARATIVO NO PERÍODO DE 03 ANOS	87
ANEXO XII ORDENAMENTO DAS DMUS DO GRUPO-B COM DOCAGEM COMPARATIVO NO PERÍODO DE 03 ANOS	88
ANEXO XII ORDENAMENTO DAS DMUS DO GRUPO-C COM DOCAGEM COMPARATIVO NO PERÍODO DE 03 ANOS	89
ANEXO XIV QUADRO COMPARATIVO DOS RESULTADOS DAS DMUs COM SUBSTITUIÇÃO DE VARIÁVEIS COM DOGAGEM POR SEM DOCAGEM – ANO 1993	90
ANEXO XV COMPARATIVO DOS RESULTADOS DAS DMUs COM SUBSTITUIÇÃO DE VARIÁVEIS COM DOGAGEM POR SEM DOCAGEM – ANO 1994	92
ANEXO XVI QUADRO COMPARATIVO DOS RESULTADOS DAS DMUs COM SUBSTITUIÇÃO DE VARIÁVEIS COM DOGAGEM POR SEM DOCAGEM – ANO 1995	94

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fronteira de Eficiência	8
Figura 2 - Produtividade e Eficiência Técnica	11
Figura 3 - Função Distância – Output	12
Figura 4 - Função Distância – Input	12
Figura 5 - Eficiência Técnica – orientação a <i>input</i>	13
Figura 6 - Eficiência Técnica – orientação a <i>output</i>	15
Figura 7 - Comparação entre DEA (abordagem não paramétrica) e Regressão (técnica paramétrica).....	25
Figura 8 - Diagrama Esquemático de Tipos e Especialidades de Navios	32-33
Figura 9 - Os Principais Elementos de Gestão de Navios	36
Figura 10 - Estrutura do Modelo	55
Figura 11 - Modelo de esquemático de ordenação das DMUs e grupos homogêneos	56

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BCC	Banker, Charnes e Cooper
BCP	Bareboat Charter Party
CCR	Charnes, Cooper e Rhodes
COA	Contract of Affreightment
COF	Índice Custo Operacional Fixo
CRS	Constant Returns to Scale ou Retorno Constante de Escala
VRS	Variable Returns to Scale ou Retorno Variável de Escala
DEA	Data Envelopment Analysis ou Análise Envoltória de Dados
DMU	Decision Making Unit
IDC	Índice de Distância em Carga
IDO	Índice de Disponibilidade Operacional
IFC	Índice de Fator de Carga
IR	Índice de Rotatividade
ITMILHA	Índice de Toneladas.Milhas
IV	Índice de Velocidade
MARPOL	Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios
P & D	Pesquisa e Desenvolvimento
PTF	Produtividade Total dos Fatores
SOLAS	Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar
STCW	Convenção Internacional sobre Normas de Formação, de Certificação e Serviço de Quarto
TCP	Time Charter Party
TPB	Tonelada de Porte Bruto
VCP	Voyage Charter Party

1. INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA

A avaliação do desempenho da economia e das empresas tornou-se crucial para detectar os setores e segmentos econômicos em condições de competitividade e aqueles que se encontravam em significativa defasagem frente aos novos critérios de eficiência. Da mesma forma, elaborar estratégias que permitam sua projeção nos quadros indicativos empresariais, ambiente marcado pela competitividade internacional, tornou-se primordial para o planejamento estratégico das empresas de transporte marítimo.

Entre os principais indicadores de desempenho operacional está a “produtividade”. É divulgado pelos institutos de análise que os ganhos de produtividade ocorridos no Transporte Marítimo tem sido crescentes, frutos do processo de globalização que o país tem experimentado desde o final dos anos 80, juntamente com toda a indústria nacional, dado ao aumento do comércio internacional, principalmente.

Entretanto as taxas incrementais de produtividade, podem estar se apoiando em dados superestimados, por causa de reestruturações produtivas verificadas no Transporte Marítimo e não em função da otimização do uso dos recursos produtivos e esta possibilidade nos remete a um estudo mais aprofundado sobre o aumento da competitividade da indústria do Transporte Marítimo.

1.2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é analisar a eficiência de navios de uma frota, utilizando a metodologia de Análise Envoltória de Dados (DEA). O setor do transporte marítimo tem sido afetado pelas mudanças verificadas nas economias e com constantes alterações nas regulamentações legais, trabalhistas, operacionais, comerciais e ambientais, sejam nacionais e internacionais, que tem forçado as empresas às constantes buscas de posicionamento competitivo.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- apresentar e discutir o conceito de diferentes abordagens teóricas sobre produtividade,
- apresentar a metodologia DEA,
- efetuar estudo voltado para análise da produtividade e da eficiência de navios de uma empresa de navegação com uma frota de navios, de transporte de graneis líquidos que opera seus navios para uma terceira parte sob contrato de afretamento por Tempo (Time charter Party - TCP) utilizando a metodologia DEA.

1.3 IMPORTÂNCIA E CONTRIBUIÇÃO DO ESTUDO

A necessidade do aumento da eficiência dos fatores de desempenho técnico e operacionais, como principal meio de aumentar a produtividade de uma frota de navios e a competitividade entre as empresas de transporte marítimo para torná-las mais eficientes, é relativamente recente no Brasil.

A preocupação com estudos sobre produtividade e eficiência tornou-se prioritária nos quadros gerenciais das empresas, a partir dos anos 90, quando diminuíram as barreiras protecionistas que dificultavam a entrada da concorrência estrangeira.

A principal contribuição deste trabalho de dissertação é a de utilizar uma metodologia relativamente recente, mas bastante conhecida no Brasil, que é a Análise Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis – DEA), porém, pouco conhecida no setor de transporte marítimo.

1.4 METODOLOGIA

Inicialmente foi feita uma pesquisa bibliográfica para compreender o estado da arte na produtividade e eficiência na gestão de navios visando aos processos sujeitos à concorrência e competitividade do ramo, principalmente sob a ótica de um ambiente global de transformações e das novas exigências do mercado.

A pesquisa realizada buscou compreender e assimilar os principais problemas e desafios impostos ao setor de transporte marítimo para detectar lacunas gerenciais contrapondo a avaliação tradicional de eficiência e a proposta nesta tese.

Finalizando a busca bibliográfica, pesquisou-se sobre o método DEA e a sua aplicação, sendo que os estudos foram realizados com dados referentes a um período de 3 anos, utilizando a Análise Envoltória de Dados.

A DEA é uma ferramenta importante, que tem aplicação em problemas de benchmarking e avaliação de desempenho para os mais diferentes tipos de sistemas e é conceituada como uma técnica de Pesquisa Operacional, baseada na Programação Linear, que visa à comparação do desempenho operacional de unidades de produção.

O objetivo da metodologia é a construção de uma fronteira de produção, cujos pontos representam combinações eficientes de insumos para produção de um determinado produto, a partir de um conjunto de possibilidades de produção que vem a ser todas as possíveis combinações de produtos, utilizando determinados insumos. Permite identificar as unidades mais eficientes, diagnosticar e analisar estratégias de desenvolvimento para as unidades ineficientes.

A coleta de Informações se deu através de anuários e publicações especializadas em Transporte Marítimo onde foram coletados dados e informações sobre os resultados financeiros de empresas de Transporte Marítimo.

Os dados da pesquisa sofreram análises críticas e foram testados em diferentes relações. Finalmente foram comparados com outras fontes e analisados. Os dados cujos valores apresentaram inconsistência foram descartados. Com a exclusão do dado, a série foi completada com realização da operação de interpolação para obtenção da informação.

Foi utilizado o software Frontier Analyst® para implementar a técnica da Análise Envoltória de Dados.

1.5 O PROBLEMA DO TRANSPORTE MARÍTIMO

O segmento de transporte aquaviário de carga apresenta muitas variações: transporte marítimo ou interior, longo curso ou cabotagem, tipos de carga, tipos de navios, tipos de contratos de transporte, tipos de contrato de afretamento, *trades*, portos e outros. Todas estas formas podem ser combinadas, resultando numa enorme diversidade de formas de gerenciamento de embarcações e consequentemente nas formas da busca da produtividade e da eficiência de cada negócio.

Em geral essas empresas realizam diversos estudos a fim de encontrar a configuração ideal do serviço, de forma a possibilitar melhor utilização e maior aproveitamento de seus recursos e maximização das receitas e consequentemente obter maior lucro.

Os especialistas devem observar diversos fatores ao elaborar a estrutura de um serviço de transporte aquaviário. Em geral, por possuírem formas heterogêneas, as empresas de navegação configuram seus serviços de forma a agrupar navios com características técnicas e operacionais, a fim de atuar em mercados específicos. Assim, além de otimizar o uso das embarcações, podem aumentar também sua área de atuação e a frequência nos portos, com escalas cada vez mais curtas, tornando o serviço mais competitivo e atendendo melhor às demandas de transporte de seus clientes.

O custo do transporte e o tempo são de modo geral, os itens mais relevantes para os clientes. Entretanto, em quase todos os segmentos, a qualidade do serviço de transporte vem tomando lugar de destaque, pois, são substanciais os custos com perdas por avarias de mercadorias, poluição dos mares ou rios, detenção de navios nos portos por não cumprimento de padrões internacionais, ou seja, o segmento do transporte aquaviário de cargas atualmente está fortemente sujeito às regulamentações nacionais e internacionais que tem sido determinantes na operação dos navios e no sucesso das empresas de navegação.

Dessa forma, torna-se necessária a utilização de várias ferramentas de gestão de frota e de seus navios, como forma de garantir a qualidade impostas pelos novos desafios como: O ISM Code, o ISPS code, OPA90, Air Pollution Code, o Gerenciamento de água de lastro, IMO 13 G (casco duplo), CSR e etc.

Toda esta adequação dos navios na busca de atender aos requisitos de qualidade seja através da construção de novos navios, adequação de navios existentes ou a excelência nos serviços de reparo e manutenção, treinamento do pessoal do mar e do pessoal administrativo tem impactado fortemente o custo da operação dos navios.

Para se manter competitivos, os armadores cada vez mais, estão tendo que buscar ferramentas que os ajudem a manter seus negócios lucrativos, desta forma, a especialização é a ferramenta principal usada. Muitas vezes a especialização é obtida através da terceirização de serviços, ou mesmo, através de afretamentos em BCP ou TCP, onde é dividida com outras partes a gestão do navio.

Nesse sentido, seria útil o desenvolvimento de uma ferramenta que apóie o transportador aquaviário na análise da produtividade e da medida de eficiência dos navios de sua frota, através da definição de fatores e variáveis a serem estudados, padronizados e validados de forma a identificar os processos, as unidades eficientes e aquelas que apresentam espaço para melhorias em suas eficiências.

Tendo em vista a competitividade das empresas, principalmente por ser o transporte aquaviário um negócio que opera no campo global, existe a necessidade de

cada empresa analisar e compreender o desempenho operacional e financeiro de suas embarcações.

1.6 DESCRIÇÕES DOS CAPÍTULOS

O trabalho está organizado em seis capítulos.

No presente capítulo apresenta-se a introdução do trabalho.

Aborda-se, no segundo capítulo, a revisão da literatura sobre a Análise Envoltória de Dados (DEA), que será objeto de base deste estudo e os conceitos de produtividade, eficiência e Benchmarking. Estes serão objeto de análise detalhada no presente trabalho. São apresentados estudos sobre DEA e a sua aplicação em transportes em geral, e especificamente, em Transporte Marítimo.

O transporte marítimo é o objeto do terceiro capítulo, onde são apresentados a classificação de navios e os conceitos mais comuns empregados em *Shipping*, bem como a análise e a gestão de uma frota de navios.

No quarto capítulo, são analisados os índices operacionais, que utilizam somente medidas físicas relacionadas com a construção de relações de produtividade com os índices operacionais do transporte marítimo.

No quinto capítulo, avalia-se a produtividade e a eficiência técnica de navios operando em uma frota de transporte de carga sob contrato de transporte por tempo, utilizando a análise envoltória de dados.

Finalmente, no sexto capítulo, estão contidas as principais conclusões e considerações sobre a aplicação da metodologia DEA no transporte marítimo, ou seja, a aplicação da metodologia no estudo da produtividade e eficiência técnica de navios.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O CONCEITO DE PRODUTIVIDADE

A produtividade é definida como a relação entre insumos (input) e produtos (output) de um processo, de uma firma ou de um conjunto de unidades de produção:

$$produtividade = \frac{input}{output}$$

Quando existem apenas um input e um output, o significado da relação é completamente claro, e o cálculo é trivial. Entretanto, no caso de mais de um input ou output, algum método de agregação deve ser adotado para obter-se um único índice para input e output, e, conseqüentemente, uma medida única para a produtividade. Nesses casos, tanto o cálculo quanto a interpretação do coeficiente não são triviais e únicos.

Segundo Pires Junior, *et al.* (2009). Quando o processo de produção envolve uma única entrada e uma única saída, este cálculo é uma questão trivial. Entretanto, quando houver mais de uma entrada (que é freqüentemente o caso), então um método para agregar esses insumos em um único índice de insumos deve ser usado para obter uma medida da relação produtividade.

Quando nos referimos à produtividade, estamos nos referindo à Produtividade Total dos Fatores (PTF), que é uma medida de produtividade para medir a eficiência da produção de todos os fatores utilizados na produção.

Outras medidas tradicionais de produtividade, tais como a produtividade da mão de obra, produtividade do capital, são freqüentemente chamadas de medidas parciais de produtividade.

Estas produtividades parciais podem causar má interpretação da produtividade total, quando consideradas isoladamente. Na produtividade parcial considera-se apenas um insumo ou fator de produção.

Se tivermos várias empresas que desenvolvem atividades semelhantes podemos comparar as suas produtividades e investigar porque razão umas são mais produtivas que outras. De forma genérica, uma empresa é mais produtiva que outra porque tomou decisões que lhe permitem aproveitar melhor os recursos. Essas decisões podem ser o uso de uma tecnologia mais avançada, a contratação de mão-de-obra mais qualificada, melhores técnicas gerenciais, ou outras.

2.2. O CONCEITO DE EFICIÊNCIA

O conceito de eficiência pode ser definido como a divisão entre um indicador e o seu correspondente máximo. Mello *et al.* (2005) conceituam que a eficiência compara o que foi produzido, dado os recursos disponíveis, com o que poderia ter sido produzido com os mesmos recursos. Com base nisso, a eficiência de uma empresa pode ser calculada pela Equação 2.

$$\text{Eficiência} = P / P_{\max}$$

Em que:

P: Produtividade atual da unidade produtora

P_{max}: Produtividade máxima que pode ser alcançada por essa empresa.

O resultado do cálculo da eficiência é sempre um valor entre 0 e 1 podendo assim ser expresso em termos percentuais.

Tipos de eficiência:

(a) a eficiência absoluta e

(b) a eficiência relativa.

Na eficiência absoluta, a produtividade máxima (P_{max}) é um valor teórico e inatingível (ideal).

Enquanto isso, na eficiência relativa, o P_{max} significa a produtividade da concorrente mais eficiente dessa unidade produtora. Caso a eficiência de uma unidade de produção seja igual a 1 implica que essa unidade é eficiente. Entretanto, se o resultado dessa eficiência for um valor menor que 1 significa que a unidade é ineficiente.

Na **Figura 1**, o eixo X representa os Recursos; Y representa a Produção; a curva S, chamada Fronteira de Eficiência, indica o máximo que foi produzido para cada nível de recurso. A região abaixo da curva é chamada de Conjunto Viável de Produção.

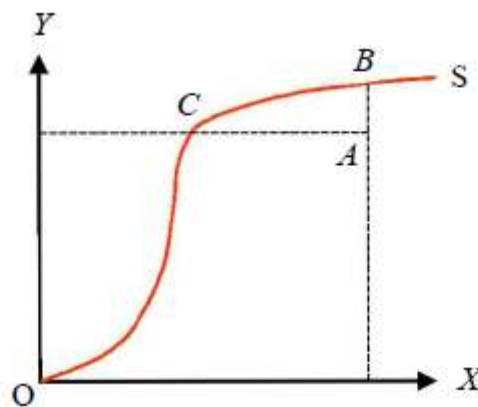


Figura 1. Fronteira de Eficiência.

Existem duas formas básicas de uma unidade não eficiente tornar-se eficiente. A primeira é reduzindo os recursos, mantendo constantes os produtos (orientação a *inputs*); a segunda é fazendo o inverso (orientação a *outputs*). Há ainda formas híbridas que não serão consideradas aqui.

2.3 BENCHMARKING

O Benchmarking pode ser definido como um processo contínuo e sistemático utilizado para investigar o resultado (em termos de eficiência e eficácia) das unidades com processos e técnicas comuns de gestão (LINDAU *et al.* , 2001). Assim, o benchmarking é um parâmetro de comparação entre o desempenho de empresas, processos, produtos, serviços e práticas (CAMP, 1993; SPENDOLINI, 1993). Além disso, de acordo com Camp (1998), o benchmarking identifica os processos, as práticas, os métodos gerenciais para avaliar um ambiente competitivo, sendo assim continuamente monitoradas para garantir a descoberta das melhores práticas exercidas por outras empresas.

2.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA

Segundo Coelli (1998), existem basicamente quatro métodos principais de avaliação de eficiência:

1. Modelos econométricos de produção dos mínimos quadrados;
2. Índices de produtividade total dos fatores (PTF);
3. Análise envoltória de dados (DEA), e
4. Fronteiras estocásticas.

Os dois primeiros métodos são mais frequentemente aplicados a dados agregados de séries temporais e estabelecem medidas de mudança técnica e/ou PTF.

Ambos os métodos assumem que todas as empresas são tecnicamente eficientes.

Os métodos 3 e 4 (DEA e fronteira estocástica), por outro lado, são mais freqüentemente aplicados aos dados de uma amostra de empresas (menos um ponto no tempo) e fornecem medidas de eficiência relativa entre as empresas.

Assim, estes dois últimos métodos não assumem que todas as empresas sejam tecnicamente eficientes.

No entanto PTF multilateral indica também pode ser usado para comparar a produtividade da relação de um grupo de formas em um ponto no tempo.

Os métodos 3 e 4 (DEA e fronteira estocástica) podem ser usados para medir a mudança tecnológica e mudança de eficiência, se existir os dados disponíveis.

Ainda, segundo Coelli (1988), os quatro métodos citados podem ser agrupados pela possibilidade de reconhecer a ineficácia ou não e que um modo alternativo de agrupar os métodos é observar que os métodos 1 e 4 envolvem a estimativa econométrica de funções paramétricos, enquanto os métodos 2 e 3 não. Estes dois grupos podem ser denominados de métodos paramétricos e não paramétricos, respectivamente.

2.5 MEDIÇÃO DA EFICIÊNCIA: MÉTODO DEA

A Análise Envoltória dos Dados (DEA) pode ser conceituada como uma técnica de Pesquisa Operacional, baseada na Programação Linear, que visa comparar o desempenho operacional de unidades de produção. O objetivo da metodologia é a construção de uma fronteira de produção, cujos pontos representam combinações eficientes de insumos para produção de um determinado produto, a partir de um conjunto de possibilidades de produção que vem a ser todas as possíveis combinações de produtos, utilizando determinados insumos.

Os termos produtividade e eficiência são empregados em inúmeras situações, às vezes como sinônimos, embora tenham significados distintos.

Para ilustrar a diferença entre os termos, considere-se o processo simples, em que um único input (x) é empregado para produzir um único output (y), ilustrado na **Figura 2**. (Coelli (2005)¹).

A linha OF representa a fronteira de eficiência ou produção, que indica o máximo volume do output y possível, para cada nível de emprego do input x . A fronteira de produção reflete o estado da tecnologia na indústria. Todas as firmas ou

¹ Coelli, T, Rao, D.S.P, O'Donnell, C. and Battese, G. – *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis* – Springer Ed. – 2005.

unidades produtivas operam sobre a curva, se são tecnicamente eficientes, ou abaixo da curva, se são tecnicamente ineficientes. A área entre a curva e o eixo x representa a região de possibilidade de produção.

O conceito de fronteira de produção foi desenvolvido pela teoria econômica e a função de fronteira de produção é uma demonstração empírica do conceito.

Na figura, o ponto A representa um ponto de operação ineficiente e os pontos B e C, pontos de operação eficiente. Uma firma operando no ponto A é ineficiente porque tecnicamente seria possível aumentar o output, até o nível do ponto B, sem aumentar o input.

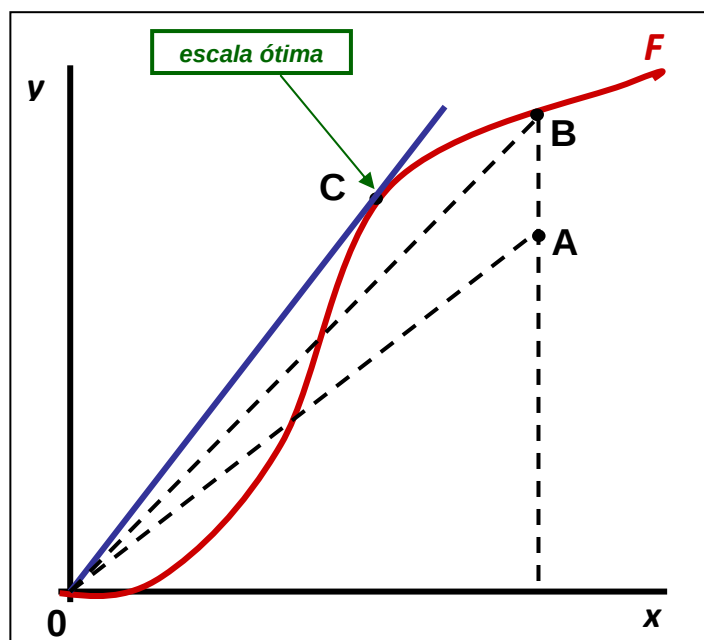


Figura 2 – Produtividade e Eficiência Técnica

A distância para a fronteira de produção pode ser uma medida de eficiência para um ponto no interior da zona de possibilidade de produção. Pode-se definir a função distância relativamente a input ou output. A função distância relativa a input representa a redução proporcional máxima no vetor de inputs, mantendo-se constante o vetor de outputs. A função distância relativa a output representa a máxima expansão proporcional no vetor de outputs, mantendo-se constante o vetor de inputs.

A **Figura 3**. representa um processo com um input (x) e dois outputs (q_1 e q_2). A curva $P(x)$ representa a fronteira de possibilidade de produção, com nível constante de consumo do insumo x . Para o nível de input igual a x , o conjunto

possibilidade de produção é delimitado pelos eixos q_1 e q_2 e a curva $P(x)$. O valor da função distância para a firma que emprega o nível x do input, para produzir q_{1A} e q_{1B} , representado pelo ponto A, é igual à razão $\delta = OA/OB$. Essa distância mede o inverso do fator pelo qual as quantidades de todos os outputs poderiam ser aumentadas, permanecendo a firma na zona de possibilidade de produção, para o nível de input x . Observe-se que os pontos B e C pertencem à fronteira de produção, portanto os valores das respectivas funções distância são iguais a 1.

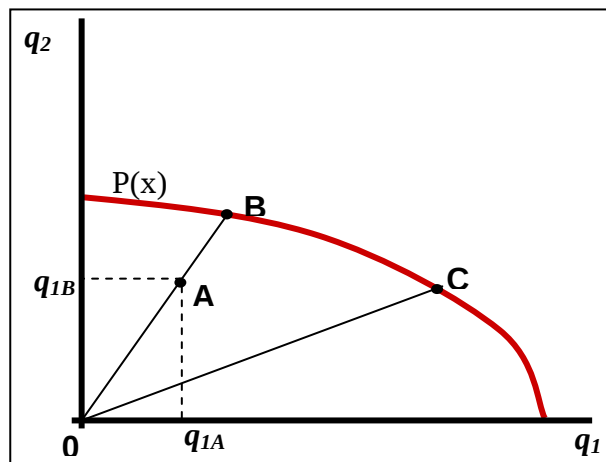


Figura 3 – Função Distância – Output

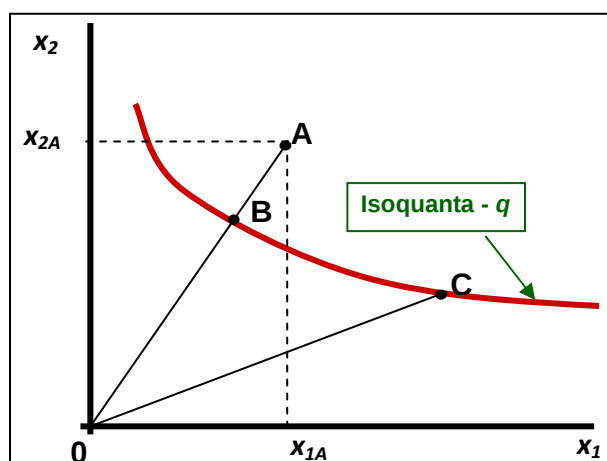


Figura 4 - Função Distância – Input

A **Figura 4.** representa um processo com dois inputs, e um output. O valor da função distância para o ponto A, que define o ponto de produção onde a firma emprega as quantidades x_{1A} e x_{2A} dos inputs 1 e 2, respectivamente, para produzir a quantidade q do output, é igual a $\rho = OA/OB$.

Isoquanta é uma curva que representa todas as combinações de insumos que resultam no mesmo volume de produção. Uma forma de descrição da função de produção é através de um conjunto de isoquantas (ou mapa de isoquantas).

A eficiência de uma firma consiste de dois componentes: eficiência técnica e eficiência alocativa (FARREL, 1957 e COELLI, 2005)². A eficiência técnica reflete a habilidade da firma de obter a máxima quantidade de outputs, para dado vetor de *inputs*, ou de obter determinado vetor de *outputs* empregando a mínima quantidade de inputs. A eficiência alocativa reflete a habilidade da firma de empregar inputs em proporção ótima, dados os preços respectivos e a tecnologia de produção.

A eficiência técnica é a medida determinada pelas possibilidades de produção e a alocativa é definida em termos de custos, receitas e lucros, ou seja, é a determinada em termos de variáveis econômicas.

