

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

Leonardo Ramos Rios

**MEDINDO A EFICIÊNCIA RELATIVA DAS OPERAÇÕES
DOS TERMINAIS DE CONTÊINERES DO MERCOSUL**

Porto Alegre

2005

Leonardo Ramos Rios

ADMINISTRAÇÃO

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Gastaud Maçada

Porto Alegre

2005

TRABALHO APRESENTADO EM BANCA E APROVADO POR:

Prof. João Luiz Becker

Prof. Denis Borestein

Prof. Ruthberg dos Santos

Conceito Final:

Porto Alegre, 14 de dezembro de 2005.

Orientador: Prof. Antonio Carlos Gastaud Maçada

Aluno: Leonardo Ramos Rios

AGRADECIMENTOS

Ao meu amigo e orientador, Professor Dr. Antônio Carlos Gastaud Maçada pela dedicação e ajuda no desenvolvimento deste trabalho e pelas diversas pesquisas que realizamos juntos nos últimos anos.

Aos meus pais (Thierry e Sheila), minha irmã (Natalia) e toda a minha família (meus avós, tios e tias, primos e primas), por sempre me ajudarem nos momentos de dificuldade e me apoiarem nas minhas decisões.

Aos meus amigos de Rio Grande pelos momentos que passamos juntos nos churrascos, jogos, festas e outros lugares nesses mais de 10 anos.

Aos professores Dr. João Luiz Becker, Dra. Ângela Freitag Brodbeck, Dr. Eduardo Ribas Santos, Dr. Denis Borestein e Dr. Norberto Hoppen pelos ensinamentos passados nas disciplinas. E à professora Jussara pelas correções e aulas de português.

A todos os colegas da turma de Mestrado e Doutorado de 2004, sobretudo o colega Guilherme Lunardi e os da área de Sistemas de Informação e Apoio à Decisão.

Ao Tecon Rio Grande (Marina) e o Terminal Santos Brasil (em especial a Roberto Tortima) pelo acesso a informações importantes para o desenvolvimento da dissertação.

A todos os Terminais de Contêineres que aceitaram participar da pesquisa.

A ABRATEC (Associação Brasileira de Terminais de Contêineres de Uso Público) pelo o interesse e apoio ao estudo realizado.

A CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

A todos os lembrados aqui e aos esquecidos que cooperaram de alguma forma nessa jornada, o meu muito obrigado.

RESUMO

Aproximadamente 95% do comércio exterior brasileiro são realizados por via marítima, principalmente por contêineres. O presente trabalho tem por objetivo medir a eficiência relativa das operações dos terminais de contêineres do Mercosul nos anos de 2002, 2003 e 2004, utilizando a técnica *Data Envelopment Analysis* (DEA) nos modelos CCR e BCC, com cinco *inputs* (número de guindastes, número de berços, número de funcionários, área do terminal, número de equipamentos de pátio) e dois *outputs* (quantidade de TEU (do inglês, *twenty foot equivalent unit*) movimentado e a média de movimentação de contêineres por hora por navio). A unidade de análise é composta por 15 terminais de contêineres brasileiros, 6 terminais argentinos e 2 uruguaios. Além da técnica de DEA, foi utilizada a Regressão Tobit para verificar as variáveis que mais influenciam a eficiência e, também, um estudo qualitativo focando quatro terminais. Devido os terminais operarem com retorno variável de escala, decidiu-se utilizar o modelo BCC. Pela análise pôde-se observar eficiência em 14 terminais nos três anos abrangidos, sendo 10 do Brasil, 3 da Argentina e 1 do Uruguai. Na análise de *benchmarking*, os terminais de Zarate, Rio Cubatão e Teconvi foram os que mais serviram de referência para os terminais ineficientes. Através da Regressão Tobit, seja utilizando o índice de eficiência do modelo CCR seja o do modelo BCC, a variável “número de equipamentos de pátio” não apresentou significância estatística. Tal resultado surpreende, pois os executivos dos terminais de contêineres ressaltaram que esta variável é importante para a eficiência das operações dos terminais.

Palavras-chave: DEA, Regressão Tobit, Terminal de Contêineres, Portos e Mercosul.

ABSTRACT

Approximately 95% of the Brazilian foreign commerce are carried through by sea, mainly by containers. The objective of this paper is to measure the relative efficiency of the operations of the container terminals of Mercosur in the years of 2002, 2003 and 2004, using the technique Data Envelopment Analysis (DEA) in models CCR and BCC, with five inputs (number of cranes, number of berths, number of employees, terminal area, number of yard equipments) and two outputs (TEU (twenty foot equivalent unit) handled and average of container handled hour/ship). The units of analysis are 15 Brazilian container terminals, 6 Argentine terminals and 2 Uruguayans. Beyond DEA, the Tobit Regression was used to identify the variables that have influence in the efficiency and also a qualitative study in four terminals. It was decided to use model BCC, because the container terminals operate with variable return of scale. With the analysis we can observe that 14 terminals were efficient in the three years, 10 from Brazil, 3 from Argentina and 1 from Uruguay. The analysis of benchmarking, the terminals of Zarate, Rio Cubatão and Teconvi had been the ones that had more served as reference for the inefficient terminals. In the Tobit Regression, either using the value of efficiency of CCR model either of BCC model, the variable “number of yard equipments” was not significant, therefore the terminals executives had pointed out that this variable is important for the terminal’s operations efficiency.

Keywords: DEA, Tobit Regression, Container Terminal, Ports e Mercosur.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Relação DMU com <i>inputs</i> e <i>outputs</i>	27
Figura 2	CCR	30
Figura 3	BCC	32
Figura 4	Passos para utilização do método de PO	44
Figura 5	Desenho de pesquisa	45
Figura 6	Modelo preliminar de DEA	48
Figura 7	Modelo de DEA	50
Figura 8	Mapa do Brasil com a localização dos portos brasileiros	59
Figura 9	Mapa da Argentina e Uruguai com a localização de seus portos	63
Figura 10	Distribuição de frequência da eficiência relativa modelo CCR	72
Figura 11	Distribuição de frequência da eficiência relativa modelo BCC	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Resumo dos Estudos de DEA em Portos	36
Quadro 2	Variáveis utilizadas pelos modelos encontrados	47
Quadro 3	Correlação Modelo Preliminar	49
Quadro 4	Correlação Modelo Final	54
Quadro 5	Dados estatísticos do Mercosul	57
Quadro 6	Ordenação das variáveis (berço) segundo seu grau de importância para a decisão	65
Quadro 7	Ordenação das variáveis (pátio) segundo seu grau de importância para a decisão	65
Quadro 8	Eficiência relativa dos terminais brasileiros	66
Quadro 9	Eficiência relativa dos terminais do Mercosul no modelo CCR – Estudo – Piloto	68
Quadro 10	Eficiência relativa dos terminais do Mercosul no modelo BCC– Estudo – Piloto	70
Quadro 11	Eficiência relativa dos terminais do Mercosul no modelo CCR	73
Quadro 12	Eficiência relativa dos terminais do Mercosul no modelo BCC	76
Quadro 13	Exemplo de um terminal ineficiente com seus terminais de referência	77
Quadro 14	Terminais que mais apareceram como referência com o modelo CCR	78
Quadro 15	Terminais que mais apareceram como referência com o modelo BCC	78
Quadro 16	Terminais que mais apareceram como referência com os dois modelos	79
Quadro 17	<i>Targets</i> ou metas para o Terminal 4 no ano de 2002 no modelo CCR	80
Quadro 18	<i>Targets</i> ou metas para o Terminal 4 no ano de 2002 no modelo BCC	81
Quadro 19	Inversão dos escores de eficiência para aplicação com a Regressão Tobit	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Resumo dos estudos com DEA e Regressão Tobit	41
Tabela 2	Análise de Regressão Tobit com o modelo CCR	83
Tabela 3	Análise de Regressão Tobit com o modelo BCC	83

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABRATEC	Associação Brasileira dos Terminais de Contêineres de Uso Público
APM	A. P. Moller
BACTSSA	Buenos Aires Container Terminal Services S.A.
BCC	Banker, Charnes e Cooper
CCR	Charnes, Cooper e Rhodes
CDRJ	Companhia Docas do Estado do Rio de Janeiro
CEB	Centro de Estudios Bonairenses
DEA	Data Envelopment Analysis
DMU	Decision Making Units
FDH	Free Disposal Hull
ICTSI	International Container Terminal Service
MERCOSUL	Mercado Comum do Sul
NAFTA	North American Free Trade Agreement
OCDE	Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OGMO	Órgão Gestor de Mão-de-Obra
PIB	Produto Interno Bruto
PO	Pesquisa Operacional
PORTOBRÁS	Empresa Brasileira de Portos S.A.
TEU	Twenty foot Equivalent Units
TPA	Terminal Portuárias Argentinas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. JUSTIFICATIVA	16
1.1.1. Contexto Econômico - Mercosul	16
1.1.2. Contexto da Organização - Terminais de Contêineres	18
1.1.3. Academia	19
1.2. QUESTÃO DE PESQUISA	20
1.3. OBJETIVOS	20
1.3.1. Objetivo Geral	21
1.3.2. Objetivos Específicos	21
2. REVISÃO DA LITERATURA	22
2.1. EFICIÊNCIA	22
2.2. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA	23
2.2.1. Indicadores de Desempenho	24
2.2.2. Métodos Paramétricos	25
2.2.3. Métodos Não-Paramétricos	25
2.3. TÉCNICA DE DEA	26
2.3.1. Modelos de DEA	29
2.3.1.1. Modelo CCR	30
2.3.1.2. Modelo BCC	31
2.3.1.3. Outros Modelos	32
2.4. DEA – APLICAÇÕES NO SETOR PORTUÁRIO	33
2.5. ANÁLISE DE REGRESSÃO	37
2.5.1. Regressão Linear Simples e Múltipla	37
2.5.2. Regressão Tobit	38
3. MÉTODO DE PESQUISA	43
3.1. MÉTODO DE PO - TÉCNICA DEA	43
3.1.1. Definição do problema	45
3.1.2. Elaboração do modelo	46
3.1.2.1. Definição de inputs e outputs	46

3.1.2.2. Entrevistas com executivos	47
3.1.2.3. Modelo preliminar	48
3.1.2.4. Validação das variáveis do modelo preliminar.....	49
3.1.2.5. Modelo final	50
3.1.3. Solução do modelo	51
3.1.3.1. População	52
3.1.3.2. Amostra	52
3.1.3.3. Coleta e análise dos dados.....	53
3.1.4. Validação das variáveis do modelo final.....	53
3.1.5. Implementação dos resultados.....	54
3.2. ANÁLISE QUALITATIVA – ENTREVISTA COM EXECUTIVOS	54
4. CONTEXTO DA PESQUISA	56
4.1. CARACTERÍSTICAS DO MERCOSUL.....	56
4.2. PORTOS DO MERCOSUL.....	57
4.2.1. Brasil.....	58
4.2.2. Argentina	61
4.2.3. Uruguai	63
5. RESULTADOS	64
5.1. RESULTADOS PRELIMINARES	64
5.1.1. Entrevista com executivos	64
5.1.2. Estudo – piloto – Aplicação com 13 terminais brasileiros	65
5.1.3. Estudo – piloto – Aplicação com 23 terminais do Mercosul.....	67
5.2. RESULTADOS DA AMOSTRA COMPLETA	71
5.2.1. Amostra Completa – DEA com modelo CCR.....	72
5.2.2. Amostra Completa – DEA com modelo BCC.....	74
5.2.3. Análise de Benchmarking.....	77
5.2.4. Análise de alvos e metas.....	79
5.2.5. Resultados da Regressão Tobit.....	81
5.2.6. Resultados do Estudo Qualitativo	84
6. CONCLUSÃO.....	88
6.1. CONCLUSÕES	88
6.2. CONTRIBUIÇÕES DO ESTUDO	89
6.2.1. Contribuições para a academia.....	89
6.2.2. Contribuições para os terminais de contêineres	90
6.3. RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS	91
6.4. LIMITAÇÕES DO ESTUDO	92

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
GLOSSÁRIO	101
ANEXO 1: QUESTIONÁRIO PLANEJAMENTO DE CAPACIDADE.....	102
ANEXO 2: DADOS COLETADOS	106
ANEXO 3: RESULTADOS DEA.....	109
ANEXO 4: RESULTADOS BENCHMARKING.....	139
ANEXO 5: RESULTADOS REGRESSÃO TOBIT.....	142
ANEXO 6: CARTA ABRATEC.....	146
ANEXO 7: QUESTIONÁRIO QUALITATIVO	148

1. INTRODUÇÃO

Os terminais de contêineres possuem grande importância para o comércio global; de acordo com Yun e Choi (1999), mais de 90% da carga internacional é movimentada através de portos marítimos e 80% desta movem-se através de contêineres. Segundo Steenken et al. (2001), a taxa de movimentação de contêineres vem aumentando nos últimos anos em aproximadamente 8% ao ano e este crescimento tem atribuído aos terminais uma importante parcela de participação na economia de todos os países.

Linn et al. (2003) apontam que os terminais de contêineres são elementos-chave no atual mercado internacional, pois, dependendo do seu nível de eficiência operacional, poderão gerar efeitos na competitividade do país, tais como a melhoria na eficiência das operações de um determinado terminal poder resultar em custos menores através de uma utilização racional e eficiente dos recursos humanos, berços, pátio, guindastes e demais equipamentos que operam nos terminais (KIM e MOON, 2003).