Pires Junior, *et al.* (2009) relatam que as medidas de eficiência técnica são ditas orientadas a output ou input, quando, respectivamente, se busca maximizar o vetor output para dado vetor input, ou quando se busca minimizar o vetor *input*, para dado vetor *output*.

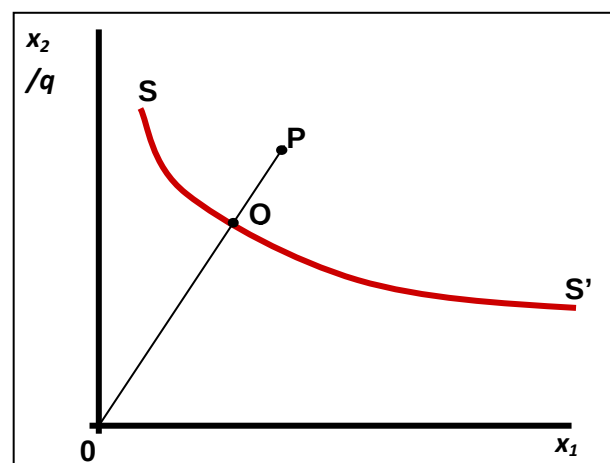


Figura 5. Eficiência Técnica – orientação a *input*.

² Op. Cit.

A **figura 5** refere-se a um modelo orientado a input. Ilustra um caso simples, com um output (q) e dois inputs (x_1 e x_2), sob a hipótese de retorno constante de escala³. O conhecimento da isoquanta unitária de firmas totalmente eficientes, representada pela curva SS' na Figura 5, permite a medida da eficiência técnica. Se uma firma emprega as quantidades de inputs indicadas pelo ponto P , para produzir uma unidade de output, a ineficiência técnica seria representada pela distância QP , que corresponde à possível redução proporcional dos inputs, sem redução do output. Em termos percentuais, a ineficiência técnica seria representada por QP/OP , que representa a percentagem pela qual todos os inputs deveriam ser reduzidos para se atingir um ponto de produção eficiente. A Eficiência Técnica (ET) é normalmente medida pela relação:

$$ET = \frac{OQ}{OP}$$

A Eficiência Técnica, $ET = 1 - QP/OP$, toma valores entre 0 e 1, e é um importante indicador do grau de eficiência técnica da firma. ET igual a 1 significa que a firma é tecnicamente eficiente. Por exemplo, o ponto Q na Figura 5. corresponde a uma firma tecnicamente eficiente.

A **figura 6** ilustra a medida de eficiência com orientação a *output*. Representa o caso simples de um processo com dois outputs (q_1 e q_2) e um único *input* (x), sob a hipótese de retorno constante de escala. ZZ' é a curva unitária de possibilidade de produção. O ponto A corresponde a uma firma ineficiente. Observe-se que os pontos correspondentes a firmas ineficientes encontram-se abaixo da curva, porque ZZ' representa a fronteira superior da zona de possibilidade de produção.

A medida de eficiência técnica, nesse caso, é dada pela relação:

$$ET = \frac{OA}{OB}$$

³ A hipótese de retorno constante de escala permite que a tecnologia seja representada através da isoquanta unitária.

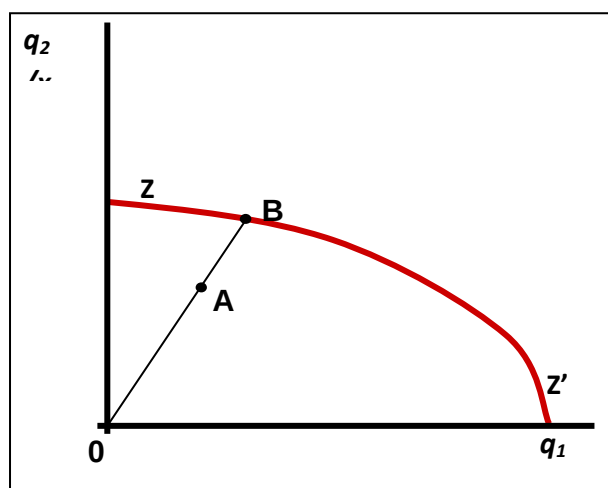


Figura 6. Eficiência Técnica – orientação a *output*.

A dificuldade em obter informações precisas sobre os preços dos fatores de produção e dos produtos resulta em obstáculo para o cálculo da eficiência alocativa, assim, a eficiência técnica em muitos estudos, como salienta Melgarejo (2001), é utilizada como *proxy* da eficiência produtiva.

A fronteira de produção pode ser classificada em determinística ou estocástica,⁴ conforme o tipo de modelo utilizado e, conseqüentemente, conforme os condicionantes responsáveis pelas diferentes desempenhos das unidades de produção. Nos modelos deterministas não ocorre associação com estruturas de probabilidades e nos modelos estocásticos verifica-se a associação, dado à forma que associa o termo do erro a regressão, sendo mais rica em hipóteses.

A fronteira é denominada determinística:

[...] quando as diferenças de desempenho das firmas em relação à fronteira são atribuídas inteiramente à ineficiência técnica. (*por sua vez*) A maior generalidade do modelo de fronteira estocástica está na sua possibilidade de distinguir se a divergência observada entre um dado nível de produção e sua contrapartida sobre a fronteira estocástica se deve à ineficiência ou à variação aleatória em relação à fronteira. (DUARTE, 2001).

Segundo Duarte (2001), no modelo determinístico os fatores externos à empresa, como variações climáticas ou problemas na entrega de insumos, são contabilizados como ineficiência, limitando a abordagem.

⁴ O processo estocástico (palavra vem do grego e significa pertencente ao acaso,) também denominado de processo aleatório, é utilizado para descrever séries temporais, sendo considerado um processo controlado por leis probabilísticas. A idéia subjacente é de que cada valor da fronteira é obtido aleatoriamente de uma distribuição de probabilidade.

No modelo estocástico,⁵ por sua vez, os fatores que podem ser responsáveis pela divergência entre a produção observado da empresa, e, a fronteira são considerados. Os fatores podem ser: erros de medida dos produtos e insumos, "[...] os choques exógenos, tais como o mau tempo e a interrupção no suprimento de insumos e outra que depende dela (firma), classificável genericamente como capacidade gerencial." (DUARTE, 2001). Assim sendo, a principal vantagem do modelo estocástico está em sua possibilidade de distinção dos fatores responsáveis pela firma estar produzindo fora da fronteira, ou seja, se advém de ineficiências técnicas ou fatores aleatórios.

A eficiência produtiva pode ser avaliada com base em modelos paramétricos e não paramétricos. Nos modelos paramétricos "são buscadas unidades de referência situada sobre uma linha de fronteira estimada a partir de função de produção que relaciona o máximo de *output* (possível ou esperado) para dada combinação de *inputs* (estimado ou observado)" (MELGAREJO, 2001). O *input* (entrada) pode ser considerado como os fatores de produção e o *output* (saída) o produto. A desvantagem deste modelo advém da necessidade de uma forma funcional para a tecnologia e da incorporação de um termo representando as ineficiências.

Já nos modelos não paramétricos "as referências são buscadas sobre uma linha de fronteira desenhada com base nas unidades de máximo desempenho observada" (MELGAREJO, 2001). Nessa proposta, os modelos partem de situações concretas. As unidades observadas permitem a construção de uma fronteira de produção empírica que constituem modelos de desempenho que passam atuar como *benchmarks* para as demais unidades.

2.6 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)

Um dos métodos não-paramétricos utilizados para o estudo da produtividade e da eficiência é a Análise Envoltória dos Dados, uma técnica de pesquisa operacional, que permite a mensuração da eficiência das unidades produtivas. O método realiza uma análise comparativa de organizações que usam os mesmos recursos (*inputs*) para produzir os mesmos produtos (*outputs*), obtendo informações para calcular uma fronteira de eficiência.

⁵ São inúmeros os estudos sobre eficiência técnica utilizando o modelo estocástico. Como o modelo não será utilizado no presente trabalho, apenas serão citados alguns trabalhos que desenvolveram ou utilizaram a metodologia para serem consultados: Aigner *et al.* (1972), Igner *et al.* (1977), Battese *et al.* (2001), Battese *et al.* (2002), Duarte *et al.* (2003), Silva e Marinho (2003a), Silva e Marinho (2003b), Barros *et al.* (2003), Barreto *et al.* (2003), Silva e Jorge Neto (2002).

Conforme Pires Junior *et al.* (2009), a idéia original foi lançada por Farrell (1957)⁶, que propôs um índice de eficiência para o caso de múltiplos *inputs* e *outputs*. A partir do trabalho de Charnes, *et al.* (1978), que cunhou o termo Data Envelopment Analysis – DEA, o método tem sido cada vez mais utilizado, para inúmeros setores e tipos de aplicações e, tem apresentado grande desenvolvimento, tanto em termos teóricos e computacionais, quanto de aplicações. Muitos métodos têm sido propostos para estimação de fronteiras de produção. Porém, a abordagem que tem tido maior desenvolvimento e difusão é a Análise Envoltória de Dados – DEA.

Charnes *et al.* (1978) propuseram um modelo com retornos constantes à escala de produção e denominam-se CRS ou CCR de Charnes *et al.* (1978); e posteriormente o modelo, VRS (*Variable Returns to Scale*) ou BCC de Banker *et al.* (1984), que pressupõe retornos variáveis de escala⁷ e desconsidera a proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*.

Os métodos estão relacionados aos retornos de produção advindos das mudanças na escala de produção, ou seja, o que acontece com a produção quando ocorre uma alteração dos insumos produtivos. O modelo CCR refere-se à situação na qual a alteração do volume de insumos provoca uma alteração da produção na mesma proporção e, o modelo BCC descreve a situação na qual a alteração do montante de insumos provoca um aumento (ou diminuição) da produção mais do que proporcional.

A diferença das duas óticas de análise está relacionada aos componentes da eficiência produtiva que são: eficiência de escala e eficiência técnica. O modelo CCR é usado para calcular o indicador de eficiência de escala e o modelo BCC a eficiência técnica.

No que se refere aos retornos de escala, ou seja, a resposta da produção ao aumento da quantidade de insumos⁸ produtivos pode ser verificada: retornos constantes ou variáveis, sendo que, neste caso, podem apresentar retornos crescentes, decrescentes, não-crescentes e não-decrescentes. Retornos constantes de escala verificam-se quando maiores quantidades de insumos provocam aumento proporcional dos produtos, assumindo que as unidades operam em escala ótima, com maximização da utilização dos insumos.

Na situação de retornos de escala variável, as empresas podem ter retornos crescentes ou decrescentes. Os resultados podem ser: retornos crescentes que ocorrem na situação de que maiores quantidades de insumos provocam aumento mais que proporcional dos produtos; decrescentes quando o acréscimo dos insumos

⁶Op. cit.

⁷Os retornos da tecnologia de produção podem ser crescentes, decrescentes ou constantes.

⁸ Os insumos aqui estão sendo considerados em uma concepção ampla, pois considerada todos os tipos de recursos (fixos e variáveis) utilizados em um processo de produção de bens ou serviços.

provoca queda da produção; não-crescentes⁹ advêm da situação que o aumento dos insumos resulta em um aumento menos que proporcional da produção; e, finalmente, retornos de escala não-decrescentes são observados em unidades que ao ampliarem os insumos a produção mantém-se constante.

Na aplicação do método, o pesquisador pode optar por analisar a eficiência do ponto de vista dos *inputs*/insumos ou dos *outputs*/produto. A opção não irá afetar os resultados, pois ambas tendem a estimar a mesma fronteira e, conseqüentemente, apontar as mesmas unidades eficientes. Porém, como afirma Coelli (1996) as unidades ineficientes podem ser alteradas nos dois métodos. A sugestão é a de que a opção sobre qual variável de análise de eficiência ser escolhida seja feita pelos itens (*inputs* ou *outputs*) que a unidade tenha maior controle.

Para Cooper *et al.* (1999) uma das razões das diferentes aplicações do método advém do fato de que:

[...] DEA has opened up possibilities for use in cases which have been resistant to other approaches because of the complex (often unknown) nature of the relations between the multiple inputs and multiple outputs involved in many of these activities (which are often reported in noncommensurable units).

A metodologia DEA¹⁰ permite desdobrar a ineficiência de uma empresa em ineficiência de escala e ineficiência técnica, possibilitando, inclusive, sua mensuração.

As principais características do método DEA são as seguintes:

- não é necessário converter as variáveis em unidades monetárias. As medidas das variáveis podem ser diferentes, porém as organizações avaliadas devem pertencer a uma mesma unidade de produção, com *inputs* e *outputs* similares;
- os índices de eficiência construídos originam-se de dados reais;
- as organizações que se encontram fora da média do comportamento detectado podem ser consideradas como *benchmarks* a serem estudados;
- permite considerar vários critérios na determinação do índice de eficiência;
- é uma medida de eficiência relativa, pois, parte dos dados apresentados, não sendo possível, conseqüentemente, determinar uma eficiência absoluta, fora do quadro de análise.

⁹Tal resultado verifica-se quando da ocorrência de indivisibilidades tecnológicas. Por exemplo, a aquisição de uma máquina em que há limitação para sua utilização diária.

¹⁰ A análise de regressão resulta em uma reta que representa uma média do desempenho as unidades que estão sendo observadas, enquanto análise envoltória de dados resulta em uma superfície côncava que é a união dos pontos que representam as unidades eficientes.

Em suma, a DEA é uma técnica não-paramétrica, pois não propõe uma função com parâmetros para serem estimados, mas gera uma função de produção implícita com a programação linear. A tecnologia é a do grupo ou empresa estudada e não uma dada por uma função de produção.

Apesar do caráter determinístico da DEA, ao contrário do método de fronteira estocástica de caráter probabilístico, é a técnica que mais se aproxima da possibilidade de comparação de uma unidade de produção com o grupo que se insere.

Ainda segundo Pires Junior, *et al.* (2009), o enfoque é suficientemente flexível para modelar processos de produção propriamente ditos, ou qualquer processo em que inputs são recursos ou fatores condicionantes e outputs são resultados que se desejam obter. No caso de processos de produção, cada ponto representa uma firma, e inputs e outputs são insumos e produtos. De modo mais geral, cada ponto representa o que Charnes (1978) chamou de Decision Making Unit – DMU, inputs são insumos ou fatores endógenos ou exógenos que condicionam a obtenção dos resultados, e outputs são produtos ou quaisquer indicadores de desempenho. Uma DMU é ineficiente se é possível obter maior produção ou melhor resultado, com o emprego dos mesmos recursos, ou se é possível obter o mesmo resultado, com emprego de menos recursos.

O modelo básico DEA pode ser descrito como a seguir:

Considere-se que há dados de N inputs e M outputs, para I DMU's. A DMU $_i$ emprega $(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{Ni})$ e produz $(y_{1i}, y_{2i}, \dots, y_{Mi})$. A eficiência da DMU pode ser definida como (FARREL, 1957):

$$Ef_i = \frac{u_1 \cdot y_{1i} + u_2 \cdot y_{2i} + \dots + u_M \cdot y_{Mi}}{v_1 \cdot x_{1i} + v_2 \cdot x_{2i} + \dots + v_N \cdot x_{Ni}}$$

É claro que a eficiência de uma DMU vai depender dos pesos u e v .

O método DEA consiste em calcular, para cada DMU, o conjunto de pesos que maximiza a respectiva eficiência, respeitando a restrição de que as eficiências das demais DMU's não sejam maiores do que 1. Assim, para cada DMU é resolvido um problema de otimização:

Calcular u e v , para

$$\text{Max } Ef_0 = \frac{\sum_{j=1}^M u_j \cdot y_{j0}}{\sum_{j=1}^N v_j \cdot x_{j0}},$$

sujeito a

$$Eff_k = \frac{\sum_{j=1}^M u_j \cdot y_{jk}}{\sum_{j=1}^N v_j \cdot x_{jk}} \leq 1, \quad k = 1, I$$

e

$$u_j \text{ e } v_i \geq 0, \quad \forall j, i.$$

O problema de programação fracionária acima, que não tem solução única¹¹, pode ser transformado em um problema de programação linear, introduzindo-se a restrição do denominador ou o numerador ser igual a uma constante (normalmente igual à unidade). Nesse caso, teremos modelos com orientação a, respectivamente, *input* e *output*.

O modelo orientado a *input*:

$$\text{Max } Eff_0 = \sum_{j=1}^M u_j \cdot y_{j0},$$

sujeito a:

$$\sum_{j=1}^N v_j \cdot x_{j0} = 1,$$

$$\sum_{j=1}^M u_j \cdot y_{jk} - \sum_{j=1}^N v_j \cdot x_{jk} \leq 0, \quad k = 1, I$$

e

$$u_j \text{ e } v_i \geq 0, \quad \forall j, i.$$

Alternativamente, tem-se o modelo com orientação a *output*:

$$\text{Min } h_0 = \sum_{j=1}^N v_j \cdot x_{j0},$$

sujeito a

$$\sum_{j=1}^M u_j \cdot y_{j0} = 1,$$

$$\sum_{j=1}^M u_j \cdot y_{jk} - \sum_{j=1}^N v_j \cdot x_{jk} \leq 0, \quad k = 1, I$$

¹¹ Se $(\underline{u}^*, \underline{v}^*)$ é solução, então $(\lambda \cdot \underline{u}^*, \lambda \cdot \underline{v}^*)$ também será.

e

$$u_j \text{ e } v_i \geq 0, \forall j, i.$$

O modelo DEA calcula os pesos, para cada DMU de modo a combinar os inputs e outputs da maneira mais favorável. As DMU's eficientes são as que apresentam o índice de eficiência igual a 1. A fronteira de produção é a superfície que contém as DMU's eficientes e, a distância entre a DMU e a fronteira é a medida de sua ineficiência.

No caso de orientação a *input*, essa distância é a medida de quanto se poderia reduzir, equiporionalmente, o *input*, mantendo-se o mesmo nível de *output*. No caso de orientação a *output*, quanto se poderia aumentar equiporionalmente o *output*, mantendo-se o mesmo nível de *input*. A projeção da DMU na fronteira de eficiência define uma meta, ou o potencial de redução de *inputs*, ou aumento de *outputs*. A meta, ou a projeção da DMU na fronteira, pode ser uma determinada DMU eficiente, ou uma DMU virtual correspondente a uma combinação linear de duas ou mais DMU's.

Portanto, o DEA permite o cálculo de um índice único de eficiência técnica, e que se estabeleçam metas para cada DMU, ou se identifique o potencial de desempenho, constituindo-se em ferramenta extremamente poderosa para estudos de benchmarking.

Os modelos DEA básicos indicados acima pressupõem retorno constante de escala (CRS), ou seja, uma determinada variação no vetor de *inputs* provoca uma variação equiporcional no vetor de *outputs*. Embora seja mais comum o emprego de modelos CRS, a formulação pode ser modificada para incorporar retornos variáveis de escala (VRS).

Outra variação relevante dos modelos básicos, de grande interesse prático, é a consideração de variáveis não-controláveis. Os modelos DEA básicos assumem que todos os inputs e outputs são controláveis, ou seja, podem ter os níveis alterados por decisão de cada DMU. Assim, se uma DMU não é capaz de maximizar o *output*, com nível mínimo de *input*, o índice de eficiência será reduzido. Entretanto, nas situações reais, podem existir *inputs* ou *outputs* exógenos, fora de controle dos decisores das DMU's, por exemplo, variáveis ambientais ou o número de concorrentes de uma firma podem ser fatores condicionantes críticos da produção, e são caracteristicamente não-controláveis. Modelos DEA modificados para incorporar variáveis não-controláveis, são extremamente úteis em muitas aplicações. É interessante observar que modelos com retorno constante de escala com orientação a *input* ou *output* apresentam os

mesmos resultados, quando contêm apenas variáveis controláveis, entretanto, podem ter resultados diferentes, se houver variáveis não-controláveis.

Em resumo, DEA é uma ferramenta importante que tem tido aplicação extraordinariamente diversificada, em problemas de benchmarking e avaliação de desempenho, para os mais diferentes tipos de sistemas. Permite identificar as DMU's mais eficientes, diagnosticar e analisar estratégias de desenvolvimento para as ineficientes. Uma característica importante é a atribuição a uma DMU de um único índice, sintético, de eficiência.

Trata-se de uma abordagem não paramétrica, que não requer nenhuma hipótese ou conhecimento prévio sobre a forma da função de produção, ou sobre a importância relativa de *inputs* ou *outputs*. A abordagem é extremamente flexível, permitindo modelar processos com inputs e outputs físicos (insumos e produtos), ou com outros tipos de parâmetros endógenos ou exógenos, que influenciem a produção como *inputs*, e indicadores de desempenho como *outputs*.

Permite o estabelecimento de metas ou a avaliação do potencial de desempenho de DMU's, com base no desempenho observado de DMU's benchmark,

entretanto, ao empregar o método, deve-se ter em mente algumas restrições:

- a identificação de melhores práticas é feita com base na amostra, portanto a introdução de uma nova DMU pode reduzir o índice de outras unidades, inclusive alterar o status de eficiente para ineficiente;
- os índices são sempre relativos à amostra, não sendo possível comparar índices obtidos em estudos distintos;
- aumentar o número de parâmetros (inputs e outputs) ou reduzir o número de DMU's reduz o poder de discriminação do modelo, ou seja, mais DMU's tendem a localizar-se na fronteira de eficiência.

Lins e Moreira (2000) apresentam uma implementação da metodologia DEA que, segundo eles, foi desenvolvida por Golany e Roll (1989), e que é utilizada largamente de maneira formal como intuitivamente. De acordo com os autores, Golany e Roll estabelecem três principais fases. A primeira visa a determinação do conjunto de DMUs homogêneas a serem avaliadas, ou seja, define e seleciona DMUs a entrarem na análise. Lembrando que uma vez definidas as DMUs, estas devem ser no mínimo o dobro do número de variáveis utilizadas no modelo.

A segunda fase seleciona as variáveis (*input* e *output*), considerando a princípio uma grande lista de possíveis variáveis a entrar no modelo. Estas variáveis podem ser controláveis ou não, quantitativas ou qualitativas. Vale a pena ressaltar que a introdução de um grande número de variáveis reduz a capacidade do DEA de

distinguir as DMUs eficientes das ineficientes e, portanto, o modelo deve ser o mais compacto possível para maximizar o poder discriminatório do DEA.

A terceira fase é a aplicação dos modelos DEA. Conforme os autores, a literatura sobre DEA extensivamente referenciada por Charnes (1995) e Coelli (1998), não tem se dedicado muito a seleção de variáveis para modelagem, pelo contrário tem adotado uma abordagem baseada na opinião do interessado, usuário e/ou especialista. Desta forma, os autores afirmam que não é preciso se preocupar em utilizar alguma técnica para seleção de variáveis quando se tem uma pequena disponibilidade de variáveis e grandes quantidades de observações, ou até mesmo nos casos em que o número de DMUs é pequeno em relação ao número de possíveis inputs e outputs. Assim, eles limitam-se a afirmar que as variáveis escolhidas são as que melhor descrevem a performance das DMUs sob análise, ao contrário dos pesos, que representam um sistema de valor relativo para cada DMU o qual fornece o melhor escore possível para a DMU. Na sua forma clássica, DEA permite total flexibilidade na seleção dos pesos, que é importante para identificar as DMUs ineficientes que tem baixa performance, fazendo com que cada DMU atinja o escore máximo de eficiência viável para seus níveis de inputs e outputs. Portanto o interesse aqui é estabelecer limites, permitindo certa flexibilidade e certa incerteza sobre o valor real dos pesos.

O método da Análise Envoltória de Dados mostrou-se bastante indicado para o objetivo deste estudo, de benchmarking de indicadores de desempenho para a indústria de construção naval. O capítulo seguinte descreve as principais características do modelo DEA desenvolvido.

2.7 DEA E REGRESSÃO

É comum, na literatura consultada, a comparação dos resultados de Análise por Envoltória de Dados com os obtidos pela Análise de Regressão. As conclusões apontadas são que a Análise de Regressão resulta em uma função que determina a reta que minimiza a soma dos erros quadrados (ou reta dos mínimos quadrados). É, portanto, uma reta de comportamento médio que não representa necessariamente o desempenho de nenhuma das unidades analisadas. Essa comparação pode ser demonstrada pela Figura 7.

As observações individualmente estão representadas pelos pontos no gráfico. A reta traçada na Figura 7 é obtida da função resultante da Análise de Regressão Linear. Pode-se notar que apenas algumas observações posicionam-se próximas à reta de regressão.

A Análise por Envoltória de Dados define a curva de eficiência (ou de máxima produtividade), considerando a relação ótima insumo/produto. Assim, são identificadas as unidades que obtiveram a alocação ótima entre insumos e produtos, que são então, chamadas de eficientes e estão posicionadas na curva de máxima eficiência relativa. É importante notar que as demais unidades, não eficientes, estão posicionadas abaixo da curva, "envolvidas" pelo desempenho das unidades eficientes. O método define então unidades de referências para cada observação, o que permite calcular os aumentos de produtos ou diminuição de insumos necessários para que a atuação seja otimizada.

Segundo Charnes, *et al.* (1996), DEA envolve um princípio alternativo para extração de informações sobre uma população de observações. Ao contrário das abordagens paramétricas, cujo objetivo é otimizar um plano de regressão simples com os dados, DEA otimiza cada observação individual com o objetivo de calcular uma seccional fronteira discreta determinada pelo conjunto de DMUs "Pareto"-eficientes. Ambas as abordagens paramétricas e não- paramétricas (programação matemática) usam toda a informação contida nos dados. Em análise paramétrica, a equação de regressão simples otimizada é assumida para aplicar a cada DMU. A DEA pelo contrário, otimiza o grau de desempenho de cada DMU. Isso resulta em um entendimento revelado sobre cada DMU, em vez da imagem lendária de "média" de DMU. Em outras palavras, o foco da DEA está nas observações individuais representadas pelo número de otimizações (um para cada observação), necessárias na análise DEA, em contraste com o foco nas médias e estimativa de parâmetros que são associadas com a otimização de uma única abordagem estatística.