Os países que compõem o Mercosul (Brasil, Argentina e Uruguai) totalizaram US\$ 135 bilhões em exportações através dos terminais de contêineres que, apenas em 2004 movimentaram, aproximadamente seis milhões de TEUs (do inglês, *twenty foot equivalent units*), entretanto, estes países ainda apresentam uma infra-estrutura no sistema portuário que pode comprometer as exportações e importações (MANTELLI, 2004). A precariedade na infra-estrutura dos portos tem causado inúmeras preocupações às empresas exportadoras de produtos importantíssimos para a balança comercial. Outros fatores como a falta de equipamentos, poucas ferrovias, estradas ruins, o pequeno emprego de tecnologia, o excesso de mão-de-obra e a baixa capacidade de carga também são responsáveis pela baixa eficiência operacional, gerando congestionamento de caminhões e de navios (LOPES, 2004).

Calmon (2001) revela que os terminais de contêineres do Mercosul ainda estão defasados em comparação a outros portos mundiais como Cingapura (100 contêineres movimentados por hora), Roterdam (60 contêineres movimentados por hora), Santos (40 contêineres movimentados por hora) e Rio Grande (30 contêineres movimentados por hora).

Contudo identifica-se um grande esforço para reduzir tais indicadores e aumentar a competitividade dos terminais do Mercosul em relação aos grandes terminais mundiais. De acordo com a ABTP (Associação Brasileira dos Terminais Portuários), no período de 2004 a 2007, os investimentos projetados pelos terminais de contêineres alcançarão US\$ 150 milhões, direcionados à compra de equipamentos, obras de melhoria da infra-estrutura portuária e treinamento de funcionários.

Avaliar a eficiência e o desempenho dos portos, principalmente dos terminais de contêineres do Mercosul é de suma importância para que se possa melhorar e comparar o sistema logístico brasileiro com o sistema de outros países do Mercosul e torná-lo mais competitivo. Afim de avaliar o desempenho destes terminais, é necessário utilizar técnicas que possam medir a sua eficiência para que os executivos identifiquem em que devem melhorar, quais aspectos mais influenciam a eficiência do terminal, além de possibilitar a oportunidade de verificar como seus concorrentes estão utilizando seus recursos. Em consequência, a técnica de DEA (do inglês, *Data Envelopment Analysis*, termo utilizado em português como Análise por Envoltória de Dados, Análise por Envolvamento de Dados ou, ainda, Análise por Encapsulamento de Dados) vem sendo usada em vários estudos nos mais variados contextos: Amirteimoori e Kordrostami (2005); Camanho e Dyson (2005) em bancos; Hwang e Chang (2003); Barros (2005) em hotéis; Kashani (2005) na indústria petrolífera; Kontodimopoulos e Niakas (2005); Butler e Li (2005) em hospitais; Thanassoulis e Dustan (1996); Banker et al. (2004); Primont e Domazlicky (2005) em escolas; Parkan (2002) no trânsito; Abbott e Doucouliagos (2003); Reichmann e Sommersguter-Reichmann (2004) em universidades; Ward et al. (1997) e Curkovic (2003) em empresas de manufatura; e outros, revelando que a técnica de DEA é aplicada nos mais variados contextos.

No setor portuário, esta técnica foi pouco empregada e os primeiros pesquisadores a realizarem estudos utilizando-a foram Roll e Hayuth (1993). Posteriormente, outros trabalhos importantes foram desenvolvidos e merecem destaque: Martinez-Budría et al. (1999) em portos espanhóis, Tongzon (2001) em 16 terminais de vários países, Itoh (2002) em portos japoneses e Turner et al. (2004) em terminais da América do Norte. Cabe ressaltar que estes últimos autores combinaram a técnica de DEA com a Regressão Tobit, visando identificar variáveis que afetam a eficiência dos terminais de contêineres.

O presente trabalho apresenta um modelo combinando a técnica de DEA e Regressão Tobit para medir a eficiência relativa dos terminais de contêineres do Mercosul e está

estruturado da seguinte maneira: no primeiro capítulo é descrita a justificativa e a relevância do trabalho, bem como a questão de pesquisa e os objetivos propostos.

O segundo capítulo apresenta a revisão teórica do estudo estruturada em três etapas: inicia-se apresentando alguns métodos de avaliação de desempenho, seguem-se os conceitos e principais características da técnica de DEA, estudos de DEA realizados na área portuária e, por último, as características das Regressões Linear e Tobit.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia de pesquisa, descrevendo o desenho da pesquisa e os métodos utilizados. No capítulo subsequente é descrito o contexto da pesquisa, apresentando características do Mercosul e dos países integrantes do bloco, assim como dos terminais de contêineres que compõem a amostra. O quinto capítulo mostra a análise dos resultados do trabalho, iniciando pelo estudo-piloto, passando após para a amostra completa. Por fim, no último capítulo, são apresentadas as considerações finais do estudo.

1.1. JUSTIFICATIVA

Nesta seção apresenta-se a justificativa para a realização desta dissertação que compreende três focos: o contexto, os terminais de contêineres e a Academia.

1.1.1. Contexto Econômico - Mercosul

O transporte marítimo é de extrema importância para a economia mundial e, por extensão, para a do Mercosul. Nesse cenário, os portos do Brasil, Argentina e Uruguai têm uma acirrada competição, buscando o maior número de escalas de navios para atingirem o maior número possível de destinos, aumentando as suas movimentações. Essas escalas são definidas pelos armadores (empresas proprietárias dos navios) que escolhem os terminais inseridos em mercados atraentes, com boa infra-estrutura e eficientes operações. A cada ano, os armadores buscam racionalizar suas programações de forma a escalarem o menor número

possível de terminais, reduzindo com isso seus custos e oferecendo ciclo completo de escalas (do inglês, *round-trips*) menores, o que beneficia diretamente seus clientes embarcadores.

Nessa conjuntura, as exportações do Mercosul bateram recorde em 2004, segundo a consultoria argentina Centro de Estudios Bonairenses (CEB). O Brasil foi o principal protagonista do aumento dos embarques na região, embora os outros países também tenham colaborado. As exportações do Mercosul somaram US\$ 135 bilhões, aumento de 27,9% sobre 2003 e 52,4% ante 2002. As exportações do Brasil foram de US\$ 96,5 bilhões, 71% do total. As argentinas foram de US\$ 34,4 bilhões, 25,4% do total. Na comparação entre 2003 e 2004, a participação do Brasil no crescimento das exportações do Mercosul foi de 79%, enquanto a da Argentina foi de 17,2% e a do Uruguai 2,5%.

Visando aumentar as exportações e melhorar a eficiência dos terminais de contêineres brasileiros, Wilen Mantelli, presidente da Associação Brasileira de Terminais Portuários, afirma em entrevista realizada no início do ano de 2005, que o governo federal prevê investir R\$ 400 milhões na expansão e modernização de 11 portos brasileiros este ano, além de ainda tentar dotar dentro do Orçamento Geral da União do próximo ano, outros R\$ 400 milhões, para o mesmo fim (ANBA, 2005).

Estes investimentos para modernizar e expandir os terminais de contêineres justificam-se pois, segundo a Associação Brasileira dos Terminais de Contêineres de Uso Público (ABRATEC), o Brasil movimentou 1,925 milhão de TEUs, em 1997. Em 2003, o volume subiu para 4,319 milhões de TEUs, devendo crescer 8% em 2004, com 4,5 milhões de TEUs previstos. As projeções da ABRATEC indicam 5,1 milhões de TEUs em 2005, podendo alcançar 7,8 milhões de TEUs em 2010.

Conforme Destéfano (2005), a Argentina está em grande crescimento no comércio exterior e os terminais de contêineres são um ponto chave dentro da cadeia logística. O crescimento da movimentação de carga geral e, principalmente, em contêineres foi de 25% em 2004 em comparação ao ano anterior.

No Uruguai, os investimentos públicos e privados têm auxiliado a ampliar o porto marítimo de Montevideu, o principal do país. O volume cresceu de 210.358 contêineres, carregando 5,2 milhões de toneladas de carga em 2003, para mais de 250 mil contêineres carregando 6 milhões de toneladas de carga em 2004. As companhias privadas devem investir em conjunto US\$ 60 milhões para ampliar as docas e expandir a capacidade de armazenagem de contêineres (ECONOMIST INTELLIGENCE UNIT, 2005). Cabe salientar que o Paraguai

não integrou a pesquisa por não possuir terminais de contêineres com movimentação significativa para o contexto.

Nesse panorama, utilizar os terminais do Mercosul como unidade de análise deve-se à questão da concorrência existente entre eles, em que a definição de um ou mais portos concentradores de carga (do inglês, *hub ports*) está para ser tomada, como dito anteriormente, em função principalmente das infra-estruturas oferecidas por esses terminais. Como os terminais de contêineres estão relativamente próximos entre si, as empresas exportadoras e importadoras buscam os que oferecem os melhores serviços, com valores o mais baixo possível e uma operação eficiente, sendo que a busca por um terminal mais eficiente é bastante comum entre os exportadores e importadores. Apenas um terminal de contêineres localizado no estado do Rio Grande do Sul estará investindo US\$ 90 milhões até 2006, para atender à demanda de cargas já existente no estado e atrair os operadores dos terminais de contêineres de Montevideu e Buenos Aires (CONEXÃO MARÍTIMA, 2005). Cabe salientar que, nesta dissertação, serão analisados apenas os terminais especializados em movimentação de contêineres.

1.1.2. Contexto da Organização - Terminais de Contêineres

Os terminais de contêineres possuem um papel importante dentro do comércio exterior e do transporte marítimo mundial. Ambrosino et al. (2004) apontam que o gerenciamento das operações em um terminal de contêineres é um processo complexo envolvendo muitas decisões devido aos variados recursos abrangidos nas operações.

Entretanto, os terminais de contêineres estão investindo recursos de infra-estrutura para aumentarem sua eficiência e, assim, obterem melhores resultados. Porém, ainda não se tem certeza quanto à relação existente entre estes investimentos e o desempenho destas organizações. Às vezes, ganhos de eficiência e, conseqüentemente, melhores resultados financeiros podem ser obtidos com melhor organização dos recursos operacionais existentes, sem a necessidade de fazer grandes investimentos em infra-estrutura (OLIVEIRA, 2004). Neste sentido, este trabalho torna-se importante para os terminais de contêineres do Mercosul,

pois através dele, esses terminais poderão identificar a relação entre a utilização dos recursos operacionais e o seu desempenho através de um indicador que irá medir a eficiência relativa dos terminais.

A principal variável utilizada para medir a eficiência do terminal é a movimentação de contêineres por navio, isto é, de acordo com os executivos, quanto mais rápido um terminal operar um navio, mais eficiente ele será, e observar-se-á o número médio de movimentações realizadas para carregar e descarregar contêineres do navio. Outras variáveis como o tempo de movimentação dos equipamentos de pátio, tempo de uso dos guindastes ou taxa de ocupação de berços também são usadas, mas nenhuma delas é capaz de medir a eficiência operacional de todo o conjunto.

Desta forma, este trabalho propõe um modelo para medir a eficiência de um terminal de contêiner não apenas baseado na operação do navio, como também combine outras variáveis importantes que fazem parte do funcionamento do terminal e o influenciam como: número de funcionários, número de guindastes, número de berços, número de equipamentos de pátio e área do terminal.

1.1.3. Academia

Esta dissertação justifica-se do ponto-de-vista acadêmico devido à falta de pesquisas desenvolvidas na validação de fatores (*inputs* e *outputs*) e modelos capazes de representar o processo de gestão de operações e que ainda possibilitem mensurar a eficiência dos terminais de contêineres.

A literatura apresenta poucas pesquisas que visam medir a eficiência dos terminais de contêineres (ROLL e HAYUTH, 1993; MARTINEZ – BUDRIA et al., 1999; TONGZON, 2001; VALENTINE e GRAY, 2001; ITOH, 2002; SERRANO e CASTELLANO, 2003; TURNER et al., 2004; CULLINAME et al., 2004) e com modelos pouco validados. Sendo assim, é importante validar um modelo capaz de representar e medir a eficiência das operações dos terminais de contêineres utilizando *inputs* e *outputs* definidos pelos próprios executivos e que, além disso, correspondam às operações dos próprios terminais.

Outra justificativa é a de combinar a Regressão Tobit com a técnica de DEA visando prever quais as variáveis do modelo proposto têm relação com a eficiência das operações dos terminais de contêineres. Turner et al. (2004) utilizaram a Regressão Tobit e a técnica de DEA para medir a eficiência dos terminais de contêineres australianos, mas não o fizeram quanto às variáveis do seu modelo de eficiência na análise de Regressão Tobit e, sim, outras variáveis denominadas não-controláveis. Nesta dissertação as variáveis utilizadas na Regressão Tobit são as mesmas do modelo de DEA, pois se pretende observar quais as variáveis que explicam a eficiência.

1.2. QUESTÃO DE PESQUISA

De acordo com este contexto, a questão que essa pesquisa propõe-se a responder, pode ser formulada da seguinte maneira: **Como medir a eficiência relativa das operações dos terminais de contêineres do Mercosul?**

Para responder à questão foi definido o objetivo geral do estudo, dividido de forma a estabelecer as etapas da pesquisa que irão responder à indagação proposta.

1.3. OBJETIVOS

De modo a responder à questão proposta na pesquisa, foram estabelecidos o objetivo geral e os objetivos específicos, apresentados a seguir.

1.3.1. Objetivo Geral

- Medir a eficiência das operações dos terminais de contêineres do Mercosul combinando as técnicas de DEA e Regressão Tobit nos anos de 2002, 2003 e 2004.

1.3.2. Objetivos Específicos

- a) Selecionar na literatura os *inputs* e *outputs* mais relevantes para elaboração do modelo;
- b) Validar o modelo com especialistas do setor;
- c) Medir a eficiência dos terminais de contêineres do Mercosul, utilizando a técnica de DEA;
- d) Utilizar a Regressão Tobit para observar possíveis relações entre as variáveis do modelo e a eficiência;
- e) Analisar as diferenças entre os terminais de contêineres e o que torna um terminal mais eficiente do que os outros.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura serve de base para o desenvolvimento do estudo. Ela está dividida em cinco seções: na primeira, são mostrados alguns conceitos de eficiência, em seguida, relacionam-se alguns métodos de avaliação de eficiência; nas seções subseqüentes, a revisão sobre a técnica de DEA, os estudos realizados com DEA em portos e terminais de contêineres são mostrados e, por último, apresentam-se as características da Regressão Linear e Tobit.