A abordagem paramétrica requer a imposição de uma determinada forma funcional (por exemplo, uma equação de regressão, uma função de produção. etc.) relacionando as variáveis independentes com as variáveis dependentes. A forma funcional selecionada também requer hipóteses específicas sobre a distribuição dos termos de erro (por exemplo. independente e semelhantemente normalmente distribuído) e outras restrições. Em contraste, a DEA não exige qualquer suposição sobre o funcionamento da forma. DEA calcula o máximo desempenho medido para cada DMU em relação a todas as outras DMU na observação populacional observada com a única exigência que cada DMU sobre ou abaixo da fronteira da eficiência. Cada DMU que não está sobre a fronteira é dimensionada e comparada a uma combinação convexa de DMUs no limite do lado mais próximo.

Charnes, *et al.* (1978) estenderam a idéia de Farrell (1957), ligando a estimativa da eficiência técnica e de fronteiras de produção. Seu modelo CCR generalizou a medida da relação de única saída/entrada medida de razão de eficiência

de uma única DMU em termos de programação linear fracionária de formulação, transformando a múltipla saída/entrada característica de cada DMU para uma única entrada e saída “equivalente”. A eficiência técnica relativa de qualquer DMU é calculada pela formação da relação de uma soma ponderada das saídas para uma soma ponderada dos insumos, onde o pesos (multiplicadores) para ambas as saídas e entradas devem ser selecionados em uma forma que calcule a medida Pareto eficiente de cada DMU, sujeita à restrição de que nenhuma DMU pode ter um escore de eficiência relativa superior à unidade.

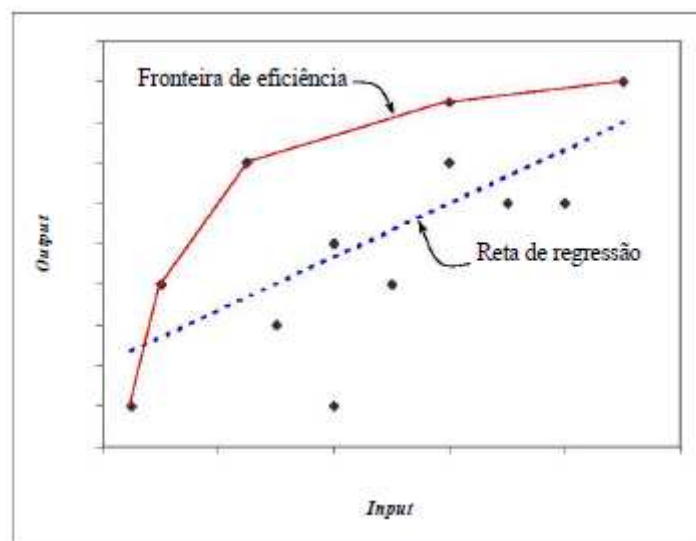


Figura 7. Comparação entre DEA (abordagem não paramétrica) e Regressão (técnica paramétrica).

A linha sólida na Figura 7 representa uma fronteira obtida por DEA de dados sobre uma população de DMUs, cada uma utilizando diferentes quantidades de uma única entrada para produzir quantidades diferentes de uma única saída.

É importante observar que os cálculos da DEA, porque são gerados a partir de dados reais observados para cada DMU, produzem apenas medidas de eficiência relativa.

A eficiência relativa de cada DMU é calculada em relação a todos os outros DMUs, utilizando-se os valores reais observados para as saídas e entradas de cada DMU. Os cálculos da DEA são projetados para maximizar o escore de eficiência relativa de cada DMU, sujeito à condição de que o conjunto de pesos obtidos desta maneira para que cada unidade deve também ser viável para todas as outras DMU incluído no cálculo. DEA produz uma área de produção descontínua extrema empírica (por exemplo, a sólida linha na Figura 7), que em termos econômicos representa a revelada melhor prática de produção de fronteira - a produção máxima obtida

empiricamente a partir de qualquer DMU observada na população, dado o seu nível de insumos.

Para cada DMU ineficiente (que se encontra abaixo da fronteira), DEA identifica as fontes e níveis de ineficiência para cada uma das entradas e saídas. O nível de ineficiência é determinado por comparação com um único DMU referente ou uma combinação convexa de outras DMUs referente, localizado sobre a fronteira de eficiência que utilizam o mesmo nível de insumos e produz o mesmo ou um maior nível de saídas. Isto é conseguido através de exigentes soluções para satisfazer as restrições de desigualdade que pode aumentar algumas saídas (ou diminuir alguns inputs) sem piorar as outras entradas ou saídas. O cálculo do potencial de melhoria para cada DMU ineficiente não corresponde necessariamente ao desempenho observado de qualquer real DMU que compõem a seção da fronteira de produção ou para uma projeção determinada de uma ineficiente DMU para uma fronteira eficiente. As melhorias calculadas (em cada uma das entradas e saídas) para DMUs ineficientes são indicativos de potenciais melhorias obtidas, pois as projeções baseiam-se no desempenho revelando boas práticas de DMUs "comparáveis" que estão localizados na fronteira eficiente.

2.8 APLICAÇÕES DO MÉTODO DEA EM TRANSPORTES

Como forma de demonstrar a grande variedade de possibilidades de aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA) em estudos de avaliação da eficiência de unidades, particularmente aplicados à área de transportes, optou-se por selecionar alguns estudos encontrados na literatura e apresentar resumos, ilustrando, desta forma, os desenvolvimentos da metodologia DEA.

2.8.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A relevância deste estudo foi determinada pelo reduzido número de trabalhos publicados sobre o assunto, como demonstrado a seguir.

Primeiramente buscou-se identificar a literatura existente sobre o uso da Análise Envoltória de Dados na indústria marítima e para tanto, recorreu-se ao trabalho de Emrouznejada *et al.* (2008), que realizou um levantamento das palavras-

chaves de um total de mais de 4000 trabalhos científicos publicados sobre Análise Envoltória de Dados entre os anos de 1978 e 2007.

Para uso neste trabalho, a análise realizada pelos autores foi incrementada para incluir os termos específicos da indústria marítima, onde se obteve os seguintes resultados:

(1) Enquanto as palavras DEA ou Data Envelopment Analysis apareceram 1637 vezes e a palavra Efficiency apareceu 558 vezes, a palavra Transportation apareceu apenas 96 vezes;

(2) Destes 96 trabalhos, as palavras Rail ou Railroad apareceram 20 vezes, já a palavra Airport apareceu 18 vezes;

(3) As palavras Port, Ports totalizaram 9 acertos;

(4) Já a palavra Road e a palavra Truck também totalizaram 9 acertos;

(5) Quanto as palavras Ship ou Ships, apenas 3 trabalhos foram identificados, todos eles sobre o mercado de containers;

(6) Finalmente, os demais trabalhos abordavam tópicos como Políticas Públicas, Agências Regulatórias, Transporte Público, Transporte Urbano, Engenharia e Roteirização.

(7) Além da análise acima, ainda foram identificados os seguintes trabalhos sobre o assunto que encontram-se apresentados junto a um breve resumo sobre o tema de que tratam:

Barros (2003a) analisa a eficiência da política governamental de alocação de recursos para os portos Portugueses, averiguando se os objetivos sociais estão sendo atingidos. Os resultados são ambíguos e a conclusão é de que a regulamentação da Agência Marítima Portuguesa não está atingindo seus objetivos. O trabalho termina propondo uma alteração da legislação vigente.

Barros (2003b) analisa a eficiência técnica e a evolução tecnológica dos portos Portugueses em função das decisões e procedimentos gerenciais adotados pela alta administração. O estudo conclui no período considerado as autoridades portuárias, que apesar de controladas pelo estado são exploradas por interesses privados em alguns casos, atingiram as melhorias de produtividade na eficiência técnica, mas não em mudanças tecnológicas.

Barros e Athanassiou (2004) fazem comparação das eficiências portuárias de dois países da Comunidade Européia (Portugal e Grécia) através da Análise Envoltória de Dados. O escopo maior do estudo é identificar as melhores práticas adotadas para melhorar a política portuária européia.

Bonilla *et al.* (2004) analisam o tráfego de commodities dentro dos portos espanhóis através do uso da Análise Envoltória de Dados que foi utilizada para determinar a eficiência dos portos através da medição da relação entre disponibilidade dos equipamentos portuários e o tráfego das commodities.

Cullinane e Wang (2005) analisam a eficiência da privatização de portos para a movimentação de containeres. No final, o trabalho rejeita a hipótese de que um maior envolvimento do setor privado leva invariavelmente a uma melhoria da eficiência.

Cullinane e Wang (2006) analisam a eficiência dos terminais de containeres na Europa através da Análise Envoltória de Dados, uma vez que a grande concentração deste tipo de instalação em uma pequena região geográfica propicia uma competição acirrada quando comparada com o resto do mundo.

De Neufville e Tsunokawa (1981) fazem estudo empírico sobre a performance dos cinco maiores portos de containeres da costa leste dos Estados Unidos (Boston, Nova Iorque/Nova Jersey, Filadélfia, Baltimore e Hampton Roads). Pelos dados analisados sobre o ano de 1978 pode-se observar grandes disparidades na produtividade destas instalações. Os dados também apontam que os ganhos de escala são substanciais e impactantes o demonstra que uma política nacional de desenvolvimento dos portos menores não seria adequada.

Itoh (2002) analisa a eficiência operacional de oito grandes portos de containeres japoneses, através da Análise Envoltória de Dados com o uso da técnica “window”, buscando identificar a eficiência das adequações e adaptações dos portos às novas demandas, como o aumento dos tamanhos dos navios de containeres, diversificação das rotas asiáticas e elevação das importações.

Kim e Sachish (1986) fazem a modelagem e estimativa da estrutura de produção, evolução tecnológica e elevação do fator de produtividade total de um porto. Atenção especial foi dada a medição da mudança tecnológica que é medida como o percentual de containerização das cargas.

Martinez-Budria, *et al.* apresentam a eficiência relativa entre os portos espanhóis através do uso da Análise Envoltória de Dados onde os portos foram agrupados em grupos de acordo com sua complexidade. De acordo com os resultados obtidos, pode-se observar que quanto maior a complexidade do porto, maior a evolução da eficiência do mesmo no período analisado.

Park e De (2004) apresentam metodologias de análise de desempenho e propõe o uso da Análise Envoltória de Dados para a medição da eficiência de portos marítimos. O estudo conclui que a AED possui elevado potencial para a avaliação do desempenho global dos portos marítimos.

Roll & Hayuth (1993) analisam o desempenho comparativo de 20 portos de forma a determinar a eficiência portuária de cada um. O uso da Análise Envoltória de Dados será uma importante ferramenta para gestores e pesquisadores fornecendo uma melhor compreensão das relações impactantes ao desempenho dos portos, indicando oportunidades e pontos de melhorias.

Talley (1994) apresenta uma metodologia para a seleção de indicadores de desempenho adequados, com o objetivo de maximizar a eficiência de portos com relação à obtenção de receitas.

Tongzon (1995) introduz uma metodologia de identificação de portos semelhantes. Posteriormente, busca identificar a importância dos fatores determinantes na classificação do porto de forma a otimizar a coleta de dados para análise. Como resultado final, o trabalho identificou três grupos de portos que permitem uma análise comparativa fundamentada.

Turner, *et al.* (2004) fazem a medição do aumento de produtividade dos portos da América do Norte entre os anos de 1984 e 1997, bem como a análise de diversas teorias de causa e efeito entre produtividade da infra-estrutura e a forma de gestão da infra-estrutura.

Yap, *et al.* (2006) identificam os impactos nos principais portos de containeres do sudoeste asiático (Hong Kong, Busan e Kaohsiung) do surgimento dos novos portos como Shanghai, Shenzhen, Kwangyang e Qingdao, entre outros. O estudo conclui que os portos da China continental permanecem atraentes para diversos tipos de serviços, podendo inclusive suplantam os portos Japoneses e de Taiwan em novos serviços não ofertados atualmente. Apesar de muitas das cargas dos portos da China continental ser para exportação, a expectativa é de que cada vez mais aumentem as operações de transbordo.

Adicionalmente, listamos outros trabalhos onde não foi possível a realização de uma análise aprofundada por não se ter tido acesso ao texto dos mesmos, mas sem prejuízo a nossa análise por embora tratem de assuntos marítimos, todos tratem de eficiência dos portos e/ou containeres.

2.8.2 OUTROS TRABALHOS SOBRE APLICAÇÃO DE DEA NO TRANSPORTE MARÍTIMO

Shunsuke Managi.(2007) analisa o fator de produtividade total da indústria naval do Japão através da aplicação do indicador produtividade de Luenberger 1996-2005. Técnica de análise de fronteira de eficiência, não paramétrica, que permite a identificação das ineficiências das unidades de produção.

Caillaux (2005) faz a seleção de rota marítima de contêineres utilizando Análise Envoltória de Dados. Avalia a eficiência de rotas marítimas de contêineres, utilizando a metodologia DEA - Análise Envoltória de Dados.

Costa (1990) tem um trabalho de análise de produtividade de navios, não baseado em DEA, com avaliação de produtividade em Transporte Marítimo. Representação econométrica da tecnologia de produção no transporte marítimo através de uma função de custo translog, obtendo as relações de crescimento da produtividade como mudanças nesta função de custo ao longo do tempo.

3. O TRANSPORTE MARÍTIMO

Atualmente, 80% do volume do comércio mundial e 95% do volume do comércio exterior brasileiro dependem do transporte marítimo; deste total menos de 4% é realizado por navios de bandeira brasileira. Ao todo, o custo com transporte marítimo em 2008 foi da ordem de USD 16 Bilhões e atualmente 4,6 mil embarcações operam na costa do Brasil, JUNQUEIRA (2009).

3.1 CLASSIFICAÇÃO DOS NAVIOS

O primeiro ponto a ser levado em consideração ao se classificar um navio é a sua utilização. Durante nosso estudo nos preocuparemos apenas com os tipos dos navios mercantes, mas, tecnicamente os navios podem ser divididos em navios de guerra, mercantes, serviços especiais, apoio portuário e de recreio.

O limite no qual o navio pode navegar também é de fundamental importância e geralmente é usada a classificação abaixo:

1. Longo Curso - É a navegação realizada no tráfego marítimo mercantil entre os portos do Brasil e os portos de outros países;
2. Cabotagem - É a navegação realizada no tráfego marítimo entre os portos brasileiros;
3. Grande Cabotagem – Denominação antiga que defina a navegação realizada no tráfego marítimo mercantil entre os portos brasileiros e, entre estes e os portos da Costa Atlântica da América do Sul, das Antilhas e da Costa Leste, excluídos os portos de Porto Rico. Essa classificação com as definições da Lei 9.432 deixou de existir;
4. Apoio Marítimo - É a navegação realizada entre os portos ou terminais marítimos e plataformas tripuláveis;
5. Interior- Este tipo de navegação é subdividido em Fluvial e Lacustre e a navegação de porto.

O tipo de operação, principalmente no que diz respeito à escala de portos visitados nos dá outra importante diferenciação entre os navios. Os principais tipos são:

Navios de Linha (Liners): São navios que percorrem sempre a mesma rota, tendo escalas consolidadas. No passado os navios que tinham esse tipo de linha eram

geralmente ligados a uma conferência de fretes. Atualmente várias companhias oferecem linhas fixas, sejam utilizados seus próprios navios seja através de operações de *Joint Ventures*, acordos operacionais ou através de *slot charterers*.

Os navios utilizados nesse tipo de linha são os do tipo porta contêineres, Ro-Ro e de carga geral.

Navios a Frete (Tramps): São navios que não percorrem uma linha fixa. As cargas transportadas por este tipo de navio pagam um frete que varia de acordo com a oferta de navios e a oferta de cargas. Nesse tipo de tráfego é mais comum encontrarmos os navios de granel sólido e líquido.

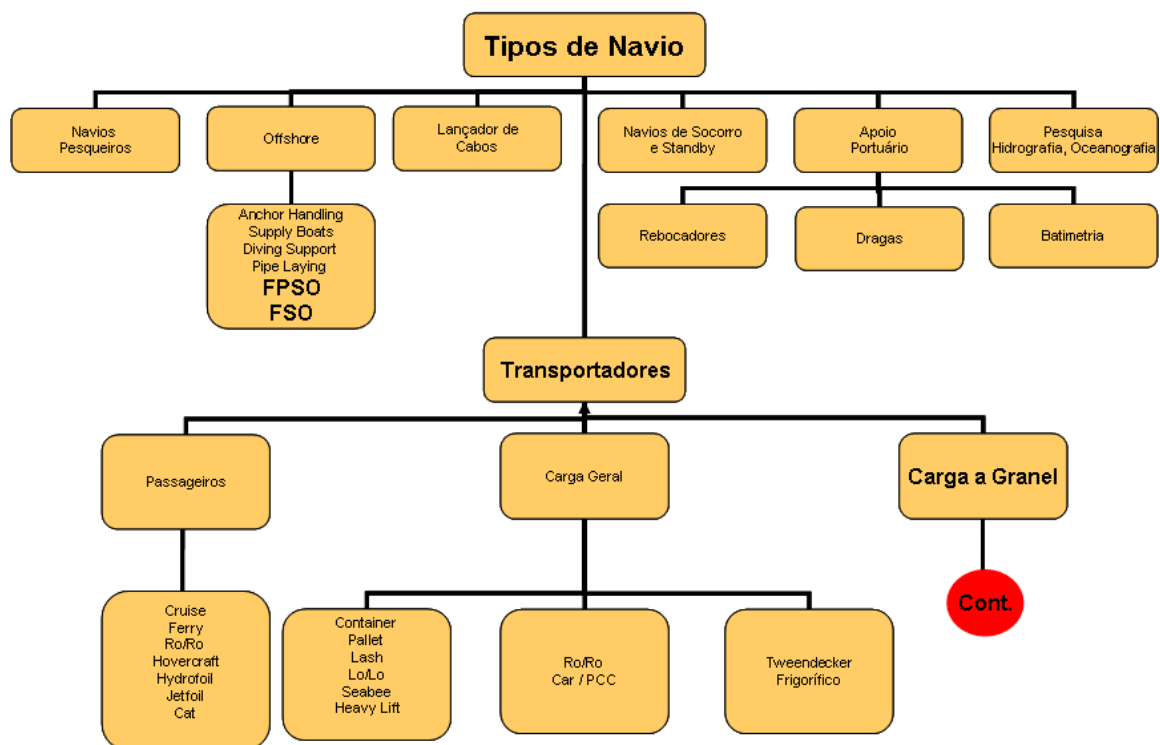


Figura 8. Diagrama Esquemático de Tipos e Especialidades de Navios.

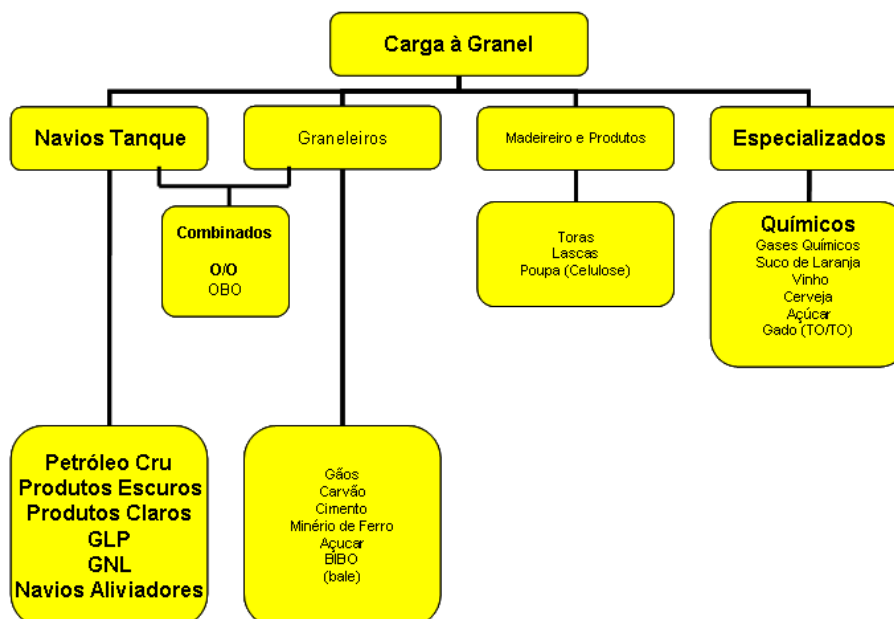


Figura 8. Diagrama Esquemático de Tipos e Especialidades de Navios (continuação).

a) Proprietário e o Armador

É aquele a quem o navio pertence, por estar registrado em seu nome nos órgãos competentes, enquanto o armador é aquele que arma o navio, ou seja, apresta o navio colocando todo o necessário para que o navio esteja em condições de navegabilidade. O armador pode também ser o proprietário da embarcação.

b) Afretamento

O Código Comercial Brasileiro faz uso da expressão ‘carta partida’ para se referir ao instrumento do contrato de afretamento, que é denominado no meio comercial como “contrato de afretamento”. Afretamento é o contrato por meio do qual o fretador cede ao afretador, por um período determinado, direitos sobre o emprego da embarcação, podendo transferir ou não a sua posse, dependendo da modalidade de contrato praticado. Portanto podemos definir que Afretador é aquele toma uma embarcação em afretamento ou que contrata o serviço de transporte e Fretador é aquele que cede a embarcação para afretamento ou é contratado para realizar o transporte.

São duas as espécies do gênero contrato de afretamento:

Contrato de afretamento a casco nu (Bareboat- BCP)

Contrato de afretamento por Tempo (Time charters Party - TCP)

São duas as espécies do gênero de contrato de transporte:

Contrato de afretamento por Viagem (Voyage Charter Party -VCP)

Contract of Affreightment (COA)

3.2 MODALIDADES DE CONTRATOS

a) Bareboat charters (BCP)

Contratos que se caracterizam pela utilização (arrendamento) do navio, por um tempo determinado, no qual o proprietário dispõe de seu navio ao afretador a casco nu, o qual assume a posse e o controle do mesmo, mediante uma retribuição – hire – pagável em intervalos determinados durante o período do contrato. É um contrato de utilização do navio. O navio é tomado em afretamento sem armação, ou seja, sem tripulação, e demais itens necessários à navegação.

b) Contrato de afretamento por Tempo (Time charters Party - TCP)

Contrato conhecido como “contrato por tempo”. Neste tipo de afretamento, dependendo do tipo de embarcação pode não haver o seu emprego no deslocamento de cargas ou pessoas, é o caso de embarcações contratadas para uso específico, alguns tipos de embarcações para apoio à atividade de off-shore, notadamente aquelas empregadas para uso como tancagem flutuante, portanto não se caracteriza como espécie de contrato de transporte. Nesta modalidade o objeto é o controle comercial da embarcação e não somente a realização de transporte.

c) Contrato de afretamento por Viagem (Voyage Charter Party -VCP)

O contrato por viagem isolada poderá ser para carregamento total ou parcial da embarcação. No primeiro caso, o fretador dispõe ao Afretador todo o espaço disponível para carga. No segundo caso, isto é quando a carga for parcial, fretador reservará o espaço suficiente para acomodar o carregamento contratado, podendo utilizar a praça restante para transportar carga de terceiros. Neste caso, a embarcação permanece durante todo tempo sob a responsabilidade e gestão do Fretador. O termo empregado não é restritivo a realização de apenas uma viagem, mas, cada viagem será tratada forma de independente.

d) Contract of Affreightment (COA)

Contrato para grandes quantidades que são divididas em lotes para serem embarcadas em intervalos regulares com taxa de frete e condições pré estabelecidas.

Este tipo de contrato é aplicado quando um Afretador/Fretador deseja obter a garantia de serviços de determinado tipo de navio durante um determinado período de tempo, mas não deseja assumir os compromissos de um contrato na modalidade “Time Charter Party”. Desta forma pode-se garantir a exclusividade de uso de uma embarcação por viagens consecutivas ou intercaladas, tanto quando determinar o contrato, permanece durante todo tempo sob a responsabilidade e gestão do Fretador.

3.3 GESTÃO NÁUTICA E GESTÃO COMERCIAL

Pode-se dividir a gestão de um navio conforme as responsabilidades que ficam a cargo do fretador, e aquelas do afretador, em gestão náutica e gestão comercial. A gestão náutica diz respeito à navegação em geral, abrangendo a Gestão Financeira ou Administração e a Gestão Técnica; manutenção, conservação, aprovisionamento, administração do pessoal, etc. A gestão comercial engloba os assuntos relativos à carga e ao frete, como angariar e fechar contratos, recebimento e entrega, conclusão de contratos de afretamento, relacionamento com corretores, etc.

Conforme a modalidade de utilização do navio, temos:

- a) afretamento por viagem: tanto a gestão náutica como a comercial ficam a cargo do fretador (armador);
- b) time charter: a gestão náutica fica com o fretador (armador) e a comercial passa para o afretador;
- c) locação a casco nu: as duas gestões passam para o afretador.

Gerenciamento é definir e coordenar as atividades necessárias para a realização de um empreendimento e a obtenção de seu bom desempenho. Esta definição, apesar de simples, torna transparente a necessidade do conhecimento e domínio de cada uma das atividades envolvidas na concretização de um objetivo. Ou seja, o exercício do poder de decisão deve, obrigatoriamente, estar balizado pelo conhecimento do caminho operacional ou produtivo.

Definir e coordenar as atividades necessárias para a realização de um empreendimento e a obtenção de seu bom desempenho. Esta definição, apesar de simples, torna transparente a necessidade do conhecimento e domínio de cada uma das atividades envolvidas na concretização de um objetivo. Ou seja, o exercício do poder de decisão deve, obrigatoriamente, estar balizado pelo conhecimento do caminho operacional ou produtivo.

Ao controle de um ou mais navios e à transformação destes ativos em bens econômicos produtivos podemos chamar de gerenciamento da frota - quer seja este

controle exercido diretamente pelo proprietário do navio (armador ou owner) ou por empresa especializada neste tipo de operação. A composição e dimensão das frotas é um dos fatores que definem o tipo de abordagem a ser empregada para garantir uma coordenação técnica eficiente.