2.1. EFICIÊNCIA

Segundo Reinaldo (2002), a análise da eficiência das organizações é um tema que sempre despertou o interesse de pesquisadores, principalmente devido às dificuldades encontradas para medi-las. Estas análises são imprescindíveis no sentido de identificar os fatores negativos e os problemas existentes nas organizações, visando extingui-los ou, pelo menos, amenizá-los. Desse modo, procura-se obter uma eficiência ideal, otimizando-se insumos e produtos.

Na literatura de gestão de operações, alguns autores (Farell, 1957; Lovell, 1993; Pearson, 1993) apresentam diversos conceitos de eficiência (técnica, econômica, alocativa e relativa). De acordo com Lovell (1993), a eficiência de uma unidade de produção resulta da comparação entre os valores observados e ótimos em suas relações insumo-produto. A comparação faz-se entre o produto observado e o máximo produto potencial alcançável, para os insumos utilizados; ou, a partir do insumo potencial mínimo necessário para produzir dado produto, pelo insumo observado ou, ainda, a combinação entre os dois. Nessas comparações, mede-se a eficiência técnica e o ótimo é definido em termos de possibilidades de produção.

Também é possível defini-lo em termos do objetivo comportamental da unidade de produção. Neste caso, trata-se da eficiência econômica, que é medida comparando custos, receitas e lucros observados, em relação a padrões ótimos.

Para Pearson (1993), a eficiência técnica mede a proximidade entre a quantidade de produto produzida por uma empresa e a quantidade máxima de produtos que aquela empresa poderia gerar, dado o nível de insumos que pratica (ou usando a mínima quantidade de insumos suficiente para produzir determinado nível de produto). O autor também salienta que a eficiência alocativa verifica se a empresa está empregando o *mix* de insumos de custo mínimo, para produzir o nível observado de produto, dado os preços relativos praticados.

Nesta dissertação será abordado o tema eficiência relativa, que surgiu com Farrell (1957), ou seja, a eficiência de unidades em relação a outras unidades que utilizam os mesmos *inputs* e *outputs* e praticam tarefas semelhantes. O autor ainda salientou que é melhor determinar a medida de eficiência de uma empresa em relação ao melhor nível de eficiência observado, do que em relação a algum ideal inatingível.

2.2. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA

De acordo com Thanassoulis (2003), métodos de avaliação de eficiência podem ser classificados em: indicadores de desempenho, métodos paramétricos e métodos não-paramétricos. O autor aponta que, para medir a eficiência de qualquer organização, existem custos e benefícios a serem observados. Os custos abrangem, além do valor monetário a ser investido, saber quais serão as futuras conseqüências que a análise resultante do processo de medição pode indicar. Os benefícios traduzem-se em melhor controle da organização no sentido de conduzi-la a um melhor resultado. Além disso, as organizações devem procurar a maneira de realizar avaliações da sua eficiência, tentando sempre minimizar seus custos e maximizar seus benefícios.

O primeiro passo para iniciar uma avaliação de eficiência relativa (comparativa) é a definição das unidades de negócio a serem avaliadas. Essas unidades utilizam um conjunto de recursos (*inputs*) o qual é transformado em um conjunto de resultados (*outputs*). A

identificação dos *inputs* e *outputs* é o fator decisivo para atingir-se uma correta avaliação (THANASSOULIS, 2003).

2.2.1. Indicadores de Desempenho

Um dos métodos mais comuns de avaliação de eficiência é o indicador de desempenho. Ele pode ser definido pela razão de algum *output* por um *input* de uma determinada unidade (THANASSOULIS, 2003). Para Rinaldi e Maçada (2002), os indicadores de desempenho permitem realizar o monitoramento, o controle e o aperfeiçoamento da eficiência e desempenho das organizações nos seus diversos níveis. Como indicadores são uma relação matemática que mede numericamente atributos de um processo ou de seus resultados, com o objetivo de comparar esta medida com metas numéricas preestabelecidas, eles são essenciais ao planejamento e controle dos processos das organizações, pois as medidas permitem comunicar as expectativas de desempenho a todos os funcionários, como também conhecer o desempenho das organizações; identificar problemas e permitir soluções; auxiliar na tomada de decisão e replanejamento, e que os intervenientes nos processos saibam o que é esperado deles e conheçam o seu potencial.

Thanassoulis (2003) aponta que a principal limitação deste método é a utilização de apenas um *input* e de um *output*, o que normalmente não é suficiente para comparar organizações. No caso de utilização de multi-*input* e multi-*output*, os indicadores de desempenho não conseguem identificar como múltiplos *inputs* podem afetar simultaneamente múltiplos *outputs*, no processo de transformação.

2.2.2. Métodos Paramétricos

Nos métodos paramétricos existe a necessidade de estimar um modelo funcional, seja ele linear, não-linear, logarítmico ou outro; e saber como os *outputs* e os *inputs* estão relacionados. Nos casos em que o ambiente não funciona de acordo com as leis do mercado, é muito difícil estabelecer uma equação funcional. Como no caso dos indicadores de desempenho, os métodos paramétricos também não conseguem lidar com múltiplos *inputs* e múltiplos *outputs* simultaneamente. De acordo com Herrero (2005), os métodos paramétricos só podem ser utilizados quando no processo de produção tem-se um *input* e um *output*, ou em casos em que se agregam todos os *inputs* e *outputs* em apenas um *input* e um *output*.

Outra característica deste método é a de que a comparação é feita através da média das eficiências e não em relação às melhores. As técnicas paramétricas são descritas através: (i) funções de custo, definida como o custo mínimo de produção do vetor produto, para determinada função de produção, em vista de algumas relações de oferta, para os insumos; e, (ii) funções de produção descrição da relação técnica existente entre insumos e produtos em um processo de produção, durante um período de tempo, em que a função de produção define o máximo produto resultante de um determinado vetor de insumos (AZAMBUJA, 2002). Na literatura, encontra-se a aplicação freqüente das funções Cobb-Douglas e Translog.

2.2.3. Métodos Não-Paramétricos

Os métodos não-paramétricos são conhecidos por realizarem diversas análises de forma relativamente simples. De acordo com Macedo e Macedo (2003), o DEA é a técnica que não necessita desenvolver um “indicador-padrão”, pois pode incorporar múltiplas entradas e saídas, tanto ao numerador quanto ao denominador do cálculo da eficiência sem a necessidade de conversão para base comum, o que o diferencia dos métodos paramétricos. Na próxima seção mostram-se mais informações sobre a técnica de DEA.

2.3. TÉCNICA DE DEA

Desenvolvida por Charnes et al. (1978), o DEA é essencialmente uma técnica de programação linear que converte *inputs* e *outputs* múltiplos em medida de eficiência. Esta conversão é realizada comparando os recursos (*inputs*) utilizados e os resultados (*outputs*) obtidos em cada DMU (do inglês, *Decision Making Units*), comparando com todas as outras restantes. O DEA identifica as unidades mais eficientes em uma população e fornece a medida da ineficiência para toda a outra. Cabe ressaltar que o DEA não mede a eficiência absoluta e, sim, a eficiência comparativa ou relativa (THANASSOULIS, 2003).

A técnica é baseada em programação matemática, classificada como não-paramétrica, pois não utiliza uma função de produção predefinida idêntica para todas as organizações na análise do relacionamento insumo-produto-eficiência. Athanassopoulos e Curram (1996) salientam que o DEA é baseado em programação linear e que tem sido usado para medir a eficiência relativa de organizações não-lucrativas (como escolas e hospitais) e lucrativas (como bancos e restaurantes).

Soares de Mello et al. (2003) salientam que o objetivo do DEA consiste em comparar um certo número de DMUs que realiza tarefas similares e diferencia-se nas quantidades de *inputs* que consome e de *outputs* que produz (figura 1). Os autores revelam que, além de identificar as DMUs eficientes, os modelos de DEA permitem medir e localizar a ineficiência e estimar uma função de produção linear por partes, que fornece um *benchmark* para as DMUs ineficientes.

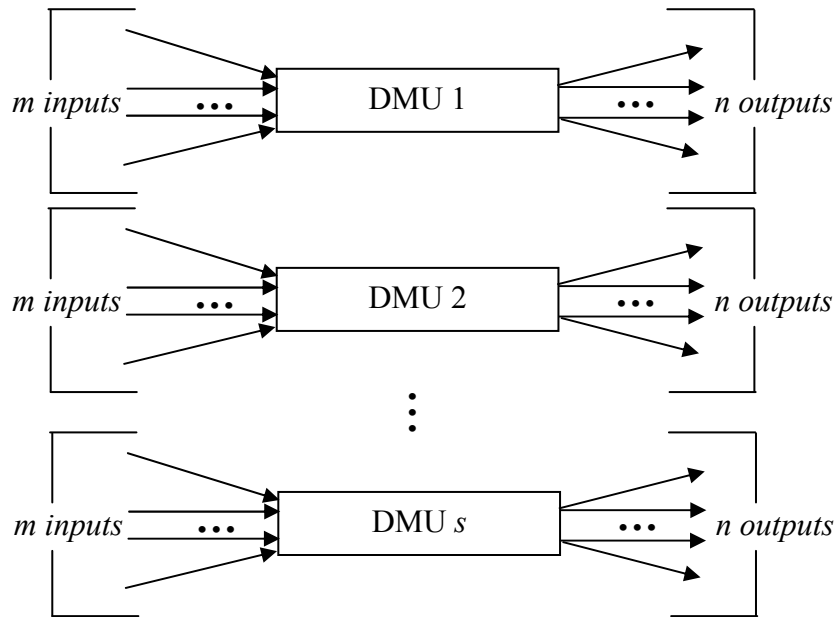


Figura 1: Relação DMU com *inputs* e *outputs*

Fonte: Wang et al. (2004)

Borenstein et al. (2004) ressaltam que o objetivo da técnica de DEA é identificar quais DMUs operam eficientemente e, assim, pertencem à fronteira de produção e, também, quais DMUs não operam eficientemente, para que se possam fazer alguns ajustes apropriados nos seus *inputs* e *outputs* para atingir a eficiência. E, além disso, salientam os autores, com esta ferramenta é possível: (a) calcular quantitativamente a eficiência relativa das DMUs; (b) identificar as fontes e quantidades de ineficiência relativa em cada DMU; e, (c) auxiliar no planejamento dos objetivos em várias dimensões, visando maximizar a eficiência de cada DMU.

A medida de eficiência usualmente utilizada é uma razão entre a soma ponderada de *outputs* e a de *inputs* (SIEMS, 1992):

$$EFICIÊNCIA_k = \frac{\sum_{j=1}^n W_{jk} OUTPUT_{jk}}{\sum_{i=1}^m V_{ik} INPUT_{ik}} \quad k = 1, \dots, N,$$

em que V_{ik} é o peso unitário do *input* i e W_{jk} é o peso unitário do *output* j para a unidade estudada k . Sob esta notação, há N unidades estudadas, m variáveis de *input* e n variáveis de *output*. Para cada unidade estudada, determina-se o conjunto de pesos que lhe dá maior eficiência possível. Na medida básica tradicional de eficiência, os pesos são supostos para

serem uniformes através dos *inputs* e *outputs*, para todas DMUs. Entretanto, segundo Saha e Ravisankar (2000), o DEA seleciona os pesos que maximizam o resultado da eficiência de cada DMU sob as circunstâncias de que nenhum peso seja negativo, que toda a DMU possa usar o mesmo jogo de pesos para avaliar sua própria relação da eficiência e que a resultante desta não exceda 1 (um). Isto é, a técnica escolherá para cada DMU aqueles pesos que maximizem a eficiência com relação a outras unidades. Em geral, algumas DMUs terão maiores pesos naqueles *inputs* menos usados e nos *outputs* que mais produzem.

A característica chave dos modelos DEA é a de que os pesos são tratados como desconhecidos. Eles serão escolhidos de forma a maximizar a eficiência da unidade observada. A eficiência desta unidade será igual a 1 (um), caso a mesma seja eficiente em relação às outras unidades, e será menor do que 1 (um), se for ineficiente. Para uma unidade ineficiente, a solução identifica as unidades eficientes que servirão de referência àquela. Os valores dos pesos geralmente diferem de unidade para unidade, e esta flexibilidade na escolha de pesos pode ser considerada tanto frágil como forte. Ela será frágil se existir maior interesse em fazer a escolha de pesos do que em verificar alguma eficiência. Esta flexibilidade será forte, contudo, quando uma unidade mostra-se ineficiente ainda que os pesos que lhe são mais favoráveis tenham sido utilizados na sua avaliação (AZAMBUJA, 2002).

Os modelos DEA podem ser orientados por *input*, por *output*, ou por ambos. A orientação por *input* minimiza o *input* suficiente para se alcançar um nível de *output* desejado. Já a orientação por *output* visa maximizar o *output* para um nível de *input* fixo. A orientação para ambos busca a máxima eficiência, minimizando os *inputs* e maximizando os *outputs*.

Marinho (2003) afirma que a técnica de DEA atribui a cada DMU um valor (score) representativo de seu desempenho relativo. Usualmente, esses scores variam entre 0 e 1 ou entre 0 e 100%, e as unidades eficientes recebem valor igual a 1 ou 100%. De acordo com o autor, a técnica também permite destacar em cada unidade quais os níveis de consumo e de produção que tornariam as unidades eficientes.

Macedo e Souza (2003) acrescentam outras características do método de DEA, como:

- não há necessidade de converter todas as entradas e saídas em valores monetários, permitindo englobar áreas diferentes e grandezas distintas;
- os quocientes da eficiência são baseados em dados reais; é uma alternativa e um complemento aos métodos da análise de tendência central e análise custo benefício;

- considera a possibilidade de que unidades eficientes não representem apenas desvios em relação ao comportamento médio, mas possíveis *benchmarks* a serem estudados pelas demais unidades;
- ao contrário das abordagens das medidas tradicionais, o DEA otimiza cada observação individual com o objetivo de determinar uma fronteira linear por partes que compreende o conjunto de unidades eficientes;
- é um método de apoio à decisão de natureza multicritério e, portanto, capaz de modelar a complexidade do mundo real.

González-Araya (2002) salientam que os executivos têm interesse em estimar a eficiência das DMUs para obter as taxas marginais de substituição entre todos os pares de *inputs* e *outputs* envolvidos na análise. Conforme os autores, as taxas marginais de substituição possuem implicações importantes, tanto econômicas quanto gerenciais, na previsão e realocação dos recursos, pois elas indicam a quantidade adicional de um certo *input* que é necessária para incrementar um *output* em particular, ou o incremento marginal necessário de um *input* para compensar a redução de um dado *input*, ou, ainda, a redução necessária de algum *output* para incrementar outro *output*, enquanto o resto dos *inputs* e *outputs* permanecem constantes.

2.3.1. Modelos de DEA

Dos modelos de DEA existentes, os mais encontrados na literatura são os modelos CCR (de *Charnes, Cooper e Rhodes*, 1978) e BCC (de *Banker, Charnes e Cooper*, 1984).

2.3.1.1. Modelo CCR

O primeiro modelo, juntamente com a introdução da técnica DEA, chama-se CCR, de Charnes, Cooper e Rhodes. A medida de qualquer unidade é obtida como a razão máxima de *outputs* ponderados sobre *inputs* também ponderados, sujeitos à condição de que as razões similares de cada unidade sejam menores ou iguais a 1 (um) (Charnes et al., 1978). A principal característica do modelo CCR pressupõe uma fronteira com retorno constante de escala. No modelo CCR, a medida de eficiência obtida é a mesma se o modelo minimiza *input* ou se maximiza *output*, pois os retornos de escala são constantes.

Na figura 2, pode-se verificar que no modelo CCR os dados observados geram uma reta, devido ao modelo possuir um retorno constante de escala. Desta forma, a DMU T2 é considerada eficiente, pois está na fronteira de produção. As outras DMUs estão ineficientes em comparação à T2 e são envelopadas (do inglês, *enveloped*) pela fronteira de eficiência.

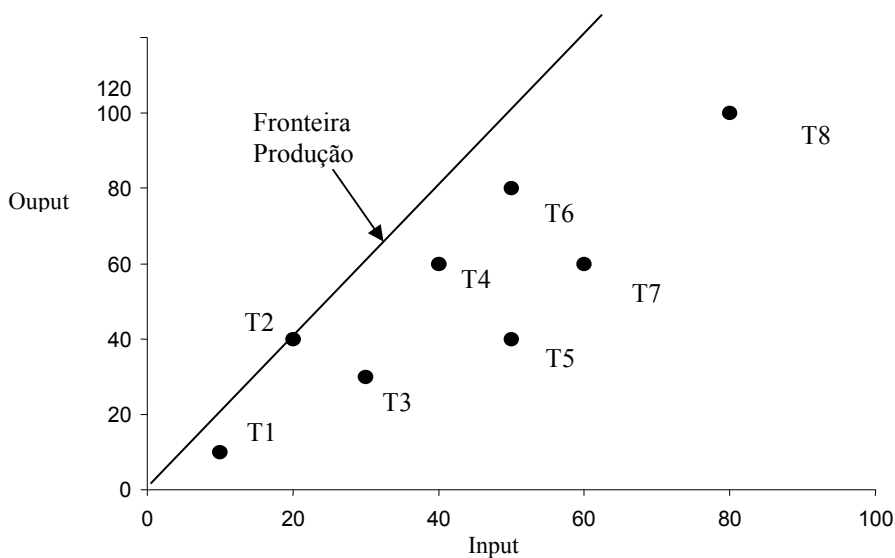


Figura 2: CCR

Fonte: Wang et al. (2004)

2.3.1.2. Modelo BCC

Um outro modelo básico DEA seria BCC que apresenta superfície de fronteira com retornos variáveis de escala. Desenvolvido por Banker, Charnes e Rhodes (1984) este modelo é relevante para o estudo da eficiência por admitir que nem sempre a tecnologia apresenta retornos constantes de escala, podendo tal retorno decrescer, crescer ou mesmo ficar constante à medida em que se aumenta ou reduz a escala de produção (FRANER, 2004).

A principal característica do modelo BCC de Banker, Charnes e Cooper (1984) nada mais é do que o modelo CCR incorporando a possibilidade de retornos variáveis de escala, ou seja, o modelo BCC explicita uma fronteira de eficiência que admite retornos variáveis de escala. O enfoque é observar como mudanças proporcionais no vetor de *inputs* refletem-se em termos de mudança no vetor de *outputs*. Verificam-se retornos crescentes de escala (acréscimos no consumo de insumos geram aumentos mais do que proporcionais na geração de produtos – economias de escala), quando a mudança nos *inputs* leva à mudança mais do que proporcional nos *outputs*. Inversamente, podem verificar-se retornos decrescentes de escala (AGUIAR, 2001) – acréscimos no consumo de insumos geram aumentos menos do que proporcionais na geração de produtos.

No modelo BCC, por possuir um retorno variável de escala, surge uma constante de convexidade, modificando a reta para um cone convexo. Na figura 3, T1, T2, T6 e T8 estão na fronteira de produção e são consideradas eficientes, mas não podem ser comparadas, devido ao retorno variável de escala. As outras DMUs são envelopadas por estes e são ineficientes.

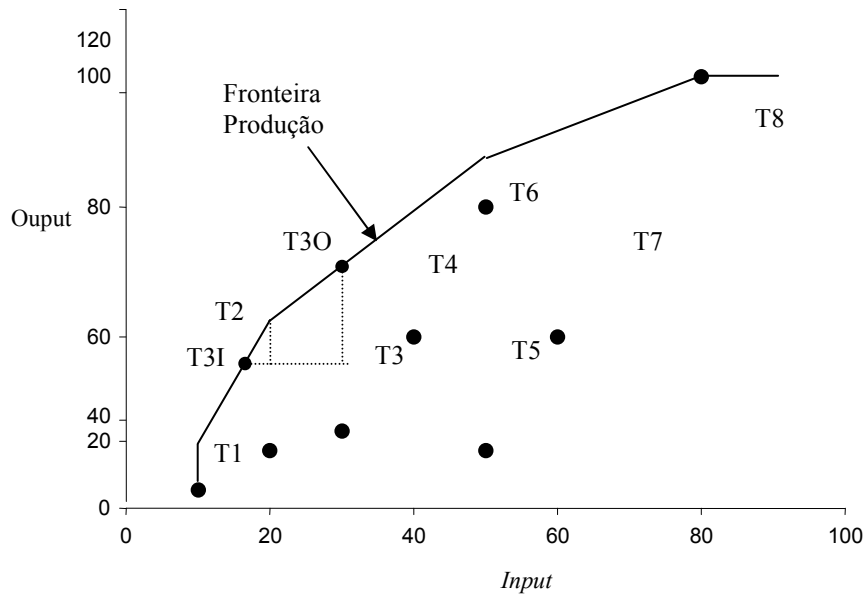


Figura 3: BCC

Fonte: Wang et al. (2004)

Paiva (2000) salienta algumas diferenças fundamentais entre estes dois modelos: (i) a superfície de envelopamento (tipos de combinação e suposições sobre o retorno de escala), (ii) tipo de projeção do plano ineficiente à fronteira. Os modelos CCR e BCC trabalham com diferentes tipos de tecnologia e, conseqüentemente, geram fronteiras e medidas de eficiência diferentes. No que diz respeito à orientação, cada um desses dois modelos pode ser escrito sob duas formas de projetar os planos ineficientes na fronteira: uma voltada para os produtos e outra, para os insumos. Na primeira orientação, as projeções dos planos observados sobre a fronteira buscam o máximo aumento equiproporcional de produção, dado o consumo observado; na segunda orientação, a maior redução equiproporcional do consumo para a produção observada.

2.3.1.3. Outros Modelos

Outro modelo é o *Free Disposal Hull* (FDH), desenvolvido por Tulkens (1993), em que é usada programação inteira, e não se pode utilizar métodos de otimização linear. Este modelo também trabalha com retorno variável de escala, mas a diferença em relação aos

outros modelos está em que não considera a condição de convexidade, na qual as DMUs podem ser comparadas por combinações convexas (ou lineares) de outras DMUs eficientes. Assim, segundo Pereira (1995), o modelo FDH mantém o pressuposto de livre descarte, pelo fato de sua fronteira de produção ser uma livre disposição de envoltória (não convexa).

Por fim, temos a análise chamada de *Window* ou Análise de Janelas (Charnes et al., 1985) que mede a eficiência das DMUs por períodos, ou seja, cada período (mês, bimestre ou ano) é considerado uma DMU diferente, para, posteriormente, comparar a evolução da eficiência. Em relação ao retorno de escala, na Análise de Janelas pode-se usar tanto o modelo CCR como o modelo BCC. Cabe ressaltar que Itoh (2002) aplicou esta análise em seu estudo sobre portos japoneses.

Como já salientado, constatou-se que os modelos CCR e BCC são os mais utilizados, principalmente nos estudos realizados com DEA em portos e terminais de contêineres. Na seção seguinte é apresentado um resumo das pesquisas que utilizam DEA no setor portuário.

2.4. DEA – APLICAÇÕES NO SETOR PORTUÁRIO

Na área portuária, a técnica de DEA foi utilizada em poucos estudos. Roll e Hayuth (1993) foram os primeiros a realizarem estudos utilizando DEA em portos, mostrando como esta técnica poderia ser usada com dados disponíveis nos bancos de dados dos portos. Eles utilizaram dados hipotéticos de vinte portos e demonstraram como suas eficiências poderiam ser mensuradas. Foram utilizados quatro *outputs*: nível de serviço (diferença entre tempo de movimentação e o tempo total em que o navio fica no porto), movimentação de carga, satisfação do usuário e número de atracações; e três *inputs*: total do capital investido, número de funcionários e tipo de carga. Quatro portos do estudo atingiram 100% de eficiência, dois ficaram abaixo de 60%, outros seis entre 60% e 75% e os restantes entre 77% e 90%.

Martinez-Budría et al. (1999) analisaram vinte e seis portos espanhóis no período de 1993 a 1997, em um total de 130 observações. Os portos foram divididos em três grupos homogêneos de acordo com o tamanho e a complexidade, para alcançar resultados conclusivos na aplicação do DEA. Foram utilizados três *inputs* (despesas com pessoal, taxas

de depreciação e outros gastos) e dois *outputs* (total de carga movimentada e receita obtida no aluguel de facilidades) compostos de maneira a ser possível detectar qualquer desequilíbrio entre as variáveis, definindo desta maneira os *inputs* e os *outputs* que caracterizassem o processo produtivo de cada porto. Os resultados obtidos mostram uma diferença entre os grupos em termos de eficiência. Os portos com maior complexidade apresentaram maior nível de eficiência, chegando perto da fronteira eficiente. O mesmo resultado não foi obtido no grupo com média complexidade, em que o nível de eficiência observado durante o período foi menor. Por outro lado, os portos com menor complexidade mostraram uma evolução negativa em níveis de eficiência global.

Em seu estudo, Tongzon (2001) utilizou dois *outputs*: TEUs movimentados e o tempo de operação do navio; e seis *inputs*: número de guindastes, número de berços, número de rebocadores, número de funcionários, área do terminal e *delay time* (é a diferença do tempo total no berço mais o tempo de espera e o tempo de operação). O objetivo do estudo foi medir a performance de quatro terminais de contêineres australianos e doze internacionais no ano de 1996. O estudo revelou que a técnica de DEA é um método viável para medir a eficiência dos terminais de contêineres. Entretanto, o autor salienta que o resultado de eficiência depende do tipo de modelo de DEA aplicado. Com o modelo CCR, dez terminais atingiram a eficiência máxima e mais três ficaram entre 75% e 85%. Já com o modelo *Additive*, apenas três terminais tiveram a eficiência de 100%.

Analisando a eficiência dos terminais de contêineres de vários países, Valentine e Gray (2001) compararam os terminais privatizados com os do setor público. A pesquisa observou se um tipo específico de administração e estrutura organizacional são fatores que levam um terminal a ser mais eficiente. Foram utilizados vinte e um terminais de contêineres da lista dos 100 melhores da Revista Cargo Systems de 1999. Os *inputs* escolhidos foram o tamanho do berço e o total de investimentos e os *outputs* foram o número total de contêineres e o total de toneladas movimentadas. Apenas os terminais de Port Klang, Johor e Charleston atingiram a eficiência máxima e mais cinco ficaram entre 70% e 95%. O resultado mostrou que a estrutura organizacional pública ou privada pode ser incorporada em um modelo conceitual do setor portuário. Os autores sugerem a necessidade de um número maior de *inputs* na equação, propondo que outros dados devem ser analisados.

Itoh (2002) analisa a eficiência operacional dos oito maiores terminais de contêineres do Japão, utilizando o método *window* de DEA. O *output* utilizado foi o número de TEU movimentado por ano e os *inputs* foram divididos em 3 categorias: infraestrutura (área do

terminal e número de berços), superestrutura (número de guindastes) e número de trabalhadores. Com o modelo CCR, o autor detectou que os portos mais eficientes em relação à amostra são Tóquio e Nagoya e no modelo BCC, além desses dois, os portos de Yokkaichi e Shimizu, que tiveram eficiências baixas com CCR, cresceram bastante e ficaram entre os quatro mais eficientes.