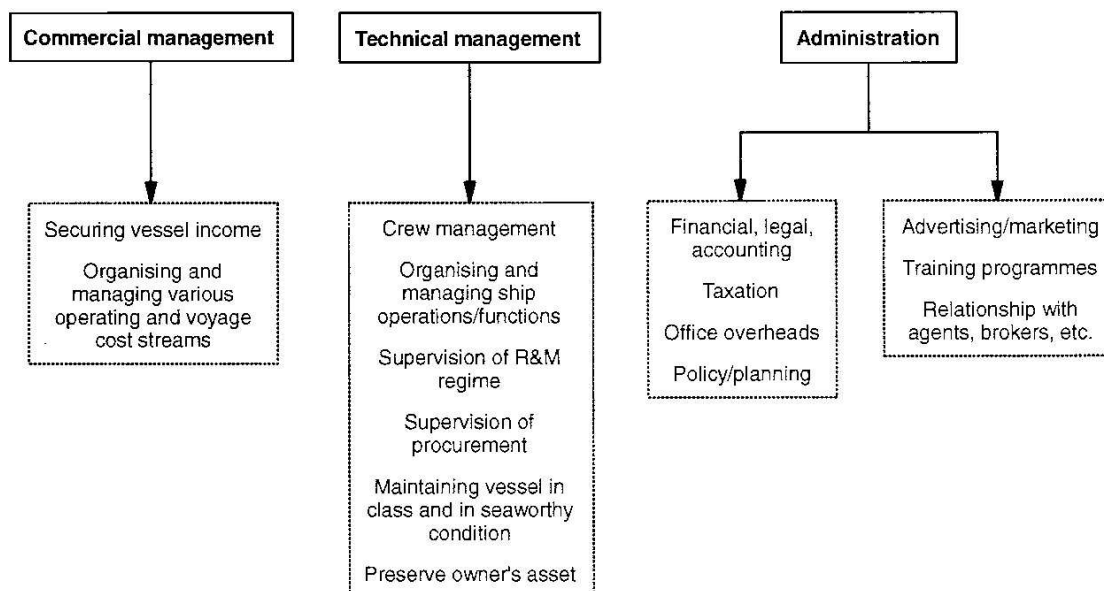


Figura 9. Os Principais Elementos de Gestão de Navios.

Em uma mesma empresa podem ser encontradas diversas camadas de gerenciamento. Na maioria das situações estas camadas podem ser relacionadas diretamente com a hierarquia e organograma da empresa, mas, com certa frequência, também se referem às distintas áreas de informação quanto às atividades produtivas desempenhadas.

No caso de navios mercantes, sua aquisição visa à rentabilidade por longo período, tendo em vista o tempo de vida útil de meios de transporte dessa natureza. Neste contexto, é compreensível entender que para se obter excelência nos resultados, somente um gerenciamento adequado da frota permitirá o efetivo controle de todos os setores que integram o sistema, mantendo o navio em perfeitas condições de navegabilidade e certificação.

Orientados para diminuição dos custos e obtenção de máxima rentabilidade, os objetivos imediatos principais da coordenação de gerenciamento operacional são:

- Projeto de construção funcional e inteligente do ponto de vista da manutenção dos sistemas de bordo (em geral focado quando o próprio armador se ocupará da operação do navio);

- Manutenção técnica de sistemas instalados do navio, em todos os seus detalhes (incluindo estrutura e aço em si);
- Recursos humanos de qualidade adequada - tripulação e equipes de intervenção para manutenções;
- Coordenação inteligente de suprimento de estoques para sistemas e intervenções - impedindo paralisações do navio por motivos de máquina, por exemplo.
- Segurança para tripulação e/ou passageiros;
- Otimização do programa de manutenção e modificações/reparos baseado na rota comercial a ser percorrida pelo navio;
- Preservação do meio ambiente, seguindo regulamentações de poluição e contaminação biológicas;
- Cumprimento dos contratos comerciais, inclusive com fornecedores e prestadores de serviço;
- Coordenação e acionamento adequado de seguros diversos, utilizando a rede de cobertura para minimizar gastos diretos da empresa;
- Controle de água de lastro conforme regras internacionais e,
- Cumprimento dos dispositivos legais, respeitando as normas de cada país (ou região) por onde navegar - tanto para sistemas e documentação técnica do navio quanto para treinamento adequado da tripulação.

3.4 CARACTERÍSTICAS DE UMA FROTA

A composição da frota influi diretamente na escolha da melhor abordagem para a definição de níveis de estoque e organização da equipe de manutenção. Por composição, compreende-se o conjunto de embarcações em operação da empresa - que podem ter diferentes funções ou particularidades. Elementos que podem reconhecidamente qualificar uma frota como heterogênea ou homogênea para fins de gerenciamento técnico são:

Tipo da Embarcação - as embarcações de uma mesma empresa podem ser de classes diferentes. A operação e o atendimento as exigências legais e comerciais aplicável a cada classe tornam-se um complicador para o acompanhamento técnico do navio, exigindo uma equipe profissional/técnica maior e possivelmente com especializações distintas. Da mesma forma,

seguir corretamente as atividades de operação, monitoramento e manutenção necessitará de uma atenção maior da equipes de bordo e de suporte de terra.

Dimensões da Embarcação - ainda que composta por embarcações de apenas um ou dois tipos/classes, cada navio pode apresentar porte significativamente diferente. Esta possível diversificação afeta oportunidades comerciais, indiretamente implicando que certos navios estarão restritos a determinados tráfegos e rotas, o que pode exigir maior movimentação dos recursos da empresa.

Maquinas e equipamentos de fabricantes diversos terão suas peculiaridades. Em contraste, uma frota com equipamentos mais homogêneos pode diminuir significativamente o custo com contratação de serviços especializados.

Idade dos navios - mesmo operando com navios de mesmo tipo e porte, é comum uma frota ter navios das mais diferentes idades, sendo a vida útil de um navio mercante algo em torno de 30 anos. No entanto, é necessário lembrar que quanto mais antigo o navio, mais restritas suas alternativas comerciais e mais minuciosas e próximas suas inspeções por classificadoras etc. - além da obrigatoriedade de se adequar às novas regras não previstas em seu projeto original, por vezes ocasionando modificações significativas.

Além é claro, da embarcação estar mais suscetível a apresentar falhas ou performance abaixo do padrão. Caso a frota tenha embarcações de idade bem próxima, isto pode favorecer seu gerenciamento técnico.

Outro aspecto importante para o armador é a transparência financeira da operação, isto é: administração dos custos e investimentos sendo feitos, seja no cotidiano ou em projetos/estratégias de médio e longo prazo.

3.5 GESTÃO TÉCNICA

Os custos de operação (e por extensão de gerenciamento) de um navio incluem cada elemento gerador de despesa para que o mesmo fique em condições comerciais. A organização destes custos em grupos é importante para o armador também por tornar possível identificar e focar em itens/grupos cuja performance esteja abaixo do esperado isto é onde o custo do item esteja elevado quando comparado com períodos anteriores.

Neste intuito, alguns dos grupos correntemente utilizados internamente por empresas de navegação são:

- a) **Tripulação** - custos não se referem apenas às estruturas salariais. Haverá questões relativas ao direito de visitas e tratamento de horas extras. Além disso, existem outros custos diretos, tais como abastecimento, repatriação da tripulação, treinamento e contribuições sindicais. Além disso, há uma série de custos indiretos, áreas - de todos que fazem parte da tripulação da missão, tais como recrutamento, seleção e processamento de consultas médicas, medicamentos/testes de alcoolemia, bem-estar / encargos sociais, subsídio de doença, pagamento de repouso, etc.
- b) **Seguro** – considerações Seguros repartição será em três partes principais - (i) do casco e máquinas, (ii) proteção e indenização e (iii) Outros. O primeiro é auto-explicativa (embora possa cobrir funcionalidades adicionais, tais como cobertura de valor maior ou risco de guerra), a segunda consiste em incidentes relacionados às alegações de 'terceiros.

As decisões relativas ao seguro - em termos de faixa de cobertura retirado e quem é colocado com - são uma questão para o proprietário do navio. No entanto, o gestor do navio é muitas vezes um elemento importante na equação. Seguradoras vão ter uma visão sobre as opções de gestão e podem votar favoravelmente quando acreditam que melhora a qualidade e reduz a sua exposição ao risco.

- c) **Manutenção e Reparos** - A principal preocupação no âmbito da gestão do regime M & R será a política de manutenção planejada e seu planejamento, que será definido por uma série de critérios, incluindo:
- As regras e requisitos estabelecidos pela sociedade de classificadora do navio;
 - Recomendações dos fabricantes de equipamentos;
 - Políticas próprias de manutenção, baseadas em fatores de experiência que devem ter a natureza preventiva ou preditiva.

São contabilizados aí, também os custos de transporte, técnicos especializados, equipes de atendimento da própria empresa etc.

- d) **Docagem** - são os custos associados aos serviços e materiais utilizados por ocasião revisões periódicas da embarcação.
- e) **Materiais e Suprimentos** - Mix de produtos amplo e variado, enquanto a aquisição de materiais e suprimentos pode ocorrer em um grande número de localizações globais (dependendo obviamente, sobre o padrão da embarcação comercial), que pode adicionar aos contratos complexidade, como: "práticas" locais e as questões da moeda. A logística de entregas é outra questão vital.

Assim, embora a criação de uma política de “aquisição de materiais” é uma parte vital da gestão eficaz do navio, também é uma questão vital não cair na armadilha de “saber o preço de tudo, e não saber o valor de nada”.

- f) **Lubrificantes** - despesas com óleos lubrificantes e óleos hidráulicos.
- g) **Despesas administrativas** - custos associadas à administração da empresa. Incluem RH, impostos diversos, representações, serviços jurídicos e contábeis e similares.
- h) **Sociedades Classificadoras** – Os requisitos da Classe demandam inspeções periódicas (normalmente, mas nem sempre exigem uma docagem) que, normalmente é o processo de inspeções para operar dentro de um 30 meses do ciclo (embora haja exceções). O evento mais significativo é o estudo especial que é devido a cada intervalos de cinco anos. Principais convenções que afetam a área do Transporte Marítimo são:
 - A Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar (SOLAS). Essa convenção fornece a base para algumas regulamentações, tais como o International Saving Appliance Code, o Global Maritime Distress Safety System e, o código Internacional marítimo de mercadorias perigosas (e similares), a obrigatoriedade do International Safety Management Code, vários autoridades de Port State Control e, atualmente, Navio International e Port Facility Security Code.
 - A Convenção Internacional sobre Normas de Formação, de Certificação e Serviço de Quarto (STCW). Essa convenção também proporciona maior poder para as autoridades do Port State Control.
 - A Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (Marpol).

Esta convenção possui alguns anexos que influem decisivamente no negócio do transporte marítimo, tais como:

- Penalidade por poluição por óleo ou químicos.
- Os controles de emissão.
- Questão da água de lastro.
- Sucateamento do navio - e as questões de componentes perigosos.

O tema comum da maioria dessas medidas é verificar os sistemas de gerenciamento e seus planos, suas aplicações e a verificação e aprovação por um organismo independente de avaliação. No entanto, o processo tende ao monitoramento contínuo e iterativo, exigindo registros e a realização de exercícios regulares bem como a realização de auditorias internas e externas de todo o sistema. A necessidade de pessoal especializado e a grande dificuldade de se manter

“Conforme” para muitos proprietários, tem sido um apelo para levá-los a terceirização nessas áreas. O resultado fundamental destas medidas é que ele requer gestão de navios (in-house ou de terceiros) e um posicionamento pró-ativo e não reativo. À primeira vista as pessoas envolvidas com a gestão do navio podem perceber isso como um fardo de fazer mais exigências, onerosas em tempo, pessoal e recursos. Na reflexão, a implementação de tais sistemas levará a melhorias na eficiência, detecção precoce de problemas, etc.: o que em tese poderia reduzir custos e poupar tempo do pessoal. Gestão Financeira ou Administração.

Despesas administrativas é um elemento incontornável em qualquer operação de negócio. A administração está preocupada com o funcionamento do escritório Armador, a Matriz (e os escritórios de filial) ou agentes protetores.

Embora estas atividades não devessem ser terceirizadas, pois estão relacionadas com algum grau de ganho navios, atualmente a grande maioria dos armadores tem terceirizado estes serviços - portanto, eles não fazem parte da gestão global e imagem da administração.

Em muitos círculos de armadores, a administração é considerada sob o título de gestão financeira. Isso não é necessariamente um espaço em que a gestão de terceiros estará envolvida, mas pode ter alguns elementos que poderiam encontrar o caminho para uma tal missão.

Como a operação de um navio ou navios não pode ser dissociada da "empresa" é lógico que essas despesas adicionais devem ser contabilizadas nos orçamentos do navio, pois, a renda derivada tem a contribuir com estes custos.

Por outro lado, a escala e o custo de operações (e comissões a terceiros) variam consideravelmente entre uma operação e um único centro com um grande número de escritórios ao redor do globo ou entre um operador de pequena frota de terceiros e de um grande armador, seja no ramo do petróleo ou uma linha de container global.

i) Pesquisa e Desenvolvimento

Pesquisa e desenvolvimento (P & D) pode ser um assunto espinhoso em qualquer negócio. Sempre, é um equilíbrio entre a procura de melhoria em relação ao custo de alcançar este objetivo. Além disso, P & D é um tema aberto a uma ampla gama de interpretação. Todo custo das companhias de navegação conscientes tende a ser cauteloso em despesa de P & D.

Em contraste, um número de gestores de navios viram P & D como caminho para melhorar a sua vantagem no mercado - por exemplo, através do desenvolvimento de módulos de software. A formação é outra área onde os gestores de navios podem assumir a liderança.

P & D é provável que transforme cada uma das quatro áreas, a saber:

- Navios
- Oportunidades de comércio
- Sistemas
- Pessoas

P & D sobre o "hardware" - ou seja, os navios - é um fator na fase de concepção ou de novas construções no momento de uma grande adaptação ou de conversão e que não são normalmente da competência de um proprietário.

A probabilidade é que a maioria dos Construtores e fabricantes de equipamentos de navio surgirá com novas tecnologias e ainda novos softwares e/ou serviços de segurança focada por grupos, incluindo sociedades classificadoras.

É sempre mais crítico nas empresas de Transporte Marítimo, setores onde as decisões complexas são necessárias na implantação da frota, as escolhas do porto hub, os padrões de serviço de alimentação, "loops" e "pêndulos", etc. Além disso, é uma área de crescente importância para os operadores de navios que estão olhando não como armadores, mas como empresas de logística.

4. CONSTRUÇÃO DE ÍNDICES OPERACIONAIS DO TRANSPORTE MARÍTIMO E RELAÇÕES DE PRODUTIVIDADE

Neste capítulo procuramos analisar os diferentes parâmetros envolvidos no transporte marítimo e a necessidade de desenvolver índices indicadores de desempenho de navios.

Costa (1990) propôs e desenvolveu índices para avaliação da produtividade de navios, que podem ser utilizadas pelo programador de um navio ou frota no acompanhamento de sua operação, conforme estes índices e relações possibilitam as seguintes análises comparativas:

Comparação do desempenho de duas ou mais embarcações semelhantes operando nas mesmas condições;

Análise do desempenho de um navio ou grupo (classe) de navios com as mesmas características técnicas (porte, tipo etc.) e operacionais, em relação a outro grupo diferente ou à frota de que façam parte;

Análise do crescimento ou redução da produtividade operacional média de um navio, classe ou frota ao longo do tempo;

Identificação de possíveis problemas que possam estar existindo na programação da operação de um navio e de fatores externos que influenciem no seu desempenho.

4.1 PARÂMETROS ENVOLVIDOS NO TRANSPORTE MARÍTIMO

De modo a podermos analisar o desempenho de uma embarcação, devemos observar os diferentes parâmetros envolvidos em sua operação, tais como: rotas, tempos despendidos, quantidades transportadas etc. Estes parâmetros serão divididos em três categorias:

No Porto:

Tempo de carga/descarga

Quantidade de carga movimentada

Vazão de carga/descarga

Tempo aguardando carga/descarga

Navegando:

Carga transportada: lastro ou porcentagem da capacidade útil de carga

Distância entre portos

Tempo navegando

Velocidade média

Tempo despendido em manutenção, reparos e outras paralisações.

A análise dos parâmetros citados acima nos permite construir índices operacionais para cada porto, navio, classe ou frota. No entanto, como estamos interessados em analisar a produtividade do transporte do ponto de vista da embarcação, serão desenvolvidos e analisados os índices obtidos através dos parâmetros citados nas categorias (b) e (c) anteriores.

4.2 ÍNDICES OPERACIONAIS

4.2.1 NAVEGANDO

Estes índices são obtidos através dos parâmetros listados no item anterior.

Índice de Fator de Carga (IFC)

Relaciona a carga transportada pela embarcação numa viagem com a sua capacidade útil para carga nesta mesma viagem. Esta capacidade útil é obtida subtraindo-se do TPB da embarcação a tonelagem referente à tripulação (víveres, pertences etc.), água de caldeira, lubrificantes, combustível e outros, restando somente a tonelagem que pode, efetivamente, ser utilizada para carga.

O fator de carga também pode ser obtido para um determinado período, (ex: ano), bastando para isso que se considere a carga total transportada e o somatório das diferentes capacidades úteis de carga das viagens contidas no período em análise.

A diferença entre a capacidade útil de carga e a tonelagem transportada é denominada praça morta.

$$\text{IFC} = \frac{\text{carga transportada}}{\text{capacidade útil para carga}}$$

intervalo do índice (0 -> 1)

0 => viagem (s) em lastro

1 => viagem (s) totalmente carregado

Índice de Toneladas.Milhas (ITMILHA)

Como o objetivo da empresa de transporte marítimo é transportar uma determinada quantidade de carga entre dois pontos (origem e destino) a medida mais usual da produção desta empresa é o ponto entre a quantidade transportada e a distância percorrida em carga, TON.MILHAS.

Fazendo uma analogia com o índice de Fator de Carga, podemos desenvolver o índice de Toneladas. Milhas com o ton.milha produzida dividida pelo produto entre a capacidade útil da carga e a distância em carga.

$$\text{ITMILHA} = \frac{\text{ton.milhas}}{\text{dist. em carga} * \text{capac. útil para carga}}$$

O intervalo do índice é ($0 < \text{ITMILHA} \leq 1$), sendo que $\text{ITMILHA} = 1$ implica em viagem(s) totalmente carregado.

Índice de Distância em Carga (IDC)

Este índice relaciona a distância em carga com a distância total percorrida numa viagem ou num período considerado. Através dele pode-se ter uma avaliação da programação do navio e do tipo de rota em que ele opera, ou seja, rotas com ou sem carga de retorno. No entanto, deve-se observar que há navios projetados para o transporte de mais de um tipo de carga, o que lhes confere, em tese, melhores condições para que apresentem um alto índice de distância em carga.

$$\text{IDC} = \frac{\text{distância em carga}}{\text{distância total}}$$

Intervalo do índice ($0 \rightarrow 1$) $0 \Rightarrow$ viagem(s) em lastro

$1 \Rightarrow$ todas as pernadas em carga

Índice de Rotatividade (IR)

Considerando-se a viagem ou o período que se quer analisar, o tempo de operação total do navio é composto pelo seu tempo navegando mais o tempo do porto (carga/descarga + aguardando). Como o navio tem por finalidade transportar carga(s) de um ponto a outro, no tempo em que fica parado no porto ele não está cumprindo o seu objetivo, bem como está gerando custo sem auferir as receitas oriundas do transporte que realiza. O que se deseja, portanto, é que do seu tempo total operando ele passe o menor tempo possível no porto.

O índice de rotatividade, então, é obtido através da relação entre o tempo navegando e o tempo total operando.

$$IR = \frac{\text{tempo navegando}}{\text{tempo total operando}}$$

Intervalo do índice (0 -> 1)

0 => o navio permaneceu no porto durante todo o período considerado

1 => o navio permaneceu navegando durante todo o período considerado

Índice de Velocidade (IV)

Quando do projeto de um navio, o seu dimensionamento, no que diz respeito às características propulsivas, hidrodinâmicas, estruturais etc., é feito objetivando a sua operação em plena carga e desenvolvendo uma velocidade média chamada de velocidade de serviço. O índice proposto apresenta a relação entre a velocidade média de operação do navio no período considerado e sua velocidade de serviço (VS).

$$IV = \frac{\text{velocidade média}}{\text{velocidade de serviço}}$$

A análise deste índice pode nos auxiliar na identificação de fatores que possam estar levando o navio a operar numa velocidade inferior à de serviço, tais como: redução no consumo de combustível, tempo transcorrido desde a última docagem, idade etc.

No caso deste índice não apresentamos intervalo definido, pois o limite inferior igual a zero implica que a embarcação não operou e, embora não seja usual, pode haver o caso em que numa viagem, ou num determinado período, a velocidade média seja superior à de serviço.

4.2.2 MANUTENÇÃO, REPARO E OUTRAS PARALISAÇÕES

Índice de Disponibilidade Operacional (IDO).

O tempo que o navio permanece parado, sem operar, significa um duplo custo para o armador, sendo o primeiro representado pelos custos fixos operacionais (pessoal, encargos, seguros, capital, lubrificantes, depreciação etc.) e o segundo pela perda da receita que estaria auferindo caso o navio estivesse operando. Desta forma, torna-se interessante a construção de um índice que permita a identificação, dentro do período em análise, de quanto tempo o navio esteve em operação ou fora dela. Este índice é obtido dividindo-se o tempo de operação efetiva da embarcação pelo tempo

de operação acrescido do tempo em que ela permaneceu em manutenção, reparos etc.

$$\text{IDO} = \frac{\text{tempo operando}}{\text{tempo operando} + \text{tempo em manutenção, reparos etc.}}$$

Intervalo do índice (0 -> 1) 0=> todo o tempo em reparo

1=> operou todo o tempo

Uma observação que deve ser feita com relação à análise do IDO de uma embarcação num determinado ano é o fato de que, devido a critérios adotados pelas Sociedades Classificadoras, os navios devem passar periodicamente (ex.: de 4 em 4 anos) por uma docagem para a vistoria de seu casco e revalidação de seus certificados de classificação. O tempo que o navio permanecerá fora de operação devido a esta docagem variará com o seu porte, tipo, política de manutenção desenvolvida pela empresa etc., podendo durar um, dois ou até mais de dois meses. Portanto, ao analisarmos este índice de uma embarcação em relação a períodos diferentes ou comparando-o ao de outro(s) navio(s), outra classe ou frota, devemos considerar se o navio efetuou ou não uma docagem no período em análise.

4.3. RELAÇÕES DE PRODUTIVIDADE OPERACIONAL

No item anterior foram utilizados os parâmetros envolvidos no transporte marítimo de modo a construirmos seis índices operacionais:

Índice de Fator de Carga – IFC

Índice de Toneladas.Milhas – ITMILHA

Índice de Distância em Carga – IDC

Índice de Rotatividade – IR

Índice de Velocidade - IV

Cada um destes índices separadamente nos permite avaliar o comportamento do navio, classe ou frota em relação a uma característica operacional. Por exemplo:

- se ele opera em média com muita ou pouca praça morta (IFC e ITMILHA);
- se faz sistemáticas pernadas em lastro (IDC);
- se freqüenta portos mais ou menos congestionados (IR);

- se tem operado muito abaixo da velocidade de serviço (IV);
- se tem tido muitos problemas de manutenção (IDO).

No entanto, a análise isolada de cada um dos índices dificulta a comparação entre os desempenhos de duas ou mais embarcações.

Desta forma, procuraremos desenvolver relações de produtividade que contenham as influências dos diversos parâmetros operacionais, através dos índices apresentados acima. Estas relações podem ser utilizadas na comparação direta entre embarcações, mostrando qual delas apresentou uma melhor produtividade operacional no período considerado.

5. AVALIAÇÃO DE PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA TÉCNICA DE NAVIOS UTILIZANDO ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

5.1. O MODELO DE AVALIAÇÃO

Descrição das Etapas de Implementação da DEA

Segundo Golany e Roll (1989), em um estudo de eficiência utilizando o método DEA, devem ser executadas três etapas:

- i) Definition and selection of DMUs to enter the analysis.
- ii) Determination of input and output factors which are relevant and suitable for assessing the relative efficiency of the selected DMUs.
- iii) Application of the DEA models and analysis of outcomes.

Na seleção das unidades organizacionais parte-se do princípio que todas as unidades apresentam performances diferentes e que são passíveis de serem avaliadas. Considerando, inclusive, que são administradas diferentemente uma das outras. Assim sendo, procura-se unidades homogêneas para ser possível a comparação, mas tenta-se identificar as diferenças entre as DMUs. Essa suposta contradição, mas proeminente na fase de seleção das organizações, acompanha toda a aplicação do método DEA.

No momento de selecionar as unidades deve ser considerado um grupo homogêneo e, para tanto, a similaridades tecnológicas, a convergência das atividades desenvolvidas e dos objetivos e ainda que as variáveis de entrada (*inputs*) e saídas (*outputs*) das DMUs devem ser similares, excetuando suas intensidade e importância são critérios de da seleção para evitar distorções nos resultados.

A relação entre o tamanho da amostra e a quantidade de variáveis incluídas, deverá ser cuidadosamente avaliada, pois se o número de DMUs em relação ao número de variáveis for pequeno, pode ocorrer uma elevação dos indicadores de desempenho, tornando um grande número de DMUs eficiente.

Uma regra, para Golany e Roll (1989), é a de que o número de unidades deveria ser pelo menos duas vezes o número de variáveis.¹² Contudo, com o aumento da amostra é possível incorporar mais *inputs* e *outputs* resultando em uma heterogeneidade das DMUs, o que aumenta a possibilidade do resultado ser afetado por fatores externos.

¹² No original "A rule of thumb established here is that the number of units should be at least twice the number of inputs and outputs considered".