Para analisar a eficiência do tráfico de contêineres de nove portos espanhóis no período de 1992 a 2000, Serrano e Castellano (2003) utilizaram três *inputs* (tamanho do berço, área do terminal e número de guindastes) e dois *outputs* (TEU movimentado e tonelagem movimentada). Apesar deste estudo estar centrado em portos que movimentam contêineres, a análise da eficiência levou em conta também a movimentação de outros tipos de mercadorias. Os resultados mostraram que a eficiência dos portos estudados ficou entre 65% e 70%. Apenas o porto de Alicante atingiu 100% de eficiência, seguido por Baleares (92%) e Tenerife (73%).

Turner et al. (2004) mediram a eficiência de 26 terminais de contêineres da América do Norte (Estados Unidos e Canadá) no período de 1984 a 1997. Os *inputs* escolhidos foram a área do terminal, número de guindastes e tamanho do berço, e o *output*, o número de TEU movimentado. Os autores salientam que a hipótese de usar mais um *output* (toneladas movimentadas) foi considerada, mas encontraram uma alta correlação entre os dois *outputs*, assim, utilizou-se apenas o número de TEU movimentado. Os resultados foram divididos em três grupos, em que foi encontrado que a eficiência dos terminais da Costa do Golfo cresceu significativamente nos anos de 1992 a 1997. O outro grupo, da Costa Oeste, teve pouco crescimento durante todo o período. E o último grupo, da Costa Leste, não obteve crescimento nos anos de 1984 a 1993, mas nos últimos quatro anos apresentou um pequeno crescimento. Após utilizar DEA, a eficiência obtida foi usada como variável dependente na Regressão Tobit, e outras cinco variáveis foram utilizadas como independentes. Os resultados da regressão mostraram que o tamanho do terminal é muito importante para este ser eficiente.

Em estudo mais recente, Culliname et al. (2004) utilizaram a técnica de DEA nos modelos CCR e BCC para medir a eficiência de 25 dos 30 maiores terminais de contêineres do mundo no período de 1992 até 1999. Como *inputs*, os autores usaram o tamanho total do berço, área do terminal, número de guindastes de berço, número de *straddle carriers* (equipamento utilizado por alguns terminais para movimentar um contêiner no pátio) e o número de guindastes de pátio. O único *output* foi o número de TEU. Os autores também utilizaram o método *window* nos modelos CCR e BCC. Com o CCR, os portos de Keelung,

Nagoya, Colombo, Los Angeles e Kaohsiung foram os que obtiveram maior eficiência e, no modelo BCC, além dos citados acima, também salientaram-se os portos de Tanjunk Priok, New York / New Jersey, Singapura e Hong Kong.

O quadro 1 sintetiza a revisão da literatura, apresentando os estudos que utilizaram a técnica de DEA, em portos. Salienta-se que não se encontrou qualquer estudo realizado no Brasil.

Autores	Amostra	Modelo DEA	<i>Inputs</i>	<i>Outputs</i>
ROLL e HAYUTH (1993)	20 portos	CCR	- Capital; - N° de Funcionários; - Tipo de carga.	- Nível de serviço; - Movimento de carga; - Satisfação dos usuários; - N° de atracações.
MARTINEZ – BUDRIA et al. (1999)	26 portos da Espanha	BCC	- Despesas com pessoal; - Taxas de depreciação; - Outros gastos.	- Total de carga movimentada; - Receita obtida no aluguel de facilidades.
TONGZON (2001)	16 terminais de contêineres do mundo	CCR e <i>Additive</i>	- N° de guindaste; - N° de berços; - N° de rebocadores; - N° de funcionários; - Área do terminal; - Delay time.	- TEU; - Movimentação Hora/Navio.
VALENTINE e GRAY (2001)	31 terminais de contêineres de vários países	CCR	- Tamanho do berço; - Investimentos (US\$).	- N° de contêineres; - Total de toneladas movimentadas.
ITOH (2002)	8 terminais de contêineres do Japão	CCR e BCC	- Área do terminal; - N° de berços; - N° de guindastes; - N° de funcionários.	- TEU.
SERRANO e CASTELLANO (2003)	9 portos da Espanha	BCC	- Tamanho do berço; - Área do terminal; - N° de guindastes.	- TEU; - Tonelagem movimentada.
TURNER et al. (2004)	26 terminais de contêineres dos Estados Unidos e Canadá	-	- Área do terminal; - N° de guindastes; - Tamanho do berço.	- TEU.
CULLINAME et al. (2004)	25 dos 30 maiores terminais de contêineres do mundo	CCR e BCC	- Tamanho do berço; - Área do terminal; - N° de guindastes de berço; - N° de guindastes de pátio; - N° de <i>Straddle Carrier</i> .	- TEU.

Quadro 1: Resumo dos Estudos de DEA em Portos

Fonte: Adaptado de Wang et al. (2004)

Percebe-se que os trabalhos apresentados no quadro 1 diferenciam-se na unidade de análise (portos ou terminais de contêineres), nos *inputs* e *outputs* utilizados e no modelo DEA. Entretanto, nenhum dos estudos utiliza o mesmo modelo de eficiência desta dissertação (seção

3.1.2.5) e a aplicação da Regressão Tobit com os mesmos *inputs* e *outputs* do modelo. Cabe ressaltar que os estudos de Tonzon (2001) e Itoh (2002) são os mais semelhantes ao modelo elaborado.

2.5. ANÁLISE DE REGRESSÃO

A combinação da técnica de DEA com modelos econométricos tem sido utilizada por vários autores (RUGGIERO, 1998; MARIANO e SAMPAIO, 2002; TURNER et al., 2004). Thanassoulis (1993) foi um dos primeiros autores a utilizar a técnica de DEA com modelos de regressão para avaliar a eficiência das organizações. Mostrando as características e vantagens de ambas as técnicas, o autor salienta que a técnica de DEA e a análise de regressão são dois métodos alternativos que podem ser usados junto ou separadamente para comparar a performance de unidades.

Segundo Sykes (2005), a análise de regressão é uma ferramenta estatística para a investigação de relações entre variáveis. Geralmente, o investigador procura verificar o efeito causal de uma variável sobre outra, como por exemplo, o efeito de um aumento do preço em cima da demanda. Assim, o objetivo principal da análise de regressão é prever o valor de uma variável (a variável dependente), dado que seja conhecido o valor de uma variável associada (a variável independente). Nas seções abaixo serão mostrados os conceitos e características das regressões Linear e Tobit.

2.5.1. Regressão Linear Simples e Múltipla

A expressão análise de regressão linear simples indica que a predição da variável dependente é feita em uma variável independente, enquanto a análise de regressão linear múltipla diz respeito à predição da variável dependente com base em duas ou mais variáveis independentes (HAIR et al., 1999).

A forma geral da equação linear simples é (KAZNIER, 1982):

$$Y_x = a + bX$$

Y_x é o valor estimado da variável dependente, dado um valor específico da variável independente, X ; a é o ponto de intersecção da linha de regressão linear com o eixo Y (ponto no qual $X = 0$); b é a declividade da linha de regressão; e X é o valor específico da variável independente. A forma da equação linear múltipla é uma extensão da regressão linear simples, na qual são inseridas outras variáveis (X_1, X_2, \dots).

O critério dos mínimos quadrados é o mais utilizado para predizer o valor de uma variável. Por esse critério, a linha (e a equação) de regressão melhor ajustante é aquela para a qual é mínima a soma dos quadrados dos desvios entre os valores observados e estimados da variável dependente para os dados amostrais (KAZNIER, 1982).

Vale salientar que, até o presente momento, nenhuma pesquisa em portos utilizou este tipo de regressão em conjunto com DEA.

2.5.2. Regressão Tobit

A Regressão Tobit foi desenvolvida por James Tobin (1958) e foi chamada inicialmente de modelo de variáveis limitadas dependentes. Por uma semelhança com o modelo Probit, os economistas popularizaram o modelo como Tobit (MADDALA, 1983). A base do modelo Tobit é similar à regressão de mínimos quadrados, mas assume uma distribuição normal truncada ou censurada e torna-se um eficiente método para estimar a relação entre uma variável dependente truncada ou censurada e outras variáveis explanatórias (AMEMIYA, 1984).

Como o resultado do escore da eficiência encontrado com a utilização de DEA situa-se entre 0 e 100 ou 0 e 1, torna-se problemática a aplicação de modelos de regressão de mínimos quadrados ordinários, devendo-se utilizar uma regressão do tipo Tobit (MARINHO, 2003). A equação do modelo é a seguinte (EKSTRANDA e CARPENTERB, 1998):

$$Y^* = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon$$

Segundo os autores, a equação é um modelo de regressão linear, no qual o Y^* substitui o Y . Esta variação é necessária devido ao modelo Tobit possuir dados censurados ou truncados.

De acordo com Greene (1997), dados truncados são originados quando a amostra é retirada de um subconjunto de uma população maior. Uma distribuição truncada é um subconjunto de uma distribuição não truncada, como dados acima ou abaixo de um valor. Um exemplo seria uma pesquisa com indivíduos que possuem uma renda entre determinados valores, ou seja, a amostra estaria sendo truncada entre estes determinados valores.

Greene (1997) também define que dados censurados são originados por defeito na amostra, tal como a impossibilidade em completar a observação da população em questão. Isto significa que você não consegue observar parte da distribuição da variável. Um exemplo seria a entrada de jogos de futebol. Se os ingressos esgotam, não se pode saber qual seria a demanda efetiva, pois não se sabe quantos não foram vendidos apesar de as pessoas os desejarem. O caso da eficiência na DEA é similar, pois está entre 0 e 1 (um) ou 0% e 100%, assim a distribuição não é normal, mas censurada em 0 e em 1.

2.5.2.1. Aplicações de DEA e Regressão Tobit

Foram encontrados na literatura diversos artigos com a utilização da técnica de DEA e Regressão Tobit. Kirjavainen e Loikkanen (1998) avaliaram a eficiência de 291 escolas secundárias da Finlândia. Após a aplicação de DEA, os autores utilizaram a Regressão Tobit para explicar o grau de ineficiência. Identificou-se que escolas com pequenas salas e estudantes heterogêneos são mais ineficientes, ao passo que a dimensão da escola não afeta a eficiência. Outro fator considerado importante pelos autores, foi o de que as escolas particulares são menos eficientes em relação às escolas públicas e, também, quando o nível educacional dos pais foi incluído no modelo Tobit, a eficiência foi afetada positivamente.

Shao e Lin (2002) investigaram os efeitos da Tecnologia de Informação (TI) na eficiência de 370 empresas. Após utilizar a técnica de DEA para obter os escores de

eficiência, foi relacionada a soma de investimentos em TI de cada firma com a eficiência, através da Regressão Tobit. Como resultado foi encontrada uma forte evidência para confirmar que existe um impacto favorável da TI na eficiência técnica.

Através da técnica de DEA e da Regressão Tobit, Nasierowski e Arcelus (2003), buscaram encontrar a relação e os efeitos da eficiência e produtividade no esforço tecnológico de 45 países. O objetivo foi identificar em que extensão a diminuição do crescimento da produtividade de muitos países pode ser explicada por diferenças na eficiência. Os resultados mostraram que, em alguns países, existe um super investimento em tecnologia influenciando a eficiência.

Marinho (2003) realizou em seu estudo uma avaliação dos serviços ambulatoriais e hospitalares nos municípios do estado do Rio de Janeiro. O autor utilizou a combinação da técnica de DEA com modelo de Regressão Tobit, contemplando variáveis relacionadas com os recursos e à produção de serviços nos municípios. Também foram obtidas relações entre a eficiência técnica, produto interno bruto, tamanho da população e o prazo médio de internação nos municípios. O estudo mostrou que existem, no período estudado, grandes diferenças de desempenho no atendimento aos usuários do SUS nos municípios do estado do Rio de Janeiro. Para além de questões de gestão, os desequilíbrios de desempenho entre os municípios escapam, em certa medida, ao controle dos gestores locais.

Watcharasriroj e Tang (2004) buscaram investigar em sua pesquisa os efeitos da TI na eficiência nos hospitais públicos sem fins lucrativos da Tailândia. Os autores utilizaram a técnica de DEA para medir a eficiência dos hospitais e os resultados obtidos serviram também como variável dependente na Regressão Tobit, e a TI serviu como variável independente. Os resultados indicaram que os grandes hospitais operam mais eficientemente do que os pequenos e a TI contribui positivamente na eficiência de ambos os tipos de hospitais.

Grosskopf et al. (2004) também realizaram um estudo combinando a técnica de DEA e a Regressão Tobit em hospitais. Os autores utilizaram uma amostra de 254 hospitais de ensino nos Estados Unidos com dados de 2005, com o objetivo de verificar-lhes o desempenho e sua relação com a competitividade. Os resultados mostraram que quanto maior a competição entre os hospitais de ensino, maior será a eficiência relativa.

Com uma amostra de 38 companhias aéreas da América do Norte, Europa, Ásia e Oriente Médio, Scheraga (2004) investigou como a eficiência operacional relativa teve implicação na mobilidade financeira. DEA foi utilizado para identificar os escores de

eficiência de cada companhia aérea. Entretanto, o segundo estágio da análise, que utilizou a Regressão Tobit, encontrou que a eficiência operacional relativa não teve implicação na mobilidade financeira.

O estudo de Krasachat (2004) teve por finalidade medir e investigar a eficiência técnica em fazendas de arroz Thai na Tailândia no ano de 1999. Neste estudo, a eficiência foi identificada utilizando o DEA e a Regressão Tobit foi usada para explicar a probabilidade de mudanças na ineficiência, utilizando fatores específicos das fazendas. Os resultados indicam uma diferença de eficiência de fazenda a fazenda e também sugerem que a diversidade de recursos naturais possui influência na eficiência técnica em fazendas de arroz Thai.