A busca pelas variáveis relevantes pode ser realizada em três etapas, segundo Golany e Roll (1989),

- a) identificação e seleção dos fatores relevantes;
- b) análise quantitativa não-DEA;
- c) análise baseada na DEA.

A seguir, será descrito, brevemente, cada momento de determinação dos fatores relevantes.

a) Identificação e seleção dos fatores relevantes

Nesta fase deve ser analisado o campo de atuação da empresa. Golany e Roll (1989, p.241) ressaltam a necessidade de verificação da pertinência das informações de cada fator, da contribuição para o objetivo da análise e se contem elementos que afetam o conceito de eficiência técnica. Devem ser aquelas que melhor descrevem o desempenho das DMUs sob análise

b) Análise quantitativa não-DEA

As variáveis podem ter diferentes unidades de medida: unidades físicas, unidades monetárias, número de pessoas, etc.

Outro tipo de variável é a qualitativa, porém, deverá receber valores numéricos para participarem da avaliação matemática. O usual é identificar alguma variável mensurável que possa substituir e assumir relações conhecidas para vários níveis do fator qualitativo. Os critérios para a escolha dos fatores substitutos são: o grau de correspondência entre as variações do substituto e o fator examinado; a capacidade de expressar a correspondência em uma forma funcional e a concordância geral dos resultados para os objetivos analisados.

O próximo passo, ainda desta fase, visa descrever as relações de produção, bem como analisar e classificar as variáveis *input* e *output*. Os recursos utilizados pelas unidades ou, as condições que afetam suas operações são consideradas os inputs e os benefícios mensuráveis constituem os outputs. Existem casos em que as variáveis tanto podem assumir a condição de input quanto a de output, assim sendo a decisão devida ser tomada pelo analista.

c) Análise utilizando o método DEA

A última fase de análise dos fatores consiste na aplicação do método DEA, ou seja, analisar as DMUs e apontar diferenças de eficiência entre as empresas utilizando o modelo DEA.

Os fatores que permaneceram serão os analisados, sendo que os fatores com pouco impacto sobre a eficiência podem ficar de fora. Para testar o poder de discriminação dos diferentes fatores, o modelo utiliza uma série de combinações desses fatores.

O modelo DEA pode ser orientado pelo *input* ou pelo *output*, ambas convergem na identificação das DMUs eficientes não comprometendo os resultados obtidos. Estimam a mesma fronteira de eficiência. A diferença pode ocorrer na identificação das DMUs ineficientes. Contudo, como afirma Coelli (1996), na escolha da orientação do modelo, deve-se considerar as quantidades de *inputs* ou quantidades de *outputs* que os gestores detêm o maior controle.¹³

5.2 FORMALIZAÇÃO DO MODELO DEA

Os modelos DEA podem ser distinguidos de acordo com a orientação para *input* ou orientação para *output*. Ambas as orientações têm a sua utilidade no contexto de uma aplicação na análise da eficiência do Transporte Marítimo. Um armador deverá ser capaz de planejar seu negócio por um período razoável, isso porque normalmente o mercado é bastante instável no transporte marítimo. No curto prazo, armadores devem ser capazes de prever iminentes mudanças drásticas, tais como: novas regulamentações, legislações específicas de cada país e etc., também tentar prever seu futuro através do estudo de dados históricos ou evolução econômica regional. Nesse caso, o uso eficiente dos *inputs* é a chave para economizar custos da operação de seus navios e o controle eficiente dos *outputs* é a chave para enfrentar os desafios da concorrência.

A rápida expansão da globalização e do comércio internacional obriga os armadores a rever frequentemente a sua capacidade para garantir o fornecimento de serviços satisfatórios para seus clientes e manter a sua vantagem competitiva.

A necessidade de construir novos navios ou aumentar a capacidade de sua frota pode se tornar inevitável. No entanto, antes de implementar um plano desse tipo, é de grande importância saber se estão utilizados plenamente os navios existentes e que considerando os insumos aplicados a produção esteja no limite máximo de eficiência.

Sendo o objeto contratual do “Contrato por Tempo” (TCP) a disponibilização de um determinado navio por um determinado período de tempo, foi determinado para este caso especificamente que o *output* será o índice da disponibilidade operacional do navio. Nesta pesquisa, o objetivo principal é maximizar a disponibilidade da embarcação com minimização de perdas de tempo de aluguel mantendo crescente o

¹³ Os grupos (código numérico de 1 letra) e os respectivos anos (código numérico de 1 dígito) encontram-se no Anexo B.

ganho de qualidade do serviço prestado. Portanto o modelo adequado é orientado a *output*.

A partir desta perspectiva, o modelo DEA orientado para o *output* fornece um ponto de referência mais apropriada para o armador. Esta é a razão fundamental para a escolha deste modelo, orientação para o *output*, baseando na necessidade de manter sua vantagem competitiva.

Com relação ao retorno constante ou variável de escala, para *inputs* e *outputs* do modelo em análise, não há indício de retorno variável de escala e ainda, dado ao tamanho limitado da amostra, considerar retornos variáveis reduziria o poder de discriminação do modelo, prejudicando a qualidade da análise. O modelo escolhido será o de retorno constante de escala (CRS ou CCR) para que todas as combinações de produção observadas possam ser escalonadas para cima ou para baixo proporcionalmente

Para a amostra de navios, o modelo vai permitir:

- identificar as unidades eficientes
- estimar os índices de ineficiência (escores)
- estimar metas, ou potencial de melhoria de desempenho através da projeção das unidades ineficientes na fronteira de eficiência.

5.3 EFICIÊNCIA DO TRANSPORTE MARÍTIMO SEGUNDO O MÉTODO DEA

O modelo aplicado possibilita a comparação em um sentido multidimensional na capacidade com que cada embarcação transforma os seus *inputs* em *outputs*, permite a quantificação da eficiência e das ineficiências e ainda, informa os níveis de utilização destes *inputs* e *outputs*, de forma a possibilitar ações no sentido de tornar as unidades ineficientes em unidades eficientes.

A análise de eficiência do transporte marítimo é um fértil campo para aplicação da Análise Envoltória de Dados que com suas variadas aplicações não se esgotam neste trabalho.

Chamamos atenção para o fato de que processo analisado neste trabalho poderá ser analisado de outras formas sob a mesma metodologia aplicada, pois são diversas as variáveis a serem consideradas, principalmente, a multiplicidade de formas de gestão do negócio do transporte marítimo.

5.4 SELEÇÃO DAS UNIDADES DE DECISÃO (DMUS)

Para a análise da eficiência neste estudo, a eficiência do transporte marítimo, utilizou-se como unidade de tomadora de decisão, as embarcações de uma empresa de navegação que freta suas embarcações sob “Contrato por Tempo” (TCP), portanto mantém a gestão náutica das embarcações.

A opção do estudo foi considerar as embarcações como unidades de decisão por se tratar de unidades independentes, entretanto, primeiramente, foram agrupadas de forma a manter o caráter de homogeneidade de suas características técnicas e comerciais, depois agrupados por grupos homogêneos e analisadas por um período de três anos.

5.5 FONTES E DADOS UTILIZADOS PARA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA

Por motivos estratégicos, as empresas, que estão operando em mercado altamente competitivo, não divulgam dados de suas unidades. Por este motivo a Coleta de Informações se deu através de anuários e publicações especializadas em Transporte Marítimo onde foram coletados dados e informações sobre os resultados financeiros de empresas de transporte marítimo. Foram utilizadas as informações coletadas com uma mesma concepção e metodologia de pesquisa.

Os dados da pesquisa sofreram análises críticas e foram testados em diferentes relações. Os dados cujos valores apresentaram inconsistência foram descartados. Com a exclusão do dado, a série foi completada com realização da operação de interpolação para obtenção da informação.

5.6 VARIÁVEIS SELECIONADAS E DEMAIS CRITÉRIOS UTILIZADOS PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO

Os objetivos do empreendimento são cruciais para a definição de variáveis para medir a eficiência.

As variáveis investigadas foram:

- Índice Custo Operacional Fixo – COF.
- Idade das embarcações - I
- Índice de Disponibilidade Operacional - IDO.

A primeira é uma variável controlada e é representada pelo Custo Fixo Operacional – CFO . É o índice representativo dos custos fixos operacionais realizados. São custos ligados diretamente as despesas operacionais do navio, ou seja, é o resultado da soma do custo de pessoal, viveres, manutenção, material sobressalentes, material de custeio e materiais gerais de escritório, lubrificantes, telecomunicações, e outros custos que envolvem a administração do navio, como; agentes, despachantes, água potável, aluguel de equipamentos, taxas, pequenos serviços e etc...

A segunda é uma variável controlada e é representada pela Idade da embarcação. É o índice representativo da idade dos navios, os números são processados de forma em que quanto menor o indicador maior a idade do navio tornando desta forma uma escala onde os as maiores idades representam um menor índice.

A terceira variável – IDO – é o output selecionado. É o índice que representa a divisão do tempo indisponível da embarcação para as operações (tempos de indisponibilização da embarcação que levam a desconto no valor de seu aluguel) dividido pelo tempo total de um período. Normalmente o período utilizado é o tempo de um mês ou tecnicamente 30,4142 dias.

Todas as variáveis são apresentadas após o processo de normalização. Este processo permite reduzir ou aumentar proporcionalmente os valores para uma escala definida, neste estudo foi usado uma escala de 1 a 10.

A unidade “embarcação” foi determinada como unidade de decisão (DMU) para aplicação do método DEA, considerando a premissa da homogeneidade das DMUs, foram agrupados primeiramente por “especialização para transporte de carga” e por “período de tempo”. Foram analisados os dados referentes aos anos 1993, 1994 e 1995, e finalmente analisada toda a frota.

Será demonstrada a aplicabilidade da Análise Envoltória de Dados na gestão de uma frota de navios empregada em transporte marítimo de carga operando no regime de Contrato de transporte por Tempo. Dessa forma cabe ressaltar não se trata de estudo de caso.

Neste estudo será aplicado o DEA-CCR com orientação ao *output* e retorno constante de escala. O modelo tem dois inputs e um output e será utilizado o *Software Frontier Analyst – Banxia*, qualquer variação introduzida demandará a configuração de um novo modelo.

A Figura 10 ilustra a estrutura do modelo DEA proposto neste estudo:

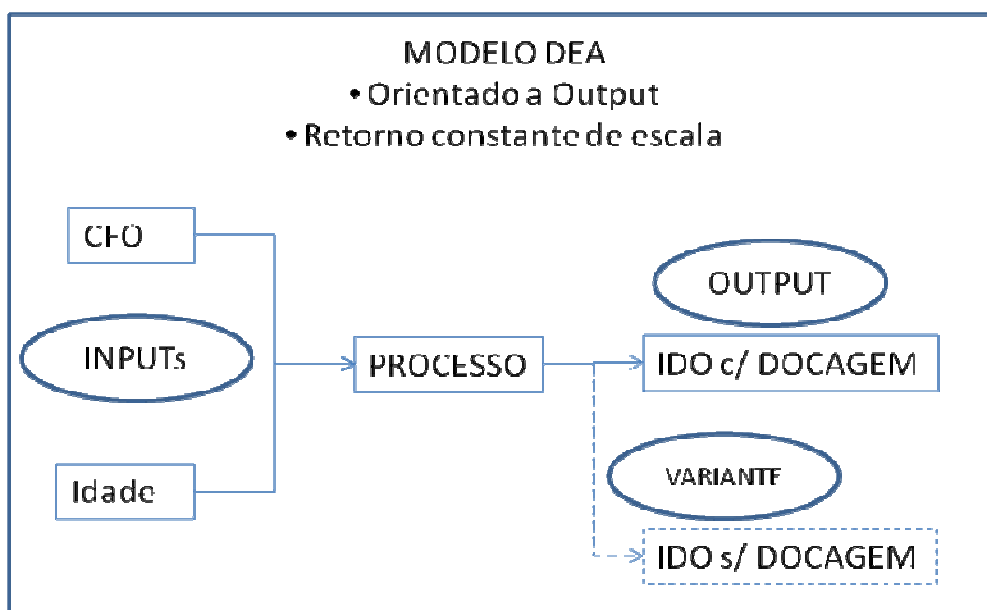


Figura 10. Estrutura do Modelo.

As unidades estudadas foram agrupadas de duas formas; por ano e por homogeneidade determinados pela característica do trade e do produto transportado.

5.7 RESULTADOS DO MODELO DEA

Serão apresentados os resultados e análise comparativa entre os resultados obtidos para cada grupo e o grupo total de DMUs. Todos os dados e resultados das análises das DMUS conforme cada estudo realizado encontram-se disponibilizados em tabelas conforme o quadro de anexos.

A Figura 11 ilustra a estrutura do modelo esquemático de ordenação das DMUs e grupos homogêneos proposto neste estudo:

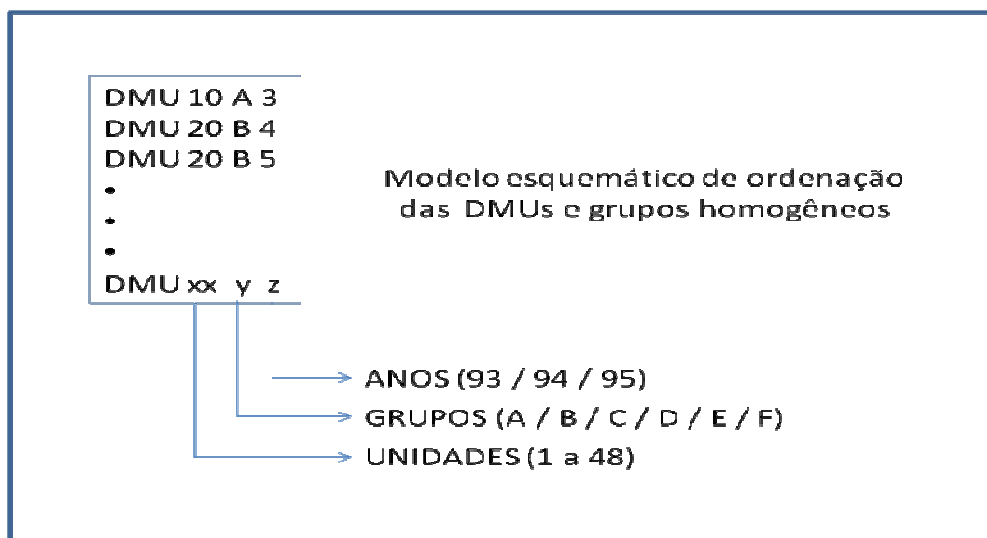


Figura 11. Modelo de esquemático de ordenação das DMUs e grupos homogêneos.

Apresentamos a seguir, os requisitos seguidos para cada grupo de análise:

Análise I

Os resultados serão apresentados através de análises na seguinte ordem:

- Análise básica (escores).
- Por ano analisado num total de três anos.
- O resultado da análise DEA do Grupo total de navios por ano
- O resultado da análise DEA individual dos grupos homogêneos por ano
- Conclusão baseada na análise DEA comparando os grupos homogêneos com o grupo total destacando as características principais unidades e dos movimentos representativos.

Análise II

Os resultados serão apresentados através de análises na seguinte ordem:

- Para cada grupo analisado num total de três anos.
- O Resultado da análise DEA do Grupo em três anos (só escores).
- O Resultado da análise DEA individual dos grupos com o resultado da análise do período de três anos

Análise III

- Análise com substituição de uma das variáveis

- - IDO com Docagem por IDO sem docagem
- Análise básica (escores).
- Por ano analisado num total de três anos.
- O resultado da análise DEA do grupo total de navios no período
- O resultado da análise DEA individual de um dos grupos homogêneos no período de um ano

Apresentamos a seguir, análises realizadas:

Análise I

A) Ano 1993

A base de dados desta análise encontra-se no quadro 2 – Ordenamento das DMUs com Docagem –ano 1993 e quadro 5 – Ordenamento das DMUs índices de ineficiência com docagem - ano 1993, onde as embarcações foram ordenadas, por grupos homogêneos e pela totalidade da Frota.

Grupo Total de Navios: Composto por 48 navios e analisados em sua totalidade vimos que três unidades são eficientes (24C, 46F e 48F), ou seja, sobre a fronteira de eficiência e 93,75% da frota, 45 unidades apresentam-se como ineficientes quando comparada com toda a frota. (Grupo heterogêneo).

Grupo A: Composto por 09 navios, o resultado da análise indica as unidades (1 e 9) eficientes e que sete unidades são ineficientes.

Grupo B: Composto por 10 navios, o resultado da análise indica as unidades (11, 13 e 16) eficientes e sete unidades ineficientes..

Grupo C: Composto por 8 navios, o resultado da análise indica as unidades (21, 24 e 27) eficientes e cinco unidades ineficientes

*As unidade (24) apresenta- se eficiente também na ordenação total da frota

Grupo D: Composto por 8 navios, o resultado da análise indica as unidades (28, 32) eficientes e seis unidades ineficientes

Grupo E: Composto por 7 navios, o resultado da análise indica as unidades (36, 37,40 e 42) eficientes, três unidades ineficientes..

Grupo F: Composto por 6 navios, o resultado da análise indica as unidades (46, 48) eficientes e quatro unidades ineficientes.

*As unidades (46 e 48) apresentam- se eficiente também na ordenação total da frota

Através da análise DEA orientada para *output*, no período relativo ao ano de 1993, e da ordenação de seus resultados é possível medir a eficiência e a ineficiência de cada unidade, sugerindo que as unidades ineficientes podem alcançar a fronteira da eficiência através da maximização da variável disponibilidade operacional; exceto

as unidades (2 A, 20C e 43 E) quando analisadas na totalidade, e as unidades (20 C e 36E) quando analisadas em seus grupos homogêneos, também apresentam ineficiência na variável Custo fixo Operacional.

Podemos notar a inversão na ordenação de algumas unidades no quadro, quando comparamos a ordenação em seu próprio grupo com a ordenação geral. Isto se deve ao fato de que, a inclusão de outras DMUs em um determinado grupo, poderá causar deslocamento da fronteira de eficiência, nestes casos, aumentando de forma não proporcional a distancia da fronteira de eficiência das unidades originais.

Através da Análise Envoltória de Dados pode-se verificar que a fronteira de eficiência foi formada por navios que tem idade superior a idade media da frota, CFO abaixo da media da frota e IDO acima da media obtida pela frota, desta forma os resultados obtidos indicam um resultado prático contrário a expectativa de que os navios mais novos teriam um melhor desempenho em relação aos mais antigos, ou seja, isto demonstra a adequação da ferramenta ao problema em questão, ao identificar situações que dificilmente seriam verificadas sem a utilização de alguma metodologia científica.

B) Ano 1994

A base de dados desta análise encontra-se no quadro 3 – Ordenamento das DMUs com Docagem – ano 1993 e quadro 6 – Ordenamento das DMUs índices de ineficiência com docagem - ano 1993, onde as embarcações foram ordenadas, por grupos homogêneos e pela totalidade da Frota.

Grupo Total de Navios: Composto por 48 navios e analisados em sua totalidade vimos que duas unidades são eficientes (43F e 44F), ou seja, sobre a fronteira de eficiência e 95,7% da frota, 46 unidades apresentam-se como ineficientes quando comparada com toda a frota.(Grupo heterogêneo).

Grupo A: Composto por 09 navios, o resultado da análise indica a unidade (3) eficiente e oito unidades ineficientes.

Grupo B: Composto por 10 navios, o resultado da análise indica as unidades (10 e 16) eficientes e oito unidades ineficientes..

Grupo C: Composto por 8 navios, o resultado da análise indica as unidades (21 e 23) eficientes e seis unidades ineficientes

Grupo D: Composto por 8 navios, o resultado da análise indica as unidades (32 e 33) eficientes e seis unidades ineficientes

Grupo E: Composto por 7 navios, o resultado da análise indica as unidades (36 e 42) eficientes e cinco unidades ineficientes..

Grupo F: Composto por 6 navios, o resultado da análise indica as unidades (43, 44) eficientes e quatro unidades ineficientes.

*As unidades (43 e 44) apresentam-se eficientes também na ordenação total da frota.

Através da análise DEA orientada para *output*, no período relativo ao ano de 1994, e da ordenação de seus resultados é possível medir a eficiência e a ineficiência de cada unidade, sugerindo que as unidades ineficientes podem alcançar a fronteira da eficiência através da maximização da variável disponibilidade operacional exceto as unidades (21C, 46F, 27C, 22C, 24C, 36E, 42, E, 25C, 40E, 41E, 39E, 26C, 13B, 20C, 14, B 37E, 17B 29 d) que apresentam ineficiência na variável Custo fixo Operacional e ainda (16B, 15B, 32D, 2 A, 19B e 1 A) apresentam também ineficiência na variável Idade, o que significa o mesmo resultado poderia ser obtido com navios de idade superior.

No ano de 1994 também foi observado a inversão na ordenação de algumas unidades no quadro, quando comparamos a ordenação em seu próprio grupo com a ordenação geral. Isto se deve ao fato de que a inclusão de outras DMUs em um determinado grupo, poderá causar deslocamento da fronteira de eficiência, nestes casos aumentando de forma não proporcional a distancia da fronteira de eficiência das unidades originais.

Da mesma forma que no ano 1993, pode-se verificar que a fronteira de eficiência foi formada por navios que tem idade superior a idade media da frota, CFO abaixo da media da frota e IDO acima da media obtida pela frota, desta forma os resultados obtidos não confirmam a hipótese inicial, ou seja, de que os navios mais novos também seriam os mais eficientes.

C) Ano 1995

A base de dados desta análise encontra-se no quadro 4 – Ordenamento das DMUs com Docagem –ano 1993 e quadro 7 – Ordenamento das DMUs índices de ineficiência com docagem - ano 1993, onde as embarcações foram ordenadas, por grupos homogêneos e pela totalidade da Frota.

Grupo Total de Navios: Composto por 48 navios e analisados em sua totalidade vimos que três unidades são eficientes (24C, 46F e 48F), ou seja, sobre a fronteira de eficiência e 93,8% da frota, 46 unidades apresentam-se como ineficientes quando comparada com toda a frota. (Grupo heterogêneo).

Grupo A: Composto por 09 navios, o resultado da análise indica as unidades (1 e 9) eficientes e que sete unidades são ineficientes.

Grupo B: Composto por 10 navios, o resultado da análise indica as unidades (11,13 e 16) eficientes e sete unidades ineficientes..

Grupo C: Composto por 8 navios, o resultado da análise indica as unidades (24 e 27) navios eficientes e seis unidades ineficientes.

*A unidade (24) apresenta-se eficiente também na ordenação total da frota.

Grupo D: Composto por 8 navios, o resultado da análise indica as unidades (32 e 33) eficientes e seis unidades ineficientes

Grupo E: Composto por 7 navios, o resultado da análise indica as unidades (36, 41 e 42) navios eficientes, cinco unidades ineficientes.

Grupo F: Composto por 6 navios, o resultado da análise indica as unidades (46, 48) eficientes e quatro unidades ineficientes.

*As unidades (46 e 48) apresentam-se eficientes também na ordenação total da frota

Através da análise DEA orientada para *output*, no período relativo ao ano de 1995, e da ordenação de seus resultados é possível medir a eficiência e a ineficiência de cada unidade, sugerindo que as unidades ineficientes podem alcançar a fronteira da eficiência através da maximização da variável disponibilidade operacional exceto as unidades

(20C e 36 E) quando analisadas na totalidade e as unidades (20C, 29D, 30D, 28D e 43F) quando analisadas em seus grupos homogêneos, também apresentam ineficiência na variável Custo fixo Operacional e ainda a unidade (15B) que apresentam ineficiência na variável índice de disponibilidade e também na variável Idade

No ano de 1995 também foi observado a inversão na ordenação de algumas unidades no quadro, quando comparamos a ordenação em seu próprio grupo com a ordenação geral. Isto se deve ao fato de que a inclusão de outras DMUs em um determinado grupo, poderá causar deslocamento da fronteira de eficiência, nestes casos aumentando de forma não proporcional a distância da fronteira de eficiência das unidades originais.

Da mesma forma que no ano 1993, pode-se verificar que a fronteira de eficiência foi formada por navios que tem idade superior a idade média da frota, CFO abaixo da média da frota e IDO acima da média obtida pela frota, desta forma os resultados obtidos não confirmam a hipótese inicial, ou seja, de que os navios mais novos também seriam os mais eficientes.

Na ordenação das eficiências relativas é possível verificar a superioridade do Grupo F ao longo do período principalmente as unidades (46 e 48) com eficientes nos anos 1993 e 1995 e entre os 10 melhores posicionamentos no ano 1994 (o grupo F apresenta a Idade de seus navios bastante superior a média de idade da frota, os custos abaixo da média da frota e a disponibilidade acima da média da frota). Em contraposição ao grupo A, que apresentam ineficiências ao longo do período

analisado, o grupo F apresenta a Idade de seus navios inferior a media de idade da frota, os custos acima da media da frota e a disponibilidade abaixo da media da frota).

Os demais grupos B,C, D e E apresentam resultados de suas unidades de forma variada ao longo do período analisado.

Análise II

A) Grupo A

A base de dados desta análise encontra-se no quadro 11 – Ordenamento das DMUs do grupo x com docagem – comparativo no período de 03 anos.

O resultado é a comparação da análise DEA realizado nos grupo A individualmente e também considerando o período de três anos nas formas relacionadas abaixo:

a- Um Grupo formado por todas as DMUs do Grupo A, ao longo de, três anos é igual a 27 DMUS.

As DMUs foram então agrupadas por ano e gerado um novo quadro, onde podemos verificar o comportamento de cada DMU ao longo do período de três anos.

Grupo composto por 27 DMUs e analisados em sua totalidade vimos que duas unidades se mostram eficiente (1 A 5 e 9 A 3), ou seja, sobre a fronteira de eficiência e 92,6 da frota, 25 unidades apresentam-se ineficientes quando comparada com o grupo. (Grupo homogêneo).

A DMU 4 apresentou redução de ineficiência ao longo de três anos.

A DMU 3 apresentou resultado constante durante os três anos, enquanto todas as demais DMUs apresentaram movimentos variados ao longo do período, caracterizado por aumento na ineficiência em 1994 e redução na ineficiência no ano 1995.

b- Grupos A individualizados por ano:

Composto por 09 navios, o resultado da análise indica:

Ano 1993 - unidades (1 e 9) eficientes e sete unidades ineficientes.

Ano 1994 - unidade (3) eficiente e oito unidades ineficientes.

Ano 1995 - unidades (1 e 9) eficientes e sete unidades ineficientes.

c- Três Grupos A extraídos do grupo total de navios de cada ano.

O grupo A é composto por DMUs que apresentaram o índice de disponibilidade operacional com docagem impactados. A análise DEA indica que esta ineficiência tem afetado todo grupo, podendo-se observar que o grupo A tem seus escores situados em uma faixa média e baixa na escala de ineficiência do grupo total de navios provavelmente por períodos de docagens superiores a média do grupo total de navio.

A partir desta análise constata-se o “forte” impacto do IDO sobre a eficiência dos navios com relação ao grupo total de navios.

B) *Grupo B*

A base de dados desta análise encontra-se no quadro 12 – Ordenamento das DMUs do grupo x com docagem – comparativo no período de 03 anos.

O resultado é a comparação da análise DEA realizado nos grupo B individualmente e também considerando o período de três anos nas formas relacionadas abaixo:

a- Um Grupo formado por todas as DMUs do Grupo B, ao longo de, três anos é igual a 30 DMUS.

As DMUs foram então agrupadas por ano e gerado um novo quadro, onde podemos verificar o comportamento de cada DMU ao longo do período de três anos.

Grupo composto por 30 DMUs e analisados em sua totalidade vimos que três unidades se mostram eficientes (10B4, 11B3 e 13B5), ou seja, sobre a fronteira de eficiência e 90 da frota, 27 unidades apresentam-se ineficientes quando comparada com o grupo (Grupo homogêneo).

A DMU 10 apresentou acentuada redução de ineficiência em 1994 e aumento em 1995.

A DMU 12 apresentou resultado constante em 1994 e queda em 1995, enquanto todas as demais DMUs apresentaram movimentos variados ao longo do período, caracterizado por aumento na ineficiência em 1994 e redução na ineficiência no ano 1995.

b- Grupos B individualizados por ano:

Composto por 10 navios, o resultado da análise indica:

Ano 1993 - unidades (11, 13 e 16) eficientes e sete unidades ineficientes.

Ano 1994 - a unidade (10 e 12) eficiente e oito unidades ineficientes.

Ano 1995 - indica as unidades (11,13 e 16) eficientes e sete unidades ineficientes.

c- Três Grupos B extraídos do grupo total de navios de cada ano.

O grupo B é composto por DMUs que apresentaram o índice de disponibilidade operacional, também impactados. A análise DEA indica que esta ineficiência em escalas diferentes, tem afetado todo o grupo, podendo-se observar que o grupo A tem seus escores situados em uma faixa média e que algumas DMUs na faixa mais baixa de ineficiência possivelmente por períodos de docagens que em alguns casos são superiores a média.

Nesta análise constatam-se impactos moderados e fortes do IDO sobre a eficiência dos navios quando comparados ao grupo total de navios.

C) *Grupo C*

A base de dados desta análise encontra-se no quadro 13 – Ordenamento das DMUs do grupo x com docagem – comparativo no período de 03 anos.

O resultado é a comparação da análise DEA realizado nos grupo C individualmente e também considerando o período de três anos nas formas relacionadas abaixo:

a- Um Grupo formado por todas as DMUs do Grupo C, ao longo de, três anos é igual a 24 DMUS.

As DMUs foram então agrupadas por ano e gerado um novo quadro, onde podemos verificar o comportamento de cada DMU ao longo do período de três anos.

Grupo composto por 24 DMUs e analisados em sua totalidade vimos que duas unidades se mostram eficientes (24 C 5 e 27 C 5), ou seja, sobre a fronteira de eficiência e 92% da frota, 22 unidades apresentam-se ineficientes quando comparada com o grupo. (Grupo homogêneo).

A DMU 22 apresentou constante redução de ineficiência ao longo do período.

A DMU 23 apresentou redução de ineficiência em 1994 e aumento em 1995, enquanto todas as demais DMUs apresentaram movimentos variados ao longo do período, caracterizado por aumento na ineficiência em 1994 e redução na ineficiência no ano 1995.

b- Grupos C individualizados por ano:

Composto por 8 navios, o resultado da análise indica:

Ano 1993 - unidades (21, 24 e 27) eficientes e cinco unidades ineficientes.

Ano 1994 - a unidade (21 e 23) eficiente e quatro unidades ineficientes.

Ano 1995 - indica as unidades (24 e 17) eficientes e seis unidades ineficientes.

c- Três Grupos C extraídos do grupo total de navios de cada ano.

O grupo C é composto por DMUs que apresentaram o índice de disponibilidade operacional, também impactados por períodos de docagens mas que na maioria da DMUs não é o principal motivo da ineficiência. A análise DEA indica que esta ineficiência devido à docagem tem afetado apenas parte do grupo, podendo-se observar que o grupo A tem seus escores situados em faixa ótima e que algumas DMUs na faixa média de ineficiência.

Análise III

Anos 1993, 1994 e 1995,

Considerando que a comparação entre os resultados da análise DEA por períodos apresentam as mesmas características, entendemos que são os mesmos fatores a serem estudados.

As bases de dados desta análise encontram-se nos quadros 14, 15 e 16 – Quadros comparativos dos resultados das DMUs com substituição de variáveis com doca docagem por variáveis sem docagem - ano 1993, onde as embarcações foram ordenadas pela totalidade da Frota.

Grupo Total de Navios: Composto por 48 navios, através da análise DEA podemos observar que a docagem impactou os resultados quando comparados com a análise efetuada com variáveis sem docagem, entretanto, o impacto gerado não foi proporcional a todas DMUs e que podemos segmentá-los, da seguinte forma:

Ano 1993.

- a) As DMUs (24C3, 43F3, 45F3, 23F3, 22C3, e 10B3) apresentaram redução de ineficiência quando comparadas as ineficiências com docagem e sem docagem
- b) As DMUs (46F3, e 48F3) não tiveram suas eficiências alteradas quando comparadas as ineficiências com docagem e sem docagem
- c) As demais DMUs foram impactadas, aumentando suas ineficiências, entretanto, pode notar que tais impactos também não foram proporcionais, afetando umas mais que outras.

Podemos supor que tais impactos podem ser explicados pela ocorrência alguns problemas causadores de maior perda de tempo de disponibilização em alguns navios que em outros, como:

- Posicionamento do navio para efeito de off-hire e on-hire,
- Porte dos navios que tenham necessidade de efetuar docagens em locais distantes,
- Atrasos dos estaleiros para realização dos reparos,
- Atrasos na realização dos reparos por falhas de planejamento do armador.

6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A DEA mostrou ser uma metodologia simples e consistente de análise de desempenhos relativos, conseqüentemente, é um ferramental que pode ser muito útil em análises de inúmeros aspectos das atividades de gestão.

Para a correta utilização do método é fundamental a disponibilidade das informações, no que se pretende avaliar. São os dados que permitem inúmeras possibilidades de análises.

O estudo buscou propiciar um instrumento para avaliar a produtividade e a eficiência técnica de uma frota de navios empregada no negocio de transporte marítimo de cargas, lidar com a problemática de unidades não homogêneas, representada pelos seis grupos de navios e ainda identificar os fatores críticos condicionantes de desempenho operacional dos navios, em termos dos indicadores de produtividade relevantes para o custo e tempo disponível para operação.

A partir da revisão da literatura do método DEA da apresentação de sua base conceitual utilizada neste estudo buscou-se caracterizar e detalhar o estudo de caso propriamente dito para na etapa seguinte, modelar o problema proposto com o objetivo de alcançar os objetivos intermediários.

A frota estudada é composta por 48 navios, que foram segmentados segundo a especialidade carga e suas rotas. O estudo primeiramente foi efetuado sobre o grupo total de navios e em seguida foram efetuados estudos de cada grupo separadamente e ao final foram comparados seus resultados com primeiro caso. A seleção de casos mostrou-se acertada, pois, através dos resultados obtidos nos dois casos e a comparação dos resultados, pode-se chegar a uma conclusão, melhor entendimento do problema e, conseqüentemente atingir os objetivos propostos neste estudo.

O desenvolvimento do estudo com base no modelo proposto, a fim de lidar com a problemática da não homogeneidade intergrupos mostrou-se benéfica e proveitosa na análise dos casos.

Toda análise efetuada teve por base o modelo DEA CCR/CRS, com orientação ao output, pois desejava maximizar os outputs mantendo-se os inputs constantes, as alterações foram segundo a ótica da não homogeneidade intergrupos.

Os resultados foram avaliados sob três aspectos do serviço de transporte marítimo: o custo, a idade da unidade e a disponibilidade operacional. A análise, através dessas três abordagens, mostrou-se de grande valia para os transportadores

marítimos a medida que apresentou, em alguns casos, resultados bastante recomendáveis.

Os resultados permitem concluir que a frota estudada, mesmo operando com uma frota com a elevada media de idade de suas unidades, apresenta potencial para alcançar níveis razoáveis de competitividade através da redução de perdas pela indisponibilidade operacional.

Os objetivos propostos foram atingidos com êxito, trazendo uma contribuição tanto para o meio acadêmico quanto para o mercado de transporte marítimo, que necessita de ferramentas de auxílio à decisão dado a diversidade e a complexidade da gestão deste negócio. Para as empresas de navegação, mesmo considerando sua atuação milenar, este estudo apresenta uma nova ferramenta, que apresenta a possibilidade de identificar as unidades eficientes e as ineficientes e consequente correções nos processos de tomada de decisão proporcionando maior eficiência empresarial e melhor atendimento aos clientes.

Através deste estudo identificamos a possibilidade de desenvolvimentos futuros desta pesquisa, como por exemplo, estudo específico sobre a eficiência das docagens dos navios, por se tratar de fator extremamente importante, pois impacta na eficiência do navio de varias formas: tempo de paralisação, custo fixo e na qualidade da operação, uma vez que é neste período que efetuam os reparos e alterações mais importantes, que refletem nos períodos futuros da operação dos navios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKOFF, Russell L.; SASIENI, Maurice W. **Pesquisa Operacional**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos da Universidade de São Paulo, 1971.
- ALMEIDA, Mariana Rodrigues; MARIANO, Enzo Barberio; REBELLATO, Daisy Aparecida do Nascimento. **A nova administração da produção: uma sequência de procedimentos pela eficiência**. São Paulo. Disponível em: <http://www.ead.fea.usp.br/semead/9semead/resultado_semead/trabalhosPDF/442.pdf>. Acesso em: 03 set. 2010.
- ANJOS, Maria Anita dos. **Aplicação da análise envoltória de dados (DEA) no estudo da eficiência econômica da indústria têxtil brasileira dos anos 90**. Florianópolis, 2005.
- AQUINO, CLC Alberto Pereira de (Coord. e Co-autor). **História da Marinha Mercante Brasileira 1945 a 2002**. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação da Marinha, FEMAR, 2009.
- BANDIN, Neiva Terezinha. **Avaliação da Produtividade de Supermercados e seu Benchmarking**. Florianópolis, Outubro de 1995. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção- Universidade Federal de Santa Catarina. Tese de Mestrado. Disponível em: <<http://www.eps.ufrsc.br/disserta98/neiva>>. Acesso em: 30 jan. 2003, 16:42.
- BANKER, R.D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 30, pp. 1078-1092, 1984.
- BARROS, C. P. Incentive regulation and efficiency of Portuguese port authorities. **Maritime Economics and Logistics**, 5 (1), pp. 55–69, 2003
- BARROS, C.P. The measurement of efficiency of Portuguese seaport authorities with DEA, **International Journal of Transport Economics**, XXX (3), pp. 335–354, 2003.
- BARROS, C.P.; ATHANASSIOU, M. Efficiency in European seaports with DEA: **Evidence from Greece and Portugal**, **Maritime Economics and Logistics**, 6 (2), pp. 122–140, 2004.

- BONILLA, M.; CASASUS, T.; MEDAL, A.; SALA, R. An efficiency analysis of the Spanish port system, **International Journal of Transport Economics**, XXXI (3), pp. 379–400, 2004.
- BRONSON, Richard. **Pesquisa Operacional**. São Paulo: McGraw-Hill Ltda, 1985.
- CAILLAUX . Seleção de rota marítima de contêineres utilizando análise envoltória de dados, 2005.
- CAILLAUX, Marcio Arzua. **Seleção de rota marítima de contêineres utilizando análise envoltória de dados: estudo de caso na análise de eficiência de rotas entre portos da costa leste da América do Sul**. Niterói, 2005.
- CAMP, R. **Global cases in benchmarking: best practices from organizations around the world**. Milwaukee, Wis.: ASQ Quality, 1998.
- CAMP, R.. **Benchmarking**: Identificando, analisando e adaptando as melhores práticas da administração que leva à maximização da performance empresarial. São Paulo: Pioneira, 1993.
- CANUTO, Otaviano. **Mudança técnica e concorrência**: um arcabouço evolucionista. Texto para Discussão n. 6, Campinas: UNICAMP/IE, 1992.
- CERRETA e SONZA. Estudo de análise da eficiência de unidades de tomada de decisão em empresas de transporte de coletivos, 2002.
- CERRETA, Paulo Sérgio. SONZA, Igor Bernardi. **Análise da eficiência de unidades de tomada de decisão em empresas de transportes coletivos**. São Paulo, 2002.
- CHARNES, Abraham; COOPER, A.Y.; LEWIN and L.M. SEIFORD. (1995) **Data Envelopment Analysis**: Theory, Methodology, and Application. Boston/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publishers, 1996.
- CHARNES, Abraham; COOPER, William W.; LEARNER, D. B.; PHILLIPS, F.Y.; GOLANY, B.; EECHAMBADI, N. **Efficiency Analysis of Response Under Competition. Reserarch Report CCS 469**, Center for Cybernetic Studies, The University of Texas at Austin, Austin, TX (1984).
- CHARNES, Abraham; COOPER, William W.; LEWIN, Arie Y.; SEIFORD, Lawrence M.. **Data envelopment analysis**: Theory, Methodology, and Application. 2nd. ed. Boston/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publishers, 1996.
- CHARNES, Abraham; COOPER, William W.; RHODES, E. Measuring The Efficiency of Decisium Making Units. **European Journal of Operational Research** – v. 2 – 1978.

- COELLI, T.J and S Perelman. (1996). **Efficiency Measurement, Multiple-output Technologies and Distance Functions: With Application to European Railways**, CREPP Discussion Paper no. 96/05, University of Liege, Liege.
- COELLI, T.J. A Multi-stage Methodology for the Solution of Orientated DEA Models, **Operations Research Letters**, 23, pp.143-149, 1998.
- COELLI, Tim; RAO, D. S. Prasada; O'DONNELL, Christopher; BALTESE, George E.. **An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis**. 2nd ed. New York, NY: Springer Science+Business Media, LLC, 2005.
- COOPER, William C.; SEIFORD, Lawrence M.; TONE, Kaoru. **Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver Software**, Boston/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publishers, 1999.
- COSTA, Zózimo Pereira. **Avaliação de Produtividade em Transporte Marítimo**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1990.
- COSTA. Estudo de avaliação de produtividade em transporte marítimo, 1990.
- COUTINHO, Luciano; FERRAZ, João Carlos. (orgs.) **Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira**. 2.ed. Campinas, São Paulo: Papirus; Editora da Universidade Estadual de Campinas, 1994.
- CULLINANE, K. P. B. The Productivity and efficiency of ports and terminals: Methods and applications. In: C.T. Grammenos, *Handbook of maritime economics and business*, Informa Professional, London (2002), pp. 803–831.
- CULLINANE, K.P.B. ;WANG, T.-F. The efficiency of European container ports: A cross-sectional data envelopment analysis, **International Journal of Logistics: Research and Applications**, 9 (1), pp. 19–31, 2006.
- CULLINANE, K.P.B.; JI, P.; WANG, T.-F . The relationship between privatization and DEA estimates of efficiency in the container port industry. **Journal of Economics and Business**, 57 (5), pp. 433–462, 2005.
- CULLINANE, K.P.B.; SONG, D.-W. ; WANG, T.-F. The application of mathematical programming approaches to estimating container port production, **Journal of Productivity Analysis** , 24 (1), pp. 73–92, 2006.
- CULLINANE, K.P.B.; SONG, D.-W.; JI, P.; WANG, T.-F. An application of DEA windows analysis to container port production efficiency, **Review of Network Economics**, 3 (2), pp. 186–208, 2004.

- CULLINANE, K.P.B.; WANG, T.-F.; SONG, D.-W. and JI, P. A comparative analysis of DEA and SFA approaches to estimating the technical efficiency of container ports, **Transportation Research A: Policy and Practice**, 40 (4) (2005), pp. 354–374, 2005.
- DE NEUFVILLE, R. and TSUNOKAWA, K. Productivity and returns to scale of container ports, **Maritime Policy and Management**, 8 (2) , pp. 121–129, 1981.
- DUARTE, Janete; MACEDO, Paulo B. R. “Fronteira tecnológica e eficiência técnica na indústria brasileira: desempenho e tendências no período de 1986-1995”. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 29, 2001, Salvador. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPEC, 2001. Disponível em: <<http://www.anpec.org.br/encontro2001/artigos/200104373.pdf>>. Acesso em: 19 fev. 2003.
- EMROUZNEJADA, Ali; PARKERB, Barnett R.; TAVARESC, Gabriel. Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA. **Journal of Socio-Economics Planning Science**, n 42(3), pp. 151-157, 2008.
- FARRELL, M.J. The Measurement of Productive Efficiency, **Journal of the Royal Statistical Society**, Series A. CXX, Part. 3, pp.253-290, 1957.
- FITZSIMMONS, James A.; FITZSIMMONS, Mona J. A **Administração de Serviços**. 20 edição. Porto Alegre: Bookman, 2000.
- FREITAS, Fábio N.P. **Elementos conceituais para uma análise das decisões estratégicas das firmas**. Rio de Janeiro: Instituto de Economia, Série Documentos IE/UFRJ; n. 25, 1995.
- GOLANY, Boaz; ROLL, Y. Na Application Procedure for DEA. **Omega**, v. 17, n.3, pp. 237-250, 1989.
- GOLDBARG, Marco César; LUNA, Henrique Pacca. **Otimização Combinatória e Programação Linear: Modelos a Algoritmos**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- HAGUENAUER, Lia. **Competitividade: conceitos e medidas – uma resenha da bibliografia recente com ênfase no caso brasileiro**. (Texto para Discussão n.211). Rio de Janeiro: UFRJ, 1989. Disponível em: <http://www.ie.ufrj.br/gic/pdfs/1989-1_Haguenauer.pdf> Acesso em: 07 mar. 2003.
- ITOH, H. Efficiency changes at major container ports in Japan: A window application of data envelopment analysis, **Review of Urban and Regional Development Studies**, 14 (2), pp. 133–152, 2002..

- JUNQUEIRA. Mais quatro. **Portos e Navios**.. Ano51, edição 584, p.18, setembro, 2009.
- KIM, M.; SACHISH, A. The structure of production, technical change and productivity in a port, **Journal of Industrial Economics**, 35 (2), pp. 209–223, 1986.
- LINDAU, L.A.; COSTA, M.B.B.; SOUSA, F.B.B. “Em busca de *benchmark* da produtividade de operadores de ônibus”. In: **Transporte: experiências em rede**. pp.199-221, 2001.
- LINS, Marcos Pereira Estellita; MOREIRA, Maria Cristina Bessa. “Implementação com Seleção de Variáveis em Modelos de DEA”. In: UNS, Marcos Pereira Estellita; MEZA, Lúcia Ângulo (org.). **Análise Envoltória de Dados e Perspectivas de Integração no Ambiente de Apoio à Decisão**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ. Cap0111, pp.38 – 52, 2000.
- MACEDO, Marcelo Alvaro da Silva, BENGIO, Márcia da Costa. **Avaliação de Eficiência Organizacional Através de Análise Envoltória de Dados**. Rio de Janeiro, NEGEN/DCAC/ICHS/UFRuralRJ.
- MANAGI, Shunsuke. Maritime Shipping Industry and Productivity in Japan. **Maritime Economics and Logistics**, n. 9, pp. 291-301, 2007. Disponível em: < <http://www.palgrave-journals.com/mel/journal/v9/n4/abs/9100187a.html>>. Acesso em: 13 set. 2009.
- MARTINEZ-BUDRIA; DIAZ-ARMAS, R.; NAVARRO-IBANEZ, M.; RAVELO-MESA, T. A study of the efficiency of Spanish port authorities using data envelopment analysis, **International Journal of Transport Economics**, XXVI (2), pp. 237–253, 1999.
- MELGAREJO, Leonardo. **Desempenho, eficiência multidimensional e previsão de possibilidade de sucesso em assentamentos de reforma agrária**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- MELLO, J.C.C.B. Soares de; MEZA, L.A.; GOMES, E.G.; BIONI NETO, L.. “Curso de Análise de Envoltória de Dados”. In: **Anais XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO)**. Gramado, RS, 2005.
- MENDES, Judas Tadeu Grassi. **Economia Empresarial**. Curitiba: Edição do Autor, 2002.
- PARK, R.-K.; DE, P. An alternative approach to efficiency measurement of seaports, **Maritime Economics and Logistics**, 6, pp. 53–69, 2004.

- PEREIRA, Marcelo Farid. **Mensuramento de Eficiência Multidimensional utilizando Análise de Envelopamento de Dados: Revisão da Teoria e Aplicações**. Florianópolis, Fevereiro de 1995. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Catarina. Tese de Mestrado – Disponível em: <<http://www.eps.ufrsc.br/dissertalfarid>>. Acesso em: 30 jan. 2003 15:43 .
- PIRES JÚNIOR, Floriano; LAMB, Thomas; SOUZA, Cassiano. **Shipbuilding Performance Benchmarking**. Inderscience Enterprises Ltd., 2009.
- PORTER, Michael E. **A vantagem competitiva das nações**. 10. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1989.
- PORTOS E NAVIOS. **Mais quatro**. Edição 584, Rio de Janeiro, ano 51, pp.18, setembro 2009.
- POSSAS, Mário Luiz. “Concorrência schumpeteriana”. In: KUPFER, David; HASENCLEVER, Lia (organizadores). **Economia industrial: fundamentos teóricos e práticos no Brasil**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.
- ROLL, Y.; HAYUTH, Y. Port performance comparison applying data envelopment analysis (DEA), **Maritime Policy and Management**, 20 (2), pp. 153–161, 1993.
- SHIP MANAGEMENT. London, England: Drewry Shipping Consultants Ltd., 2004.
- SHIPPING NEWS – Week 32-2010. Disponível em: <<http://ShipSuperintendent.com>>. Acesso em: 03 set. 2010.
- SHUNSUKE MANAGI **Maritime Shipping Industry and Productivity in Japan**
- SOARES MELLO *et al.* Estudo de análise de envoltória de dados no estudo da eficiência e dos benchmarks para companhias aéreas brasileiras. 2003
- SPENDOLINI, M.J. **Benchmarking**. São Paulo: Makron books, 1993.
- TALLEY, W.K. Performance indicators and port performance evaluation, **Logistics and Transportation Review**, 30 (4), pp. 339–352, 1994.
- TONGZON, J. Efficiency measurement of selected Australian and other international ports using data envelopment analysis. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, 35 (2), pp. 113–128, 2001.
- TONGZON, J. Systematising international benchmarking for ports, **Maritime Policy and Management**, 22 (2), pp. 171–177, 1995.
- TURNER, H.; WINDLE, R.; DRESNER, M. North American containerport productivity: 1984–1997, **Transportation Research E** 40, pp. 339–356, 2004.

- VALENTINE, V. F.;GRAY, R. The measurement of port efficiency using data envelopment analysis. **Proceedings of the 9th world conference on transport research**, 22–27 July, Seoul, 2001.
- WANG, T.-F. **Analysis of the container port industry using efficiency measurement: A comparison of China with its international counterparts**. Ph.D. thesis, Hong Kong Polytechnic University, 2004.
- WANG, T.-F.; CULLINANE, K.P.B.; SONG, D.-W. Container port production and economic efficiency, Palgrave-Macmillan, Basingstoke, 2005.
- WANG, T.-F.; SONG, D.-W.; CULLINANE, K. P. B. The applicability of data envelopment analysis to efficiency measurement of container ports. **Proceedings of the International Association of Maritime Economists Conference**, Panama, pp.13–15 November, 2002.
- YAP, W.Y.; LAM, J. S. L.; NOTTEBOOM, T. Developments in container port competition in East Asia, **Transport Reviews**, 26 (2), pp. 167–188, 2006.