Em seu estudo, Boame (2004) buscou estimar a eficiência técnica do sistema de trânsito urbano canadense nos anos de 1990 a 1998, utilizando DEA. Uma Regressão Tobit foi aplicada para analisar as fontes da mudança da eficiência. Os resultados mostraram que a eficiência técnica média do sistema de trânsito é aproximadamente 78% e que a idade da frota e o número de ônibus usados em horários de pico é negativamente correlacionado com a eficiência do sistema de trânsito.

Utilizando como amostra os terminais de contêineres, o único artigo encontrado com a aplicação de DEA e Regressão Tobit foi Turner et al. (2004), citado na seção 2.4.

Tabela 1: Resumo dos estudos com DEA e Regressão Tobit

Autores	Amostra	Objetivo
Kirjavainen e Loikkanen (1998)	291 escolas secundárias da Finlândia	Relação da eficiência com o tipo de escola
Shao e Lin (2002)	370 firmas	Efeitos da TI na eficiência
Nasierowski e Arcelus (2003)	45 países	Efeitos da eficiência e produtividade no esforço tecnológico
Marinho (2003)	73 municípios do rio de Janeiro	Relações entre eficiência e indicadores econômicos
Watcharasriroj e Tang (2004)	92 hospitais sem fins lucrativos na Tailândia	Efeitos do tamanho e TI na eficiência
Grosskopf et al. (2004)	254 hospitais de ensino	Relação da eficiência com a competitividade
Scheraga (2004)	38 companhias de aviação	Efeitos da eficiência na mobilidade financeira
Krasachat (2004)	74 fazendas de arroz da Tailândia	Relação da eficiência com fatores específicos das fazendas
Boame (2004)	30 sistemas de trânsito do Canadá	Relação entre eficiência e outras variáveis
Turner et al. (2004)	26 terminais de contêineres dos Estados Unidos e Canadá	Relação da eficiência com variáveis de infraestrutura

Cabe salientar que os trabalhos apresentados na tabela 1 utilizam o escore de eficiência encontrada no modelo DEA como variável dependente, e as variáveis independentes não foram as mesmas utilizadas como *inputs* e *outputs*. Já nesta dissertação, serão utilizados os *inputs* e *outputs* como variáveis independentes para verificar a relação destas variáveis com a eficiência.

3. MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo descreve os métodos adotados no desenvolvimento da dissertação, visando atender aos objetivos da pesquisa e, para isso, utilizou-se o método de Pesquisa Operacional (PO) (WAGNER, 1986 e WINSTON, 1994).

3.1. MÉTODO DE PO - TÉCNICA DEA

De acordo com ANDRADE (1990), um estudo de Pesquisa Operacional (PO) consiste basicamente em construir um modelo de um sistema real existente como meio para analisar e compreender o comportamento dessa situação, com o objetivo de levá-lo a apresentar o desempenho que se deseja.

Uma pesquisa que emprega o método de PO deve desenvolver-se seguindo os passos apresentados na figura 4 (WAGNER,1986; ANDRADE, 1990 e WINSTON, 1994). A seqüência de passos não é rígida, mas indica as principais etapas a serem vencidas.

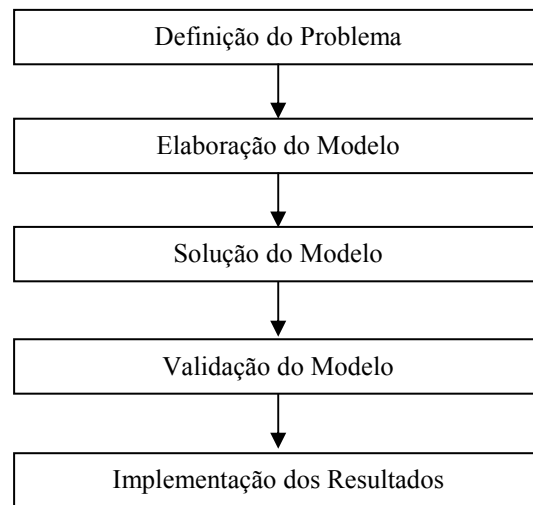


Figura 4: Passos para utilização do método de PO

Adaptado: WAGNER, 1986; ANDRADE, 1990 e WINSTON, 1994

Na utilização de um modelo de PO, segundo Wagner (1986), uma análise qualitativa deve ser realizada antes da quantitativa. Assim, essa primeira etapa procura identificar quais as variáveis mais importantes para definir os cinco passos descritos na figura 4.

A figura 5 representa o desenho da pesquisa, explicitando as etapas e técnicas que serão utilizadas para responder à questão de pesquisa e atender o objetivo geral (seção 1.1) e os objetivos específicos (seção 1.2).

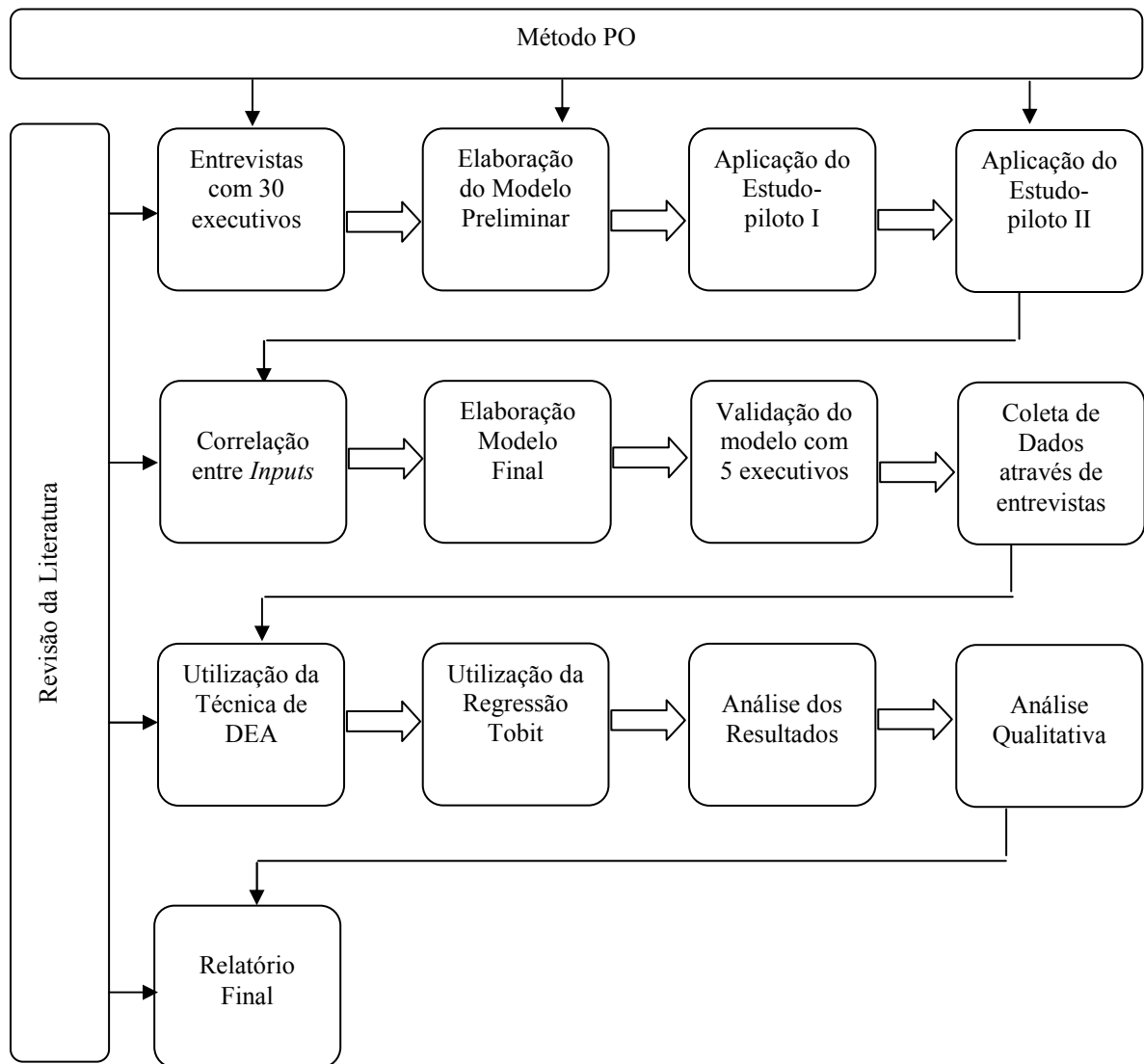


Figura 5: Desenho de pesquisa

Cabe ressaltar que cada etapa do desenho da pesquisa será explicada nas seções deste capítulo.

3.1.1. Definição do problema

O processo de desenvolvimento do modelo de análise de eficiência operacional dos terminais de contêineres está apoiado no método de PO. O problema do presente estudo, descrito na seção 1.1, é analisar e medir a eficiência relativa das operações dos terminais de contêineres do Mercosul.

Esta fase compreende o início da construção do modelo, em que foram realizados os primeiros levantamentos através de revisões na literatura e contato com executivos dos terminais de contêineres.

3.1.2. Elaboração do modelo

Esta etapa é dividida em cinco partes: definição de *inputs* e *outputs*, entrevista com executivos, modelo preliminar, validação das variáveis do modelo preliminar e modelo final.

3.1.2.1. Definição de *inputs* e *outputs*

Para a definição dos *inputs* e *outputs* do modelo, buscou-se na literatura estudos que adotaram a técnica de DEA em portos ou terminais de contêineres. Foram identificados na literatura *inputs* e *outputs* (quadro 2) que compõem os modelos desenvolvidos e validados por vários autores (ROLL e HAYUTH, 1993; MARTINEZ – BUDRIA et al., 1999; TONGZON, 2001; VALENTINE e GRAY, 2001; ITOH, 2002; SERRANO e CASTELLANO, 2003; TURNER et al., 2004; CULLINAME et al., 2004).

<i>Inputs</i>	<i>Outputs</i>
- Área do terminal	- Movimentação Hora/Navio
- Capital	- Movimentação de carga
- Delay time	- Número de contêineres
- Despesas com pessoal	- Número de navios
- Investimentos (US\$)	- Nível de serviço
- Número de berços	- Receita obtida no aluguel de facilidades
- Número de guindaste no berço	- Satisfação dos usuários
- Número de guindaste no pátio	- TEU
- Número de rebocadores	- Total de carga movimentada
- Número de <i>Straddle Carrier</i>	- Total de toneladas movimentadas
- Número de funcionários	
- Outros gastos	
- Tamanho do berço	
- Taxas de depreciação	
- Tipo de carga	

Quadro 2: Variáveis utilizadas pelos modelos encontrados

3.1.2.2. Entrevistas com executivos

O próximo passo foi a análise do estudo de Rios et al. (2003), que realizaram uma pesquisa *survey* com 30 executivos do setor portuário brasileiro (Anexo 1). Através deste estudo, pôde-se identificar o conjunto de variáveis de decisão que os executivos dos terminais de contêineres brasileiros utilizam no processo de gestão e planejamento de capacidade das operações, destacando-se quais são as mais importantes, as de importância intermediária e as de menor importância. Desta forma, pode-se comparar as variáveis encontradas na literatura com as variáveis consideradas mais importantes pelos executivos e fazer um refinamento.

A pesquisa foi realizada sob a forma de uma *e-survey* (SIMSEK, 1999; CHURCHILL, 2001), com a utilização de um questionário via Internet (bloco de caracterização, escalas de intensidade de importância tipo *Likert* de sete pontos, ordenamento de variáveis segundo importância atribuída, e perguntas abertas). As variáveis apresentadas referem-se ao

planejamento de capacidade do berço (oito variáveis) e do pátio (onze variáveis) e os resultados desta *survey* estão no capítulo 5.

3.1.2.3. Modelo preliminar

A etapa seguinte foi a construção e definição de um modelo preliminar (figura 6) com quatro *inputs* (número de guindastes, número de berços, número de funcionários e a área do terminal) e 1 *output* (TEU). Para este modelo foi feito um estudo-piloto e validado com dados de terminais de contêineres brasileiros. A amostra foi composta por 13 terminais e foram testados com dados apenas do ano de 2002. Após apresentar os resultados para alguns executivos, surgiu a necessidade de incluir outros *inputs* e *outputs* e de buscar dados de outros anos para poder realizar uma análise comparativa de evolução.

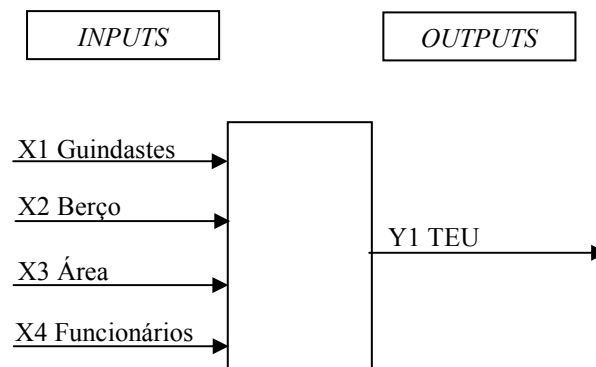


Figura 6: Modelo preliminar de DEA

Este mesmo modelo (com quatro *inputs* e um *output*) também foi testado com uma amostra de terminais de contêineres do Mercosul. Neste estudo realizado por Rios et al. (2004), a amostra foi composta por 23 terminais de contêineres, sendo 15 brasileiros, 6 argentinos e 2 uruguaios e foram examinados dados de dois anos (2002 e 2003), o que possibilitou uma análise do modelo e do conjunto de variáveis selecionado, bem como, fazer observações das DMUs da amostra.

3.1.2.4. Validação das variáveis do modelo preliminar

Para validar as variáveis do modelo, foi realizada a análise de correlação de *Pearson* entre os *inputs* do modelo preliminar. A análise de correlação tem por objetivo encontrar variáveis altamente correlacionadas, fazendo com que uma ou mais variáveis do conjunto possam ser omitidas sem que a informação contida nas variáveis eliminadas reduza de forma comprometedoras o valor das análises (JENKINS e ANDERSON, 2003).

O quadro 3 mostra a correlação de *Pearson* realizada com os quatro *inputs* do modelo preliminar com dados de 23 terminais de contêineres do Mercosul nos anos de 2002 e 2003. Percebe-se que nenhuma das variáveis possuem correlação acima de 0,700, e apenas uma (número de guindastes e número de funcionários = 0,635) ficou acima de 0,600, mostrando que não há necessidade de eliminação de variáveis.

	Número de Guindastes	Número de Berços	Área do Terminal	Número de Funcionários
Número de Guindastes	1,000			
Número de Berços	0,579	1,000		
Área do Terminal	0,536	0,166	1,000	
Número de Funcionários	0,635	0,219	0,418	1,000

Quadro 3: Correlação Modelo Preliminar

Por último, decidiu-se pela inclusão de mais um *input* (número de equipamentos de pátio) e um *output* (média de movimentação de contêineres por hora por navio) no modelo. A decisão da inclusão de novos *inputs* e *outputs* foi baseada também na entrevista com cinco executivos de terminais de contêineres.

3.1.2.5. Modelo final

O modelo final deste trabalho é apresentado na figura 7 e objetiva medir a eficiência operacional dos terminais de contêineres do Mercosul, através de cinco *inputs* e dois *outputs*.

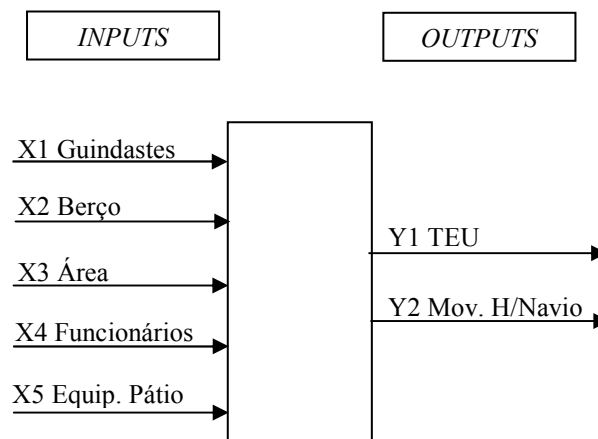


Figura 7: Modelo de DEA

- Os *inputs* X1 e X2 (Número de Guindastes e Número de Berços) fazem referência às operações e eficiência do berço em que, dependendo da quantidade de berços e guindastes, pode-se operar mais navios, numa velocidade maior. Esses *inputs* serão medidos em unidades;

- O *input* X3 (Área do terminal) diz respeito à eficiência de pátio, já que quanto maior a área mais aumenta a possibilidade do número de contêineres no pátio do terminal. Esse *input* será medido em metros quadrados e refere-se somente à área que o terminal possui para armazenamento de contêineres;

- O *input* X4 (Número de funcionários) pode ser relacionado com as eficiências de berço e pátio, já que os funcionários são necessários para a realização de qualquer operação no terminal. Esse *input* será medido em unidades;

- O último *input*, X5, (número de equipamentos de pátio) também diz respeito à eficiência de pátio, já que a quantidade de equipamentos pode influenciar na velocidade das operações. Equipamentos de pátio são todas as máquinas que os terminais possuem para movimentação de contêineres como: *reach stacker* (máquina semelhante a um trator, mas que possui um braço para carregar um contêiner), transtêineres (que podem ser usados sobre

trilhos ou com pneus), *straddle carriers* (máquina um pouco alta, similar a uma aranha). Esse *input* será medido em unidades; e,

- Os *outputs* Y1 e Y2 são a quantidade movimentada (TEU) e a média de movimentação de contêineres por hora, por navio, respectivamente. O primeiro é a quantidade de contêineres de 20 pés movimentados (quando o contêiner é de 40 pés, conta-se como dois contêineres de 20 pés) e o segundo é o número médio de contêineres que o terminal movimenta por hora, por navio.

Cabe destacar que Banker, Charnes e Cooper (1984) definiram uma regra a ser seguida em aplicações com DEA, na qual relaciona o número de *inputs* e *outputs* utilizados com a quantidade de DMU a ser analisada:

$$inputs + outputs \leq \frac{n \circ DMU}{3}$$

Como nesta dissertação foram utilizados cinco *inputs* e dois *outputs* (totalizando sete variáveis) e o número de DMUs é de 23, colocando os dados na fórmula citada, obtemos o resultado $7 \leq 7,66$. Sendo assim, o modelo corresponde às exigências definidas por Banker, Charnes e Cooper (1984).

3.1.3. Solução do modelo

Esta parte mostra a população, amostra e características da coleta e análise de dados.

3.1.3.1. População

A população-alvo da pesquisa são todos os terminais brasileiros, argentinos e uruguaios que operam contêineres, tanto públicos como privados.

3.1.3.2. Amostra

Neste trabalho, as unidades analisadas representam uma amostra (intencional) composta por 23 terminais de contêineres do Mercosul.

São 15 terminais do Brasil, que concentram mais de 85% da movimentação de contêineres no país. Eles foram selecionados através da Associação Brasileira de Terminais de Contêineres de Uso Público (ABRATEC), entidade que possui 10 terminais membros (Multi-Rio, Tecon Salvador, Libra T-37, Santos Brasil, Tecon Rio Grande, Libra T-1, TCP – Paranaguá, Terminal de Vila Velha, Teconvi e Tecon Suape) e foram adicionados mais 5 terminais (Sepetiba Tecon, São Francisco do Sul, Tecondi, Pecém e Rio Cubatão) que não são membros da associação, mas possuem uma posição significativa no cenário nacional.

Dos terminais de contêineres existentes na Argentina, apenas 6 foram analisados (Terminal 1 y 2, Terminal 3, Terminal 4, Terminal 5, Exolgan e Zarate) que representam mais de 90% da movimentação total do país. No Uruguai, os terminais de contêineres Cuenca de la Plata e Montecon que movimentam quase 100% do total desse país, foram os utilizados na pesquisa.

3.1.3.3. Coleta e análise dos dados

Os dados foram coletados por e-mail e telefone através de contato com os próprios terminais e são referentes ao final dos anos de 2002, 2003 e 2004. A opção por este período de análise deve-se ao fato de vários terminais terem sido privatizados nos anos de 2000 e 2001 e, sendo assim, terem iniciado suas atividades apenas em 2002. O programa utilizado para a análise dos dados foi o *software* DEA Warwick®, nos modelos CCR e BCC descritos na seção 2.2.1. Na revisão da literatura encontram-se trabalhos realizados nos dois modelos, assim, decidiu-se utilizar esses dois modelos. Para realizar análise de Regressão Tobit, o *software* utilizado foi o EasyReg.

3.1.4. Validação das variáveis do modelo final

As variáveis do modelo (*inputs* e *outputs*) foram validadas em várias etapas através da revisão da literatura e de estudos-piloto. A validação de face foi feita por especialistas que atuam no setor, através do envio por e-mail do modelo a cinco executivos da área de operações.

O quadro 4 mostra a correlação de *Pearson* realizada com os cinco *inputs* do modelo final, com dados de 23 terminais de contêineres do Mercosul, nos anos de 2002, 2003 e 2004. Pôde-se constatar que todas as variáveis possuem correlação abaixo de 0,600, mostrando não haver necessidade de eliminação de variáveis.

	Número de Guindastes	Número de Berços	Área do Terminal	Número de Funcionários	Número de Equipamentos
Número de Guindastes	1,000				
Número de Berços	0,555	1,000			
Área do Terminal	0,435	0,066	1,000		
Número de Funcionários	0,526	0,254	0,379	1,000	
Número de Equipamentos	0,554	0,582	0,167	0,295	1,000

Quadro 4: Correlação Modelo Final

Cabe salientar que as variáveis validadas para o modelo de eficiência (DEA), objetivo geral do estudo, também serão utilizadas com outras ferramentas de análise de regressão.

3.1.5. Implementação dos resultados

Os resultados que são apresentados na próxima seção visam responder à questão da pesquisa através da técnica de DEA (seção 2.2), utilizando o modelo da seção 3.1.2.5. Também será utilizada a Regressão Tobit (seção 2.4) com as mesmas variáveis do modelo de DEA, para encontrar relações entre a eficiência e as variáveis do modelo.

3.2. ANÁLISE QUALITATIVA – ENTREVISTA COM EXECUTIVOS

A análise qualitativa desta dissertação foi realizada através de visitas à área operacional e entrevistas com executivos responsáveis pela operação. Foram visitados quatro terminais de contêineres brasileiros: Tecon Rio Grande, Santos Brasil, Teconvi e Sepetiba Tecon. Os três primeiros foram terminais considerados 100% eficientes no estudo; o último não atingiu a eficiência máxima.

O objetivo desta análise qualitativa foi verificar o funcionamento dos terminais eficientes e ineficientes, comparar as ações realizadas pelos terminais e quais as decisões tomadas pelos executivos para melhorar a eficiência.

Foram elaboradas quatro questões (Anexo 7) relacionadas com os resultados obtidos na aplicação de DEA e Regressão Tobit. As visitas duraram em torno de três horas e foi mostrado para os executivos o modelo desenvolvido e alguns resultados obtidos. Cabe ressaltar que o critério de escolha dos terminais visitados foi o da conveniência.

4. CONTEXTO DA PESQUISA

4.1. CARACTERÍSTICAS DO MERCOSUL

Como já foi citado, a amostra compreende terminais de contêineres do Mercosul. O Mercado Comum do Sul (Mercosul) foi criado em 26/03/1991, composto por quatro países: Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai. O seu objetivo é a integração dos países por meio da livre circulação de bens, serviços e fatores produtivos, do estabelecimento de uma tarifa externa comum e da adoção de uma política comercial comum, da coordenação de políticas macroeconômicas e setoriais e da harmonização de legislações nas áreas pertinentes, para alcançar o fortalecimento do processo de integração (<http://www.mercosur.org.uy>).

O Mercosul possui uma área total de mais de 11 milhões de quilômetros quadrados, um mercado de 200 milhões de habitantes, um Produto Interno Bruto (PIB) acumulado de mais de 1 trilhão de dólares, o que o coloca entre as quatro maiores economias do mundo, logo após o NAFTA (*North American Free Trade Agreement*), a União Européia e o Japão. A região é um dos principais pólos de atração de investimentos do mundo e possui a principal reserva de recursos naturais do planeta. O potencial agrícola do bloco é muito grande, estando entre os maiores produtores de trigo, café, cacau, cítricos, arroz, soja, leite, gado, bovino, etc. Para seu pleno desenvolvimento este potencial econômico depende de maiores investimentos na área de infraestrutura física (<http://www.mercosul.gov.br>).

A expansão do comércio dos países do Mercosul tem acompanhado o dinamismo das negociações governamentais. As trocas entre Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai (quadro 5) passaram de US\$ 5,1 bilhões em 1991 para mais de US\$ 20 bilhões em 1997 e 1998. Em 1998, pela primeira vez desde a criação do bloco, as trocas intra-Mercosul permaneceram estagnadas e vêm diminuindo com o passar dos anos (<http://www.mre.gov.br>).

Indicador	1990	1998	2001	2002
Superfície total (mil km ²)	11.869	11.869	11.869	11.869
População (em milhões de habitantes)	187,8	210,9	219,4	222,2
População urbana (% total)	75,2	77,5	79,6	79,6
Crescimento demográfico (%)	1,7	1,5	1,4	1,4
PIB total (US\$ bilhões)	621,0	1.117,4	803,3	572,3
PIB, per capita (US\$)	3.307	5.298	3.661	2.576
Reservas internacionais, exclusive ouro (US\$ bilhões)	não disponível	70,5	54,1	49,6
Fluxo de investimento externo, líquido (US\$ bilhões)	2,9	31,5	28,7	15,1
Dívida externa total (US\$ bilhões)	191,8	388,9	238,9	242,2
Dívida externa por habitante (US\$)	1,02	1,84	1,09	1,09
Exportações Totais (US\$ milhões)	46.560	81.192	88.355	94.762
Importações Totais (US\$ milhões)	29.323	96.938	82.107	72.040
Balança Comercial (US\$ milhões)	17.237	-15.746	6.248	22.722
Intercâmbio Comercial (US\$ milhões)	75.883	178.130	170.462	166.802
Exportações Intra-Mercosul (US\$ milhões)	4.104	20.352	15.295	16.552

Quadro 5: Dados estatísticos do Mercosul

Fonte: <http://www.mre.gov.br>

4.2. PORTOS DO MERCOSUL

A área do porto é composta pelas instalações portuárias que compreendem ancoradouros, docas, cais, pontes e píeres de atracação e acostagem, terrenos, armazéns, edificações e vias de circulação interna; também é composta pela infra-estrutura de proteção e acesso aquaviário ao porto como guias-correntes, quebra-mares, eclusas, canais, bacias de evolução e área de fundeio. As instalações portuárias podem ser de uso público ou privado. As primeiras são aquelas exploradas por pessoa jurídica de direito público ou privado, dentro da área do porto organizado, utilizadas na movimentação e armazenagem de mercadorias destinadas ou provenientes de transporte aquaviário (CALAZANS, 2000).

Dos quatro países que fazem parte do Mercosul, apenas Argentina, Brasil e Uruguai foram pesquisados. Como já salientado anteriormente, o Paraguai não participou do estudo por não possuir terminais de contêineres com movimentação significativa no contexto.

4.2.1. Brasil

Até 1990, a Portobrás – Empresa Brasileira de Portos S.A. era responsável pela gestão dos portos públicos brasileiros. Com a sua dissolução, toda a política portuária brasileira passou a ser implementada pelo Ministério dos Transportes e os portos ligados à estatal passaram a ser administrados diretamente pelas Companhias das Docas. Além disso, houve delegação da administração e da exploração dos portos regionais a estados e municípios (CALAZANS, 2000).