ANEXO I

QUADRO 1 - ORDENAMENTO DAS DMUS E SEGMENTO DE GRUPOS

Grupos	1993	1994	1995		Grupos	1993	1994	1995
A	DMU1A3	DMU1A4	DMU1A5		D	DMU28D3	DMU28D4	DMU28D5
	DMU2A3	DMU2A4	DMU2A5			DMU29D3	DMU29D4	DMU29D5
	DMU3A3	DMU3A4	DMU3A5			DMU30D3	DMU30D4	DMU30D5
	DMU4A3	DMU4A4	DMU4A5			DMU31D3	DMU31D4	DMU31D5
	DMU5A3	DMU5A4	DMU5A5			DMU32D3	DMU32D4	DMU32D5
	DMU6A3	DMU6A4	DMU6A5			DMU33D3	DMU33D4	DMU33D5
	DMU7A3	DMU7A4	DMU7A5			DMU34D3	DMU34D4	DMU34D5
	DMU8A3	DMU8A4	DMU8A5			DMU35D3	DMU35D4	DMU35D5
	DMU9A3	DMU9A4	DMU9A5					
B	DMU10B3	DMU10B4	DMU10B5		E	DMU36E3	DMU36E4	DMU36E5
	DMU11B3	DMU11B4	DMU11B5			DMU37E3	DMU37E4	DMU37E5
	DMU12B3	DMU12B4	DMU12B5			DMU38E3	DMU38E4	DMU38E5
	DMU13B3	DMU13B4	DMU13B5			DMU39E3	DMU39E4	DMU39E5
	DMU14B3	DMU14B4	DMU14B5			DMU40E3	DMU40E4	DMU40E5
	DMU15B3	DMU15B4	DMU15B5			DMU41E3	DMU41E4	DMU41E5
	DMU16B3	DMU16B4	DMU16B5			DMU42E3	DMU42E4	DMU42E5
	DMU17B3	DMU17B4	DMU17B5					
	DMU18B3	DMU18B4	DMU18B5					
	DMU19B3	DMU19B4	DMU19B5					
C	DMU20C3	DMU20C4	DMU20C5		F	DMU43F3	DMU43F4	DMU43F5
	DMU21C3	DMU21C4	DMU21C5			DMU44F3	DMU44F4	DMU44F5
	DMU22C3	DMU22C4	DMU22C5			DMU45F3	DMU45F4	DMU45F5
	DMU23C3	DMU23C4	DMU23C5			DMU46F3	DMU46F4	DMU46F5
	DMU24C3	DMU24C4	DMU24C5			DMU47F3	DMU47F4	DMU47F5
	DMU25C3	DMU25C4	DMU25C5			DMU48F3	DMU48F4	DMU48F5
	DMU26C3	DMU26C4	DMU26C5					
	DMU27C3	DMU27C4	DMU27C5					

ANEXO II

QUADRO 2 - ORDENAMENTO DAS DMUS COM DOCAGEM – ANO 1993

	Custo c/ Docagem	Idade	IDO c/ Docagem
Grupo A	CcD03	Idade03	IDOcD03
DMU1A3	9,0412	7,8659	8,3257
DMU2A3	9,3216	7,8989	7,0894
DMU3A3	8,2015	9,1432	8,4849
DMU4A3	8,0522	8,2232	7,1469
DMU5A3	7,2859	9,0819	5,9539
DMU6A3	6,8643	10,0000	6,8889
DMU7A3	6,6512	7,8490	6,1692
DMU8A3	4,1630	9,2864	7,7343
DMU9A3	2,9710	8,1855	8,3518
Grupo B	CcD03	Idade03	IDOcD03
DMU10B3	8,6117	4,7129	3,2195
DMU11B3	8,3793	3,0106	8,7258
DMU12B3	7,8534	4,5800	9,2674
DMU13B3	3,5965	4,2133	7,3140
DMU14B3	3,6054	4,5527	5,6462
DMU15B3	2,9483	6,5670	8,3135
DMU16B3	2,9811	6,4011	8,7970
DMU17B3	8,6767	5,5895	7,2520
DMU18B3	8,1325	5,7159	6,8485
DMU19B3	9,7696	5,9279	7,0221
Grupo C	CcD03	Idade03	IDOcD03
DMU20C3	3,8902	1,1310	9,6984
DMU21C3	3,3811	1,2545	9,4425
DMU22C3	3,5023	1,3931	4,6600
DMU23C3	3,9519	1,9030	7,6489
DMU24C3	3,3811	1,0000	8,6727
DMU25C3	3,3934	1,5071	7,4509
DMU26C3	2,7418	2,0463	8,5818
DMU27C3	2,1446	1,8154	8,8634

	Custo c/ Docagem	Idade	IDO c/ Docagem
Grupo D	CcD03	Idade03	IDOcD03
DMU28D3	8,3840	5,0645	8,1336
DMU29D3	8,2529	5,3944	1,0000
DMU30D3	7,3582	5,5396	3,6025
DMU31D3	3,7984	6,7273	5,8034
DMU32D3	3,3734	6,8790	8,5924
DMU33D3	7,0831	5,6301	8,2138
DMU34D3	6,9426	6,0863	6,8050
DMU35D3	4,3206	6,6208	7,4068

	CcD03	Idade03	IDOcD03
Grupo E	CcD03	Idade03	IDOcD03
DMU36E3	10,0000	2,7448	7,1779
DMU37E3	9,2285	2,9531	7,6009
DMU38E3	9,9333	5,4274	7,3504
DMU39E3	8,2340	4,4660	8,0063
DMU40E3	8,0290	4,3519	8,4405
DMU41E3	7,2716	4,5810	7,6398
DMU42E3	6,8314	4,9835	8,4906

	CcD03	Idade03	IDOcD03
Grupo F	CcD03	Idade03	IDOcD03
DMU43F3	2,8058	1,4223	9,6420
DMU44F3	2,4739	1,3195	8,8629
DMU45F3	2,4946	3,3754	8,8298
DMU46F3	2,3990	1,3902	9,7667
DMU47F3	2,0606	3,5262	10,0000
DMU48F3	1,0000	3,4885	9,7901

ANEXO III

QUADRO 3 – ORDENAMENTO DAS DMUS COM DOCAGEM – ANO 1994

	Custo c/ Docagem	Idade	IDO c/ Docagem
Grupo A	CcD04	Idade04	IDOcD04
DMU1A4	3,9608	7,8659	1,1608
DMU2A4	4,4665	7,8989	3,5562
DMU3A4	6,8682	9,1432	8,8959
DMU4A4	7,0631	8,2232	7,1194
DMU5A4	7,4726	9,0819	3,9656
DMU6A4	8,2307	10,0000	4,3824
DMU7A4	8,3670	7,8490	4,6439
DMU8A4	8,8499	9,2864	2,7081
DMU9A4	9,1371	8,1855	6,7363
Grupo B	CcD04	Idade04	IDOcD04
DMU10B4	3,5465	4,7129	8,1148
DMU11B4	4,0521	3,0106	4,5892
DMU12B4	6,8712	4,5800	8,9487
DMU13B4	9,0186	4,2133	4,1220
DMU14B4	9,8544	4,5527	3,3497
DMU15B4	3,8894	6,5670	6,6398
DMU16B4	3,9671	6,4011	7,6525
DMU17B4	8,8605	5,5895	3,4185
DMU18B4	8,5321	5,7159	2,6902
DMU19B4	3,1565	5,9279	1,0000
Grupo C	CcD04	Idade04	IDOcD04
DMU20C4	3,4797	1,1310	1,0387
DMU21C4	3,5294	1,2545	8,4984
DMU22C4	4,2102	1,3931	6,4776
DMU23C4	2,2189	1,9030	9,2384
DMU24C4	2,6646	1,0000	3,6105
DMU25C4	2,7207	1,5071	2,4383
DMU26C4	3,2039	2,0463	2,6749
DMU27C4	4,1577	1,8154	9,1617

	Custo c/ Docagem	Idade	IDO c/ Docagem
Grupo D	CcD04	Idade04	IDOcD04
DMU28D4	7,6137	5,0645	4,5241
DMU29D4	8,4418	5,3944	1,7296
DMU30D4	8,3005	5,5396	4,3968
DMU31D4	10,0000	6,7273	5,7865
DMU32D4	3,1741	6,8790	4,6937
DMU33D4	8,4418	5,6301	5,9092
DMU34D4	8,6482	6,0863	3,9727
DMU35D4	9,0020	6,6208	3,1608

	CcD04	Idade04	IDOcD04
Grupo E	CcD04	Idade04	IDOcD04
DMU36E4	7,3968	2,7448	5,5519
DMU37E4	7,8286	2,9531	2,0254
DMU38E4	8,2362	5,4274	2,9252
DMU39E4	8,4334	4,4660	6,2225
DMU40E4	8,8450	4,3519	6,7408
DMU41E4	9,0532	4,5810	7,0725
DMU42E4	9,8218	4,9835	8,1569

	CcD04	Idade04	IDOcD04
Grupo F	CcD04	Idade04	IDOcD04
DMU43F4	1,0000	1,4223	8,7762
DMU44F4	2,0130	1,3195	9,4469
DMU45F4	2,6295	3,3754	7,8158
DMU46F4	2,5442	1,3902	7,4269
DMU47F4	2,7954	3,5262	6,5300
DMU48F4	3,0722	3,4885	10,0000

ANEXO IV

QUADRO 4 - ORDENAMENTO DAS DMUS COM DOCAGEM – ANO 1995

	Custo c/ Docagem	Idade	IDO c/ Docagem
Grupo A	CcD05	Idade05	IDOcD05
DMU1A5	9,0517	7,8659	8,4599
DMU2A5	8,8194	7,8989	7,2929
DMU3A5	8,2267	9,1432	8,9698
DMU4A5	8,0713	8,2232	8,4393
DMU5A5	7,3014	9,0819	7,2192
DMU6A5	6,8770	10,0000	8,2700
DMU7A5	6,6692	7,8490	7,4101
DMU8A5	4,1572	9,2864	6,7327
DMU9A5	2,9503	8,1855	7,9132
Grupo B	CcD05	Idade05	IDOcD05
DMU10B5	8,6595	4,7129	7,9469
DMU11B5	8,4272	3,0106	7,2849
DMU12B5	7,8897	4,5800	8,2767
DMU13B5	3,5915	4,2133	7,5304
DMU14B5	3,5957	4,5527	7,0597
DMU15B5	2,9200	6,5670	7,6145
DMU16B5	2,9496	6,4011	8,3170
DMU17B5	8,6606	5,5895	7,5616
DMU18B5	8,1446	5,7159	5,7267
DMU19B5	9,7896	5,9279	4,5324
Grupo c	CcD05	Idade05	IDOcD05
DMU20C5	3,9080	1,1310	6,8264
DMU21C5	3,3948	1,2545	8,9727
DMU22C5	3,5016	1,3931	9,4783
DMU23C5	3,9644	1,9030	9,2953
DMU24C5	3,3948	1,0000	8,7991
DMU25C5	3,4021	1,5071	7,0859
DMU26C5	2,7409	2,0463	8,7747
DMU27C5	2,1397	1,8154	9,0263

	Custo c/ Docagem	Idade	IDO c/ Docagem
Grupo D	CcD05	Idade05	IDOcD05
DMU28D5	8,3934	5,0645	1,0000
DMU29D5	8,2546	5,3944	7,7545
DMU30D5	7,3675	5,5396	6,8156
DMU31D5	3,7759	6,7273	5,5917
DMU32D5	3,3480	6,8790	7,8755
DMU33D5	7,0768	5,6301	8,6048
DMU34D5	6,9353	6,0863	7,3109
DMU35D5	4,3011	6,6208	7,5609

	CcD05	Idade05	IDOcD05
Grupo E	CcD05	Idade05	IDOcD05
DMU36E5	10,0000	2,7448	7,4758
DMU37E5	9,2228	2,9531	7,0289
DMU38E5	8,6754	5,4274	6,2658
DMU39E5	8,2564	4,4660	7,6253
DMU40E5	8,0501	4,3519	8,4185
DMU41E5	7,2883	4,5810	8,8101
DMU42E5	6,8469	4,9835	8,4595

	CcD05	Idade05	IDOcD05
Grupo F	CcD05	Idade05	IDOcD05
DMU43F5	2,8296	1,4223	9,9340
DMU44F5	2,4963	1,3195	9,2766
DMU45F5	2,5057	3,3754	10,0000
DMU46F5	2,4181	1,3902	9,7986
DMU47F5	2,0629	3,5262	9,7681
DMU48F5	1,0000	3,4885	9,5245

ANEXO V

QUADRO 5 - ORDENAMENTO DAS DMUS - SCORE DE EFICIÊNCIA COM
DOCAGEM - DMU/GRUPO/ANO - 1993

Relatório do Ano 1993 - Total		Relatório do Ano 1993 - Grupo A		Relatório do Ano 1993 - Grupo D	
Unit name	Score	Unit name	Score	Unit name	Score
DMU24C3	100	DMU1A3	100	DMU28D3	100
DMU46F3	100	DMU9A3	100	DMU32D3	100
DMU48F3	100	DMU3A3	88,7	DMU33D3	98,29
DMU20C3	98,87	DMU2A3	84,8	DMU35D3	86,14
DMU21C3	94,2	DMU4A3	82,76	DMU34D3	77,2
DMU44F3	93,63	DMU8A3	81,3	DMU31D3	67,83
DMU43F3	93,24	DMU7A3	75,3	DMU30D3	43,19
DMU27C3	89,92	DMU6A3	66,5	DMU29D3	11,83
DMU47F3	77,08	DMU5A3	62,94		
DMU26C3	71,15				
DMU25C3	65,49				
DMU45F3	63,3				
DMU23C3	54,5				
DMU22C3	42,83				
DMU16B3	41,25				
DMU13B3	38,85				
DMU15B3	38,57				
DMU32D3	36,7				
DMU11B3	35,88				
DMU9A3	33,67				
DMU37E3	30,58				
DMU36E3	30,15				
DMU12B3	28,93				
DMU14B3	28,92				
DMU35D3	28,84				
DMU42E3	28,47				
DMU40E3	27,15				
DMU33D3	25,8				
DMU8A3	25,39				
DMU41E3	25,19				
DMU39E3	25,1				
DMU31D3	23,82				
DMU28D3	23,55				
DMU34D3	21,06				
DMU3A3	20,19				
DMU17B3	19,91				
DMU1A3	19,84				
DMU18B3	19,52				
DMU38E3	19				

Relatório do Ano 1993 - Grupo B		Relatório do Ano 1993 - Grupo E	
Unit name	Score	Unit name	Score
DMU11B3	100	DMU36E3	100
DMU13B3	100	DMU37E3	100
DMU16B3	100	DMU40E3	100
DMU15B3	95,55	DMU42E3	100
DMU12B3	89,74	DMU39E3	92,46
DMU14B3	73,89	DMU41E3	92,07
DMU17B3	60,15	DMU38E3	70,09
DMU18B3	57,64		
DMU19B3	53,49		
DMU10B3	29,41		

Relatório do Ano 1993 - Grupo C		Relatório do Ano 1993 - Grupo F	
Unit name	Score	Unit name	Score
DMU21C3	100	DMU46F3	100
DMU24C3	100	DMU48F3	100
DMU27C3	100	DMU43F3	96,5
DMU20C3	98,87	DMU44F3	95,61
DMU26C3	81,28	DMU47F3	77,08
DMU25C3	73,22	DMU45F3	63,3
DMU23C3	62,35		
DMU22C3	46,39		

QUADRO 5 - ORDENAMENTO DAS DMUS - SCORE DE EFICIÊNCIA COM
DOCAGEM - DMU/GRUPO/ANO – 1993 (CONTINUAÇÃO)

DMU4A3	17,97
DMU7A3	17,66
DMU19B3	17,43
DMU6A3	17,32
DMU2A3	16,54
DMU5A3	15,18
DMU30D3	11,1
DMU10B3	9,59
DMU29D3	2,87

ANEXO VI

**QUADRO 6 - ORDENAMENTO DAS DMUS - SCORE DE EFICIÊNCIA COM
DOCAGEM - DMU/GRUPO/ANO - 1994**

Relatório do Ano 1994 - Total	
Unit name	Score
DMU43F4	100
DMU44F4	100
DMU21C4	94,62
DMU46F4	74,62
DMU23C4	72,17
DMU27C4	70,49
DMU22C4	64,95
DMU24C4	50,43
DMU48F4	44,9
DMU45F4	36,98
DMU47F4	29,5
DMU36E4	28,25
DMU10B4	27,64
DMU12B4	27,41
DMU42E4	22,86
DMU25C4	22,6
DMU16B4	21,98
DMU11B4	21,95
DMU40E4	21,64
DMU41E4	21,57
DMU39E4	19,46
DMU15B4	19,45
DMU26C4	18,26
DMU32D4	16,85
DMU3A4	15,62
DMU33D4	14,73
DMU13B4	13,67
DMU4A4	13,62
DMU20C4	12,83
DMU28D4	12,52
DMU9A4	12,34
DMU31D4	12,09
DMU30D4	11,14
DMU14B4	10,28
DMU37E4	9,58
DMU34D4	9,28
DMU2A4	9,07
DMU7A4	8,96
DMU17B4	8,54

Relatório do Ano 1994 - Grupo A	
Unit name	Score
DMU3A4	100
DMU4A4	88,98
DMU9A4	84,58
DMU2A4	61,47
DMU7A4	60,81
DMU6A4	45,04
DMU5A4	44,88
DMU8A4	29,97
DMU1A4	22,63

Relatório do Ano 1994 - Grupo B	
Unit name	Score
DMU10B4	100
DMU12B4	100
DMU16B4	84,3
DMU11B4	79,98
DMU15B4	74,61
DMU13B4	50,07
DMU14B4	37,66
DMU17B4	31,3
DMU18B4	24,12
DMU19B4	13,85

Relatório do Ano 1994 - Grupo C	
Unit name	Score
DMU21C4	100
DMU23C4	100
DMU27C4	81,87
DMU22C4	68,64
DMU24C4	54,7
DMU25C4	28,89
DMU26C4	24,57
DMU20C4	13,56

Relatório do Ano 1994 - Grupo D	
Unit name	Score
DMU32D4	100
DMU33D4	100
DMU28D4	85,11
DMU31D4	82,31
DMU30D4	75,65
DMU34D4	63,88
DMU35D4	47,73
DMU29D4	30,55

Relatório do Ano 1994 - Grupo E	
Unit name	Score
DMU36E4	100
DMU42E4	100
DMU41E4	94,16
DMU40E4	92,77
DMU39E4	88,84
DMU38E4	42,77
DMU37E4	34,3

Relatório do Ano 1994 - Grupo F	
Unit name	Score
DMU43F4	100
DMU44F4	100
DMU46F4	74,62
DMU48F4	44,9
DMU45F4	36,98
DMU47F4	29,5

QUADRO 6 - ORDENAMENTO DAS DMUS - SCORE DE EFICIÊNCIA COM
DOCAGEM - DMU/GRUPO/ANO – 1994 (CONTINUAÇÃO)

DMU38E4	7,54
DMU6A4	6,94
DMU5A4	6,92
DMU35D4	6,86
DMU18B4	6,61
DMU8A4	4,51
DMU29D4	4,48
DMU19B4	3,61
DMU1A4	3,34

ANEXO VII

QUADRO 7 - ORDENAMENTO DAS DMUS - SCORE DE EFICIÊNCIA COM
DOCAGEM - DMU/GRUPO/ANO - 1995

Relatório do Ano 1995 - Total	
Unit name	Score
DMU24C5	100
DMU46F5	100
DMU48F5	100
DMU44F5	97,51
DMU43F5	95,51
DMU27C5	92,39
DMU21C5	88,62
DMU22C5	86,49
DMU47F5	76,58
DMU26C5	73,18
DMU45F5	72,53
DMU20C5	68,59
DMU23C5	65,9
DMU25C5	61,9
DMU13B5	40,51
DMU16B5	40
DMU14B5	36,7
DMU15B5	36,24
DMU32D5	34,43
DMU9A5	32,78
DMU36E5	30,95
DMU35D5	29,98
DMU11B5	29,62
DMU41E5	29,11
DMU42E5	28,47
DMU37E5	27,96
DMU33D5	27,22
DMU40E5	27
DMU12B5	25,82
DMU39E5	23,83
DMU10B5	23,58
DMU31D5	23,44
DMU34D5	22,81
DMU8A5	22,59
DMU29D5	22,37
DMU3A5	21,55
DMU7A5	21,44
DMU4A5	21,4
DMU30D5	21,1

Relatório do Ano 1995 - Grupo A	
Unit name	Score
DMU1A5	100
DMU9A5	100
DMU4A5	97,53
DMU3A5	94,24
DMU7A5	91,3
DMU2A5	86,22
DMU6A5	81,74
DMU5A5	77,34
DMU8A5	74,07

Relatório do Ano 1995 - Grupo B	
Unit name	Score
DMU11B5	100
DMU13B5	100
DMU16B5	100
DMU15B5	92,48
DMU14B5	90,72
DMU12B5	87,3
DMU10B5	80,02
DMU17B5	67,18
DMU18B5	50,77
DMU19B5	37,35

Relatório do Ano 1995 - Grupo C	
Unit name	Score
DMU24C5	100
DMU27C5	100
DMU21C5	93,99
DMU22C5	93,49
DMU26C5	81,68
DMU23C5	74,75
DMU25C5	68,79
DMU20C5	68,59

Relatório do Ano 1995 - Grupo D	
Unit name	Score
DMU32D5	100
DMU33D5	100
DMU29D5	94,06
DMU35D5	93,15
DMU34D5	81,72
DMU30D5	80,5
DMU31D5	70,32
DMU28D5	12,92

Relatório do Ano 1995 - Grupo E	
Unit name	Score
DMU36E5	100
DMU41E5	100
DMU42E5	100
DMU40E5	95,57
DMU37E5	94,42
DMU39E5	84,37
DMU38E5	59,94

Relatório do Ano 1995 - Grupo F	
Unit name	Score
DMU46F5	100
DMU48F5	100
DMU44F5	99,74
DMU43F5	99,1
DMU47F5	76,58
DMU45F5	72,53

QUADRO 7 - ORDENAMENTO DAS DMUS - SCORE DE EFICIÊNCIA COM
DOCAGEM - DMU/GRUPO/ANO – 1995 (CONTINUAÇÃO)

DMU6A5	21,08
DMU17B5	20,86
DMU1A5	20,3
DMU5A5	18,63
DMU2A5	17,77
DMU38E5	17,41
DMU18B5	16,39
DMU19B5	11,27
DMU28D5	2,9

ANEXO VIII

QUADRO 8 - ORDENAMENTO DAS DMUS SEM DOCAGEM – ANO 1993

	Custo s/ Docagem	Idade	IDO s/ Docagem
DMU	CsD03	Idade03	IDOsD03
DMU1A3	8,887	7,866	9,487
DMU2A3	9,198	7,899	7,875
DMU3A3	8,239	9,143	8,934
DMU4A3	8,026	8,223	7,906
DMU5A3	7,247	9,082	7,420
DMU6A3	6,807	10,000	8,157
DMU7A3	6,661	7,849	7,860
DMU8A3	3,991	9,286	9,639
DMU9A3	2,673	8,185	9,332
DMU	CsD03	Idade03	IDOsD03
DMU10B3	8,887	4,713	2,256
DMU11B3	8,664	3,011	8,886
DMU12B3	8,026	4,580	9,601
DMU13B3	3,453	4,213	8,660
DMU14B3	3,409	4,553	6,611
DMU15B3	2,567	6,567	8,842
DMU16B3	2,563	6,401	9,489
DMU17B3	8,239	5,590	9,328
DMU18B3	8,026	5,716	9,406
DMU19B3	9,696	5,928	9,352
DMU	CsD03	Idade03	IDOsD03
DMU20C3	3,991	1,131	10,000
DMU21C3	3,453	1,255	9,512
DMU22C3	3,409	1,393	3,665
DMU23C3	3,991	1,903	7,426
DMU24C3	3,453	1,000	8,712
DMU25C3	3,409	1,507	7,451
DMU26C3	2,673	2,046	8,678
DMU27C3	2,051	1,815	9,049

	Custo s/ Docagem	Idade	IDO s/ Docagem
DMU	CsD03	Idade03	IDOsD03
DMU28D3	8,239	5,065	9,074
DMU29D3	8,026	5,394	1,000
DMU30D3	7,247	5,540	4,266
DMU31D3	3,453	6,727	7,242
DMU32D3	3,010	6,879	9,988
DMU33D3	6,807	5,630	9,280
DMU34D3	6,661	6,086	9,280
DMU35D3	3,991	6,621	9,511

DMU	CsD03	Idade03	IDOsD03
DMU36E3	9,696	2,745	8,313
DMU37E3	8,887	2,953	10,000
DMU38E3	10,000	5,427	10,000
DMU39E3	8,239	4,466	9,739
DMU40E3	8,026	4,352	9,474
DMU41E3	7,247	4,581	8,527
DMU42E3	6,807	4,983	9,497

DMU	CsD03	Idade03	IDOsD03
DMU43F3	3,010	1,422	9,526
DMU44F3	2,673	1,320	9,048
DMU45F3	2,567	3,375	8,490
DMU46F3	2,563	1,390	9,599
DMU47F3	2,051	3,526	9,912
DMU48F3	1,000	3,488	9,960

ANEXO IX

QUADRO 9 - ORDENAMENTO DAS DMUS SEM DOCAGEM – ANO 1994

	Custo s/ Docagem	Idade	IDO s/ Docagem
DMU	CsD04	Idade04	IDOsD04
DMU1A4	3,539	7,866	3,463
DMU2A4	4,096	7,899	5,523
DMU3A4	6,859	9,143	9,560
DMU4A4	7,010	8,223	8,973
DMU5A4	7,465	9,082	7,802
DMU6A4	8,272	10,000	7,434
DMU7A4	8,492	7,849	8,864
DMU8A4	8,931	9,286	6,791
DMU9A4	9,163	8,185	8,593
DMU	CsD04	Idade04	IDOsD04
DMU10B4	3,539	4,713	7,850
DMU11B4	4,096	3,011	4,593
DMU12B4	7,010	4,580	9,066
DMU13B4	9,163	4,213	7,176
DMU14B4	10,000	4,553	6,255
DMU15B4	3,493	6,567	7,561
DMU16B4	3,539	6,401	8,720
DMU17B4	8,492	5,590	8,041
DMU18B4	8,492	5,716	8,491
DMU19B4	2,732	5,928	6,271
DMU	CsD04	Idade04	IDOsD04
DMU20C4	3,493	1,131	1,000
DMU21C4	3,539	1,255	7,996
DMU22C4	4,096	1,393	5,604
DMU23C4	2,088	1,903	8,806
DMU24C4	2,618	1,000	3,390
DMU25C4	2,622	1,507	2,620
DMU26C4	3,080	2,046	2,620
DMU27C4	4,096	1,815	9,121

Custo s/ Docagem	Idade	IDO s/ Docagem	
DMU	CsD04	Idade04	IDOsD04
DMU28D4	7,465	5,065	6,403
DMU29D4	8,272	5,394	4,417
DMU30D4	8,272	5,540	7,448
DMU31D4	10,000	6,727	9,605
DMU32D4	2,732	6,879	7,352
DMU33D4	8,272	5,630	8,009
DMU34D4	8,492	6,086	9,605
DMU35D4	8,931	6,621	7,786

DMU	CsD04	Idade04	IDOsD04
DMU36E4	7,010	2,745	8,201
DMU37E4	7,465	2,953	7,209
DMU38E4	8,272	5,427	8,724
DMU39E4	8,492	4,466	9,803
DMU40E4	8,931	4,352	8,676
DMU41E4	9,163	4,581	9,004
DMU42E4	10,000	4,983	10,000

DMU	CsD04	Idade04	IDOsD04
DMU43F4	1,000	1,422	7,802
DMU44F4	2,088	1,320	9,403
DMU45F4	2,618	3,375	6,695
DMU46F4	2,622	1,390	6,310
DMU47F4	2,732	3,526	5,500
DMU48F4	3,080	3,488	9,560

ANEXO X

QUADRO 10 - ORDENAMENTO DAS DMUS SEM DOCAGEM – ANO 1995

	Custo s/ Docagem	Idade	IDO s/ Docagem
DMU	CsD05	Idade05	IDOsD05
DMU1A5	9,162526	7,865941	9,738089
DMU2A5	8,931368	7,898932	8,258395
DMU3A5	8,491789	9,143171	9,622955
DMU4A5	8,272	8,223188	9,539265
DMU5A5	7,464842	9,081902	9,01426
DMU6A5	7,010105	10	9,870277
DMU7A5	6,858526	7,848974	9,408556
DMU8A5	4,096	9,286447	8,560919
DMU9A5	2,731789	8,185484	8,935401
DMU	CsD05	Idade05	IDOsD05
DMU10B5	9,162526	4,712924	8,028521
DMU11B5	8,931368	3,010578	7,373694
DMU12B5	8,272	4,580017	8,582211
DMU13B5	3,538947	4,213343	9,021358
DMU14B5	3,493474	4,552681	8,410988
DMU15B5	2,621895	6,56703	8,17234
DMU16B5	2,618105	6,401131	9,048761
DMU17B5	8,491789	5,589548	9,757508
DMU18B5	8,272	5,715857	8,176677
DMU19B5	10	5,927943	6,560557
DMU	CsD05	Idade05	IDOsD05
DMU20C5	4,096	1,131022	6,812414
DMU21C5	3,538947	1,254504	9,101005
DMU22C5	3,493474	1,393067	9,506243
DMU23C5	4,096	1,903016	9,506243
DMU24C5	3,538947	1	9,006769
DMU25C5	3,493474	1,507122	7,215384
DMU26C5	2,731789	2,046292	9,048761
DMU27C5	2,087579	1,815354	9,372577

	Custo s/ Docagem	Idade	IDO s/ Docagem
DMU	CsD05	Idade05	IDOsD05
DMU28D5	8,491789	5,064516	1
DMU29D5	8,272	5,394428	9,10347
DMU30D5	7,464842	5,539589	8,200828
DMU31D5	3,538947	6,727273	7,146185
DMU32D5	3,080421	6,879032	9,242361
DMU33D5	7,010105	5,63008	9,834297
DMU34D5	6,858526	6,086301	9,924985
DMU35D5	4,096	6,620758	9,756719
DMU	CsD05	Idade05	IDOsD05
DMU36E5	10	2,744763	8,783597
DMU37E5	9,162526	2,953079	9,391256
DMU38E5	8,931368	5,427419	8,795475
DMU39E5	8,491789	4,465961	9,375435
DMU40E5	8,272	4,351906	9,550503
DMU41E5	7,464842	4,580959	10
DMU42E5	7,010105	4,983452	9,562529
DMU	CsD05	Idade05	IDOsD05
DMU43F5	3,080421	1,422287	9,994233
DMU44F5	2,731789	1,319543	9,65992
DMU45F5	2,621895	3,375367	10
DMU46F5	2,618105	1,390239	9,768844
DMU47F5	2,087579	3,526183	9,768844
DMU48F5	1	3,488479	9,769337

ANEXO XI

QUADRO 11 - ORDENAMENTO DAS DMUS DO GRUPO-A COM DOCAGEM
COMPARATIVO NO PERÍODO DE 03 ANOS.

Grupo A ao longo de três anos								
	Unit name	Score		Unit name	Score		Unit name	Score
	DMU1A3	98,42		DMU1A4	14,32		DMU1A5	100
	DMU2A3	83,45		DMU2A4	43,52		DMU2A5	86,04
	DMU3A3	87,73		DMU3A4	92,88		DMU3A5	92,73
	DMU4A3	81,72		DMU4A4	82,06		DMU4A5	96,49
	DMU5A3	62,37		DMU5A4	41,49		DMU5A5	75,62
	DMU6A3	66,05		DMU6A4	41,64		DMU6A5	79,29
	DMU7A3	74,55		DMU7A4	55,32		DMU7A5	89,54
	DMU8A3	81,15		DMU8A4	27,47		DMU8A5	70,65
	DMU9A3	100		DMU9A4	76,69		DMU9A5	95,42
Grupo A 1993			Grupo A 1994			Grupo A 1995		
	Unit name	Score		Unit name	Score		Unit name	Score
	DMU1A3	100		DMU3A4	100		DMU1A5	100
	DMU9A3	100		DMU4A4	88,98		DMU9A5	100
	DMU3A3	88,7		DMU9A4	84,58		DMU4A5	97,53
	DMU2A3	84,8		DMU2A4	61,47		DMU3A5	94,24
	DMU4A3	82,76		DMU7A4	60,81		DMU7A5	91,3
	DMU8A3	81,3		DMU6A4	45,04		DMU2A5	86,22
	DMU7A3	75,3		DMU5A4	44,88		DMU6A5	81,74
	DMU6A3	66,5		DMU8A4	29,97		DMU5A5	77,34
	DMU5A3	62,94		DMU1A4	22,63		DMU8A5	74,07
Grupo A no Total 1993			Grupo A no Total 1994			Grupo A no Total 1995		
Posição	Unit name	Score	Posição	Unit name	Score	Posição	Unit name	Score
20	DMU9A3	33,67	25	DMU3A4	15,62	20	DMU9A5	32,78
29	DMU8A3	25,39	28	DMU4A4	13,62	34	DMU8A5	22,59
35	DMU3A3	20,19	31	DMU9A4	12,34	36	DMU3A5	21,55
37	DMU1A3	19,84	37	DMU2A4	9,07	37	DMU7A5	21,44
40	DMU4A3	17,97	38	DMU7A4	8,96	38	DMU4A5	21,4
41	DMU7A3	17,66	41	DMU6A4	6,94	40	DMU6A5	21,08
43	DMU6A3	17,32	42	DMU5A4	6,92	42	DMU1A5	20,3
44	DMU2A3	16,54	45	DMU8A4	4,51	43	DMU5A5	18,63
45	DMU5A3	15,18	48	DMU1A4	3,34	44	DMU2A5	17,77

ANEXO XII

**QUADRO 12 - ORDENAMENTO DAS DMUS DO GRUPO-B COM DOCAGEM
COMPARATIVO NO PERÍODO DE 03 ANOS.**

Grupo B ao longo de três anos								
	Unit name	Score		Unit name	Score		Unit name	Score
	DMU10B3	29,09		DMU10B4	100		DMU10B5	71,63
	DMU11B3	100		DMU11B4	73,59		DMU11B5	83,49
	DMU12B3	88,61		DMU12B4	90,45		DMU12B5	78,98
	DMU13B3	97,09		DMU13B4	38,69		DMU13B5	100
	DMU14B3	70,96		DMU14B4	28,94		DMU14B5	88,8
	DMU15B3	95,55		DMU15B4	66,19		DMU15B5	88,37
	DMU16B3	100		DMU16B4	76,59		DMU16B5	95,55
	DMU17B3	59,24		DMU17B4	27,69		DMU17B5	61,82
	DMU18B3	56,64		DMU18B4	21,83		DMU18B5	47,33
	DMU19B3	52,76		DMU19B4	11,59		DMU19B5	34,03
Grupo B 1993			Grupo B 1994			Grupo B 1995		
	Unit name	Score		Unit name	Score		Unit name	Score
	DMU11B3	100		DMU10B4	100		DMU11B5	100
	DMU13B3	100		DMU12B4	100		DMU13B5	100
	DMU16B3	100		DMU16B4	84,3		DMU16B5	100
	DMU15B3	95,55		DMU11B4	79,98		DMU15B5	92,48
	DMU12B3	89,74		DMU15B4	74,61		DMU14B5	90,72
	DMU14B3	73,89		DMU13B4	50,07		DMU12B5	87,3
	DMU17B3	60,15		DMU14B4	37,66		DMU10B5	80,02
	DMU18B3	57,64		DMU17B4	31,3		DMU17B5	67,18
	DMU19B3	53,49		DMU18B4	24,12		DMU18B5	50,77
	DMU10B3	29,41		DMU19B4	13,85		DMU19B5	37,35
Grupo B no Total 1993			Grupo B no Total 1994			Grupo B no Total 1995		
Posição	Unit name	Score	Posição	Unit name	Score	Posição	Unit name	Score
15	DMU16B3	41,25	13	DMU10B4	27,64	15	DMU13B5	40,51
16	DMU13B3	38,85	14	DMU12B4	27,41	16	DMU16B5	40
17	DMU15B3	38,57	17	DMU16B4	21,98	17	DMU14B5	36,7
19	DMU11B3	35,88	18	DMU11B4	21,95	18	DMU15B5	36,24
23	DMU12B3	28,93	22	DMU15B4	19,45	23	DMU11B5	29,62
24	DMU14B3	28,92	27	DMU13B4	13,67	29	DMU12B5	25,82
36	DMU17B3	19,91	34	DMU14B4	10,28	31	DMU10B5	23,58
38	DMU18B3	19,52	39	DMU17B4	8,54	41	DMU17B5	20,86
42	DMU19B3	17,43	44	DMU18B4	6,61	46	DMU18B5	16,39
47	DMU10B3	9,59	47	DMU19B4	3,61	47	DMU19B5	11,27

ANEXO XIII

QUADRO 13 - ORDENAMENTO DAS DMUS DO GRUPO-C COM DOCAGEM
COMPARATIVO NO PERÍODO DE 03 ANOS.

Grupo C ao longo de três anos								
	Unit name	Score		Unit name	Score		Unit name	Score
	DMU20C3	97,45		DMU20C4	11,13		DMU20C5	68,59
	DMU21C3	99,16		DMU21C4	86,9		DMU21C5	93,99
	DMU22C3	45,96		DMU22C4	57,01		DMU22C5	93,49
	DMU23C3	61,62		DMU23C4	98,7		DMU23C5	74,75
	DMU24C3	98,83		DMU24C4	47,9		DMU24C5	100
	DMU25C3	72,44		DMU25C4	26,72		DMU25C5	68,79
	DMU26C3	79,87		DMU26C4	23,18		DMU26C5	81,68
	DMU27C3	98,1		DMU27C4	73,23		DMU27C5	100
Grupo C 1993			Grupo C 1994			Grupo C 1995		
	Unit name	Score		Unit name	Score		Unit name	Score
	DMU21C3	100		DMU21C4	100		DMU24C5	100
	DMU24C3	100		DMU23C4	100		DMU27C5	100
	DMU27C3	100		DMU27C4	81,87		DMU21C5	93,99
	DMU20C3	98,87		DMU22C4	68,64		DMU22C5	93,49
	DMU26C3	81,28		DMU24C4	54,7		DMU26C5	81,68
	DMU25C3	73,22		DMU25C4	28,89		DMU23C5	74,75
	DMU23C3	62,35		DMU26C4	24,57		DMU25C5	68,79
	DMU22C3	46,39		DMU20C4	13,56		DMU20C5	68,59
Grupo C no Total 1993			Grupo C no Total 1994			Grupo C no Total 1995		
Posição	Unit name	Score	Posição	Unit name	Score	Posição	Unit name	Score
1	DMU24C3	100	3	DMU21C4	94,62	1	DMU24C5	100
4	DMU20C3	98,87	5	DMU23C4	72,17	6	DMU27C5	92,39
5	DMU21C3	94,2	6	DMU27C4	70,49	7	DMU21C5	88,62
8	DMU27C3	89,92	7	DMU22C4	64,95	8	DMU22C5	86,49
10	DMU26C3	71,15	8	DMU24C4	50,43	10	DMU26C5	73,18
11	DMU25C3	65,49	16	DMU25C4	22,6	12	DMU20C5	68,59
13	DMU23C3	54,5	23	DMU26C4	18,26	13	DMU23C5	65,9
14	DMU22C3	42,83	29	DMU20C4	12,83	14	DMU25C5	61,9

ANEXO XIV

QUADRO 14 – QUADRO COMPARATIVO DOS RESULTADOS DAS DMUs COM
SUBSTITUIÇÃO DE VARIÁVEIS COM DOGAGEM POR SEM DOGAGEM – ANO
1993

Comparativo dos relatorio DEA com docagem e sem docagem referentes ao ano 1993					
Com Docagem		Sem Docagem		Diferença no score devido a Docagem	
Unit name	Score	Unit name	Score	Unit name	
DMU24C3	100	DMU20C3	100	DMU20C3	-1,13
DMU46F3	100	DMU46F3	100	DMU46F3	0
DMU48F3	100	DMU48F3	100	DMU48F3	0
DMU20C3	98,87	DMU24C3	99,51	DMU24C3	0,49
DMU21C3	94,2	DMU27C3	98,75	DMU27C3	-8,83
DMU44F3	93,63	DMU44F3	96,39	DMU44F3	-2,76
DMU43F3	93,24	DMU21C3	95,38	DMU21C3	-1,18
DMU27C3	89,92	DMU43F3	92,79	DMU43F3	0,45
DMU47F3	77,08	DMU47F3	77,61	DMU47F3	-0,53
DMU26C3	71,15	DMU26C3	77,01	DMU26C3	-5,86
DMU25C3	65,49	DMU25C3	66,94	DMU25C3	-1,45
DMU45F3	63,3	DMU45F3	61,54	DMU45F3	1,76
DMU23C3	54,5	DMU23C3	54,22	DMU23C3	0,28
DMU22C3	42,83	DMU13B3	48,46	DMU13B3	-9,61
DMU16B3	41,25	DMU16B3	47,04	DMU16B3	-5,79
DMU13B3	38,85	DMU32D3	44,71	DMU32D3	-8,01
DMU15B3	38,57	DMU15B3	43,07	DMU15B3	-4,5
DMU32D3	36,7	DMU37E3	41,07	DMU37E3	-10,49
DMU11B3	35,88	DMU35D3	39,06	DMU35D3	-10,22
DMU9A3	33,67	DMU9A3	38,53	DMU9A3	-4,86
DMU37E3	30,58	DMU11B3	36,47	DMU11B3	-0,59
DMU36E3	30,15	DMU14B3	35,79	DMU14B3	-6,87
DMU12B3	28,93	DMU22C3	34,63	DMU22C3	8,2
DMU14B3	28,92	DMU36E3	34,26	DMU36E3	-4,11
DMU35D3	28,84	DMU42E3	33,66	DMU42E3	-5,19
DMU42E3	28,47	DMU8A3	32,16	DMU8A3	-6,77
DMU40E3	27,15	DMU39E3	31,58	DMU39E3	-6,48
DMU33D3	25,8	DMU40E3	31,53	DMU40E3	-4,38
DMU8A3	25,39	DMU12B3	31,44	DMU12B3	-2,51
DMU41E3	25,19	DMU33D3	31,37	DMU33D3	-5,57
DMU39E3	25,1	DMU31D3	31,25	DMU31D3	-7,43
DMU31D3	23,82	DMU34D3	30,77	DMU34D3	-9,71
DMU28D3	23,55	DMU41E3	29,91	DMU41E3	-4,72
DMU34D3	21,06	DMU18B3	28,56	DMU18B3	-9,04
DMU3A3	20,19	DMU28D3	28,26	DMU28D3	-4,71
DMU17B3	19,91	DMU17B3	28,08	DMU17B3	-8,17

Comparativo dos relatorio DEA com docagem e sem docagem referentes ao ano 1993 (continuação)					
Com Docagem		Sem Docagem		Diferença no score devido a Docagem	
DMU1A3	19,84	DMU38E3	26,7	DMU38E3	-7,7
DMU18B3	19,52	DMU19B3	24,79	DMU19B3	-7,36
DMU38E3	19	DMU1A3	23,89	DMU1A3	-4,05
DMU4A3	17,97	DMU7A3	23,2	DMU7A3	-5,54
DMU7A3	17,66	DMU3A3	21,94	DMU3A3	-1,75
DMU19B3	17,43	DMU6A3	21,02	DMU6A3	-3,7
DMU6A3	17,32	DMU4A3	20,69	DMU4A3	-2,72
DMU2A3	16,54	DMU5A3	19,52	DMU5A3	-4,34
DMU5A3	15,18	DMU2A3	19,4	DMU2A3	-2,86
DMU30D3	11,1	DMU30D3	13,97	DMU30D3	-2,87
DMU10B3	9,59	DMU10B3	6,89	DMU10B3	2,7
DMU29D3	2,87	DMU29D3	3,1	DMU29D3	-0,23

ANEXO XV

QUADRO 15 - COMPARATIVO DOS RESULTADOS DAS DMUs COM
SUBSTITUIÇÃO DE VARIÁVEIS COM DOGAGEM POR SEM DOGAGEM – ANO
1994

Comparativo dos relatório DEA com docagem e sem docagem referentes ao ano 1994					
Com Docagem		Sem Docagem		Diferença no score devido a docagem	
Unit name	Score	Unit name	Score	Unit name	
DMU43F4	100	DMU43F4	100	DMU43F4	0
DMU44F4	100	DMU44F4	100	DMU44F4	0
DMU21C4	94,62	DMU21C4	89,44	DMU21C4	5,18
DMU46F4	74,62	DMU23C4	74,39	DMU23C4	-2,22
DMU23C4	72,17	DMU27C4	70,51	DMU27C4	-0,02
DMU27C4	70,49	DMU46F4	63,69	DMU46F4	10,93
DMU22C4	64,95	DMU22C4	56,45	DMU22C4	8,5
DMU24C4	50,43	DMU24C4	47,57	DMU24C4	2,86
DMU48F4	44,9	DMU48F4	47,08	DMU48F4	-2,18
DMU45F4	36,98	DMU36E4	41,93	DMU36E4	-13,68
DMU47F4	29,5	DMU45F4	35,29	DMU45F4	1,69
DMU36E4	28,25	DMU32D4	34,49	DMU32D4	-17,64
DMU10B4	27,64	DMU37E4	34,25	DMU37E4	-24,67
DMU12B4	27,41	DMU16B4	31,58	DMU16B4	-9,6
DMU42E4	22,86	DMU39E4	30,8	DMU39E4	-11,34
DMU25C4	22,6	DMU10B4	29,88	DMU10B4	-2,24
DMU16B4	21,98	DMU19B4	29,42	DMU19B4	-25,81
DMU11B4	21,95	DMU12B4	28,16	DMU12B4	-0,75
DMU40E4	21,64	DMU42E4	28,16	DMU42E4	-5,3
DMU41E4	21,57	DMU40E4	27,98	DMU40E4	-6,34
DMU39E4	19,46	DMU47F4	27,76	DMU47F4	1,74
DMU15B4	19,45	DMU15B4	27,74	DMU15B4	-8,29
DMU26C4	18,26	DMU41E4	27,58	DMU41E4	-6,01
DMU32D4	16,85	DMU25C4	24,4	DMU25C4	-1,8
DMU3A4	15,62	DMU13B4	23,9	DMU13B4	-10,23
DMU33D4	14,73	DMU34D4	23,29	DMU34D4	-14,01
DMU13B4	13,67	DMU38E4	22,9	DMU38E4	-15,36
DMU4A4	13,62	DMU11B4	22,73	DMU11B4	-0,78
DMU20C4	12,83	DMU18B4	21,39	DMU18B4	-14,78
DMU28D4	12,52	DMU33D4	20,57	DMU33D4	-5,84
DMU9A4	12,34	DMU31D4	20,55	DMU31D4	-8,46
DMU31D4	12,09	DMU17B4	20,53	DMU17B4	-11,99
DMU30D4	11,14	DMU30D4	19,32	DMU30D4	-8,18
DMU14B4	10,28	DMU14B4	19,28	DMU14B4	-9
DMU37E4	9,58	DMU4A4	18,93	DMU4A4	-5,31
DMU34D4	9,28	DMU3A4	18,76	DMU3A4	-3,14
Comparativo dos relatório DEA com docagem e sem docagem referentes ao ano 1994					

(continuação)					
Com Docagem		Sem Docagem		Diferença no score devido a docagem	
DMU2A4	9,07	DMU26C4	18,34	DMU26C4	-0,08
DMU7A4	8,96	DMU28D4	18,26	DMU28D4	-5,74
DMU17B4	8,54	DMU7A4	18,24	DMU7A4	-9,28
DMU38E4	7,54	DMU35D4	17,58	DMU35D4	-10,72
DMU6A4	6,94	DMU2A4	17,28	DMU2A4	-8,21
DMU5A4	6,92	DMU9A4	16,76	DMU9A4	-4,42
DMU35D4	6,86	DMU5A4	15,05	DMU5A4	-8,13
DMU18B4	6,61	DMU6A4	13	DMU6A4	-6,06
DMU8A4	4,51	DMU1A4	12,54	DMU1A4	-9,2
DMU29D4	4,48	DMU20C4	12,41	DMU20C4	0,42
DMU19B4	3,61	DMU8A4	12,25	DMU8A4	-7,74
DMU1A4	3,34	DMU29D4	11,64	DMU29D4	-7,16

ANEXO XVI

QUADRO 16 - QUADRO COMPARATIVO DOS RESULTADOS DAS DMUs COM
SUBSTITUIÇÃO DE VARIÁVEIS COM DOGAGEM POR SEM DOGAGEM – ANO
1995

Comparativo dos relatório DEA com docagem e sem Docagem referentes ao ano 1995					
Com Docagem		Sem Docagem		Diferença do score devido a Docagem	
Unit name	Score	Unit name	Score	Unit name	
DMU24C5	100	DMU24C5	100	DMU24C5	0
DMU46F5	100	DMU27C5	100	DMU27C5	-7,61
DMU48F5	100	DMU44F5	100	DMU44F5	-2,49
DMU44F5	97,51	DMU46F5	100	DMU46F5	0
DMU43F5	95,51	DMU48F5	100	DMU48F5	0
DMU27C5	92,39	DMU43F5	94,57	DMU43F5	0,94
DMU21C5	88,62	DMU21C5	88,66	DMU21C5	-0,04
DMU22C5	86,49	DMU22C5	87,23	DMU22C5	-0,74
DMU47F5	76,58	DMU26C5	78,5	DMU26C5	-5,32
DMU26C5	73,18	DMU47F5	76,19	DMU47F5	0,39
DMU45F5	72,53	DMU45F5	71,53	DMU45F5	1
DMU20C5	68,59	DMU23C5	67,37	DMU23C5	-1,47
DMU23C5	65,9	DMU20C5	66,87	DMU20C5	1,72
DMU25C5	61,9	DMU25C5	62,95	DMU25C5	-1,05
DMU13B5	40,51	DMU13B5	49,63	DMU13B5	-9,12
DMU16B5	40	DMU16B5	45,09	DMU16B5	-5,09
DMU14B5	36,7	DMU14B5	44,89	DMU14B5	-8,19
DMU15B5	36,24	DMU32D5	41,45	DMU32D5	-7,02
DMU32D5	34,43	DMU15B5	40,03	DMU15B5	-3,79
DMU9A5	32,78	DMU35D5	39,73	DMU35D5	-9,75
DMU36E5	30,95	DMU37E5	37,39	DMU37E5	-9,43
DMU35D5	29,98	DMU9A5	37,27	DMU9A5	-4,49
DMU11B5	29,62	DMU36E5	35,53	DMU36E5	-4,58
DMU41E5	29,11	DMU41E5	34,21	DMU41E5	-5,1
DMU42E5	28,47	DMU42E5	33	DMU42E5	-4,53
DMU37E5	27,96	DMU33D5	32,32	DMU33D5	-5,1
DMU33D5	27,22	DMU34D5	31,98	DMU34D5	-9,17
DMU40E5	27	DMU40E5	31,11	DMU40E5	-4,11
DMU12B5	25,82	DMU31D5	30,74	DMU31D5	-7,3
DMU39E5	23,83	DMU39E5	29,75	DMU39E5	-5,92
DMU10B5	23,58	DMU11B5	29,33	DMU11B5	0,29
DMU31D5	23,44	DMU17B5	28,61	DMU17B5	-7,75
DMU34D5	22,81	DMU8A5	28,6	DMU8A5	-6,01
DMU8A5	22,59	DMU29D5	27,5	DMU29D5	-5,13
DMU29D5	22,37	DMU12B5	27,43	DMU12B5	-1,61

Comparativo dos relatório DEA com docagem e sem Docagem referentes ao ano 1995					
Com Docagem		Sem Docagem		Diferença do score devido a Docagem	
DMU3A5	21,55	DMU7A5	27,2	DMU7A5	-5,76
DMU7A5	21,44	DMU30D5	26,13	DMU30D5	-5,03
DMU4A5	21,4	DMU38E5	25,23	DMU38E5	-7,82
DMU30D5	21,1	DMU6A5	25,09	DMU6A5	-4,01
DMU6A5	21,08	DMU4A5	24,33	DMU4A5	-2,93
DMU17B5	20,86	DMU18B5	24,17	DMU18B5	-7,78
DMU1A5	20,3	DMU10B5	23,92	DMU10B5	-0,34
DMU5A5	18,63	DMU1A5	23,8	DMU1A5	-3,5
DMU2A5	17,77	DMU5A5	23,27	DMU5A5	-4,64
DMU38E5	17,41	DMU3A5	23,09	DMU3A5	-1,54
DMU18B5	16,39	DMU2A5	20,46	DMU2A5	-2,69
DMU19B5	11,27	DMU19B5	16,95	DMU19B5	-5,68
DMU28D5	2,9	DMU28D5	3,04	DMU28D5	-0,14

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)