A Lei Nº 8.630/93 de 25 de fevereiro de 1993 trouxe uma profunda reforma aos conceitos postos em prática na vida portuária brasileira, notadamente no que diz respeito à exploração das instalações e à prestação dos seus serviços (TRADE AND TRANSPORT, 2003). Com a nova lei, o monopólio da operação portuária exercido pela Administração do Porto foi extinto, e a operação passou a ser executada por operadores portuários privados. Esta substituição está vinculada à alocação de recursos por parte da iniciativa privada e à introdução da concorrência no ambiente portuário entre futuros arrendatários e, também, entre operadores. Entre as reformas e mudanças em curso estão (<http://www.antaq.gov.br>):

- Instalação e pleno funcionamento dos Conselhos de Autoridade Portuária nos portos;
- Pleno funcionamento dos OGMO na maioria dos portos;
- Incentivo a programas de treinamento de mão-de-obra;
- Privatização das operações portuárias, através do incentivo à entrada de operadores portuários privados e da continuidade dos programas de arrendamento;
- Maior participação da iniciativa privada na gestão e nos investimentos portuários;
- Aumento da produtividade e redução dos custos portuários;
- Praticamente todos os principais terminais e instalações portuárias públicas foram arrendados à exploração de empresas privadas.

Conforme Análise Setorial dos Terminais Portuários (CALAZANS, 2000), eram sete Companhias Docas Federais (Pará, Cera, Rio Grande do Norte, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo), doze concessões/delegações estaduais (Rondônia, Amazonas, Maranhão, Paraíba, Suape – PE, Desenvolvimento Rodoviário S.A., Paranaguá, São Francisco do Sul, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Cáceres e Ferrovias Paulistas), dois convênios/delegação municipal (Docas Catarinenses e Corumbá) e uma concessão ao setor

privado (Imbituba). A figura 8 mostra o mapa do Brasil com a localização geográfica dos portos brasileiros:



Figura 8: Mapa do Brasil com a localização dos portos brasileiros

Fonte: GEIPOT, 2002 (<http://www.geipot.gov.br>)

Dentro destas concessões, destacam-se os terminais de contêineres, objeto de pesquisa deste estudo. No Brasil, mais de 85% da movimentação de contêineres do país está concentrada em quinze terminais localizados em onze portos:

1. Rio Grande - RS: Segundo maior porto do país em movimentação de contêineres. **Tecon Rio Grande:** primeiro terminal brasileiro a ser privatizado, movimenta 99% dos contêineres do porto do Rio Grande que é dividido em 80% para exportação e 20% para importação. Tem como seus principais concorrentes os portos de Itajaí, Montevidéu e Buenos Aires. O calado (profundidade) do canal de entrada é considerado uma vantagem em relação

aos seus concorrentes, pois, com um calado mais profundo, o porto pode operar navios maiores.

2. Itajaí - SC: a movimentação de contêineres é dividida entre o porto público (15%) e o terminal privado **TECONVI** (85%) que faz parte da amostra de estudo. Um grande problema existente no **TECONVI** é o fato da área do terminal ser pequena, impossibilitando aos clientes armazenarem suas cargas por um tempo maior.

3. São Francisco do Sul - SC: único porto público da amostra, mas possui área destinada para movimentação de contêineres. É o quinto maior do país em movimentação de contêineres. É uma autarquia do Governo do Estado de Santa Catarina, que tem concessão para explorá-lo até o ano 2011.

4. Paranaguá - PR: o terminal privado **TCP** é responsável por mais de 90% da movimentação de cargas do porto. O **TCP** foi constituído em 1999 e seus principais acionistas são a Soifer Participações Societárias Ltda. e o Terminal de Contenedores de Barcelona (**TCB**).

5. Santos - SP: maior porto do país e com a maior movimentação de contêineres da América latina, é dividido em vários terminais de contêineres. Além do cais público, que não faz parte da amostra, movimentam-se contêineres nos terminais:

- **Santos Brasil:** é o terminal de maior movimentação de contêineres no país e localiza-se na margem esquerda do porto.

- **Libra T37:** começou a operar sob as novas regras a partir de novembro de 1995. De lá para cá a **Libra Terminais** investiu em recursos próprios US\$ 70 milhões. O terminal é responsável por 35% dos contêineres movimentados em Santos.

- **Tecondi:** é Terminal para Contêineres da Margem Direita, o mais moderno terminal portuário alfandegado do Porto de Santos;

- **Rio Cubatão:** terminal de contêineres da Usiminas e localiza-se fora do porto organizado.

6. Rio de Janeiro - RJ: o porto fica na costa oeste da Baía de Guanabara e possui dois terminais de contêineres:

- **Libra T-1:** As operações começaram em 1998 depois que a empresa **Libra Terminal Rio S/A** venceu a licitação pública de um dos terminais de contêineres do antigo **Tecon**, como parte do processo de privatizações realizadas pela **CDRJ - Cia. Docas do Estado do Rio de Janeiro**. O **Libra T-1** é considerado o terminal mais moderno do porto do Rio de Janeiro.

- **Multi-Rio:** A Multi-Rio é uma parceria entre o Banco do Brasil - Banco de Investimentos e a Multiterminais Alfandegados do Brasil e ganhou a licitação na privatização do antigo Tecon2.

7. Sepetiba - RJ: último terminal de contêiner (**Sepetiba Tecon**) da amostra a ser privatizado, tem como acionista a empresa Vale do Rio Doce. Esse terminal é o que possui menor movimentação em relação aos terminais da amostra.

8. Vitória - ES: o principal terminal de contêineres do porto de Vitória fica na cidade vizinha, Vila Velha. O Tecon Vila Velha foi privatizado em 1998 e movimenta quase 100% dos contêineres do porto.

9. Salvador: em 2000 foi privatizado o terminal de contêineres (**Tecon Salvador**) que possui mais de 90% da carga de contêiner do porto. Em março de 2000, as atividades no Tecon Salvador foram iniciadas e até o momento já foram investidos mais de US\$ 21 milhões em obras, equipamentos, treinamento e qualificação de pessoal.

10. Suape: principal porto da região nordeste do país, possui o **Tecon Suape**, terminal privatizado em 2001, como operador de contêineres. O Tecon Suape é controlado pela empresa Terminal de Contêineres do Porto de Suape S/A, subsidiária da International Container Terminal Service (ICTSI), que investiu US\$ 20 milhões no empreendimento.

11. Pecém: porto de Pecém fica na cidade de São Gonçalo de Amarante, a 60 km de Fortaleza. O terminal de contêineres de Pecém vem em crescente movimentação nos últimos anos.

4.2.2. Argentina

Na Argentina, a Lei dos Portos (Lei Nº 24.093/92 de 3 de junho de 1992) foi sancionada em 1992 com o propósito de descentralizar a administração e a política dos portos argentinos e também aumentar a eficiência operacional de todo o setor portuário, diminuir custos de movimentação, melhorar a integração dos meios de transporte (<http://www.consejoportuario.com.ar>).

Na Argentina, Buenos Aires é o principal porto, com participação de 40% no comércio exterior do país, estando em condições de aumentar esta participação. O ano de 2003 foi considerado um ano de início de recuperação para o setor de contêineres com um crescimento

de quase 17%, o qual, desde a desvalorização do peso argentino, está fortemente ligado ao aumento das exportações (ANUARIO PORTUARIO Y MARITIMO, 2004). O porto de Buenos Aires encontra-se em quarto lugar no *ranking* dos portos latino-americanos que mais movimentam contêineres, posição esta que, em 2000, era de segundo lugar.

No setor de contêineres os terminais privatizados do porto de Buenos Aires são os que possuem maior movimentação no país, tendo circulado um volume de um pouco mais de 1 milhão de TEUs em 2004. Em Buenos Aires, foram privatizados 5 terminais que operam contêineres:

- Terminal 1 e 2: são conhecidos como Terminais do Rio da Prata e movimentam em torno de 35% do total do porto de Buenos Aires. Estes terminais são os maiores do país e localiza-se no Porto Novo;

- Terminal 3: também chamado de Terminal Portuárias Argentinas (TPA) localiza-se entre os terminais 1 e 2 e o terminal 4, no Porto Novo. Esse terminal recebe também cruzeiros turísticos, com a visita de mais de 80.000 turistas durante o ano de 2003;

- Terminal 4: é o primeiro terminal da A. P. Moller (APM) no hemisfério sul e começou sua operação em 2002. É caracterizado por possuir a maior parte da linha férrea do porto de Buenos Aires, sendo capaz de operar livremente com todo o sistema ferroviário nacional;

- Terminal 5: conhecido como Buenos Aires Container Terminal Services S.A. (Bactssa). Esse terminal possui tecnologia de última geração e é uma empresa do grupo Hutchinson Port Holdings Group, que opera em 31 portos ao redor do mundo; e,

- Exolgan: por localizar-se na parte sul do porto (*Dock Sud*), possui uma rápida comunicação com os centros urbanos do país. É o terminal que mais movimenta contêineres no porto de Buenos Aires.

Outro terminal de contêineres que possui movimentação significativa na Argentina é o Terminal Zarate, localizado no Rio Paraná. Foi o primeiro terminal privado construído com base na Lei de Portos da Argentina e, desde 2002, opera navios de contêineres. A figura 9 mostra a localização dos terminais argentinos e uruguaios.

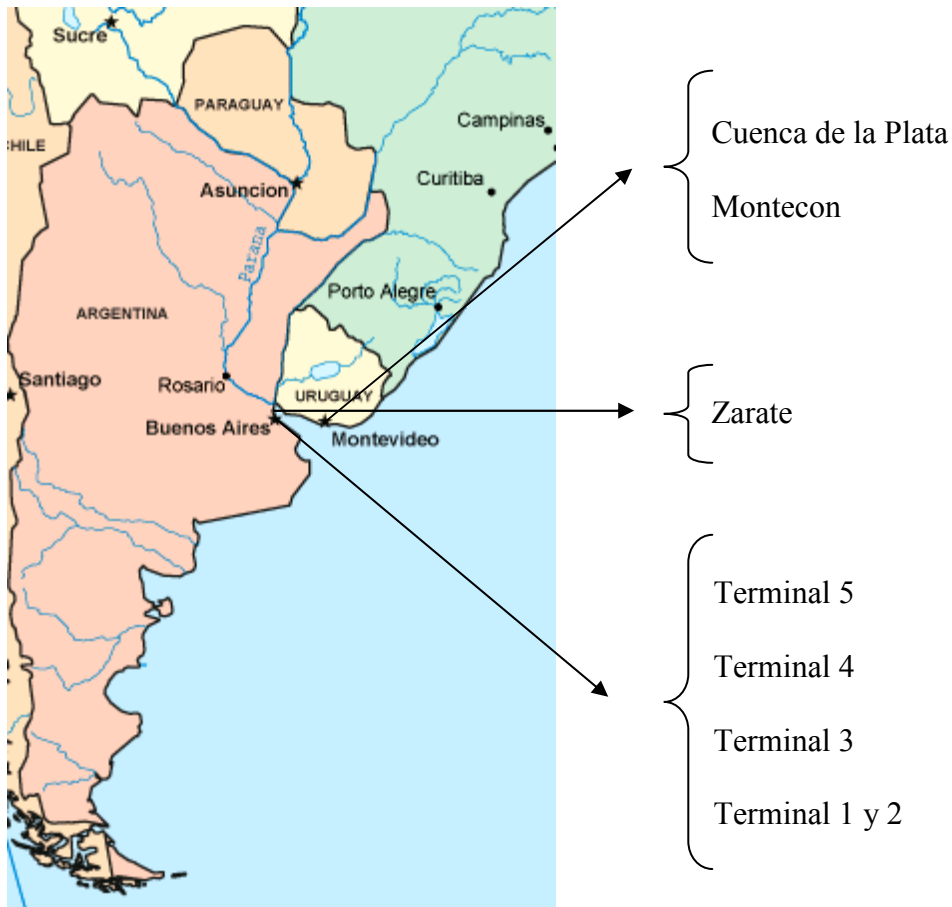


Figura 9: Mapa da Argentina e Uruguai com a localização de seus portos.

4.2.3. Uruguai

Assim como o Brasil e a Argentina, o Uruguai também aprovou uma lei (Lei N° 16.246/92 de 23 de abril de 1992) com o objetivo de privatizar as operações portuárias, aumentar a produtividade, diminuir custos de operação e oferecer melhores serviços a seus clientes. Os resultados mostram a diminuição das tarifas e a abertura de um importante número de atividades para o setor privado (<http://www.globalmvd.com.uy>). O porto da capital uruguaia é um dos principais portos do Mercosul, possui uma ótima localização (figura 9) e infra-estrutura. Em Montevideu existem dois terminais que operam contêineres (Cuenca de la Plata e Montecon) e representam quase 100% do total movimentado no país.

5. RESULTADOS

Os resultados são divididos em duas grandes partes: resultados preliminares (seção 5.1) e resultados da amostra completa (seção 5.2).

5.1. RESULTADOS PRELIMINARES

Esta seção apresenta os resultados obtidos através da aplicação dos modelos preliminares citados no capítulo anterior.

5.1.1. Entrevista com executivos

Como citado no capítulo 3, foi realizada uma pesquisa *survey* com os executivos brasileiros do setor portuário. Das oito variáveis relativas à gestão de capacidade do berço, sobressaem-se um grupo de variáveis mais importantes, um grupo de variáveis menos importantes e uma variável de importância intermediária (quadro 6).

Importância para a decisão	Variáveis	Médias
Mais importantes	Tempo médio de operação do navio	6,27
	Número de guindastes	6,23
	Média de containers por navio	6,13
Importância intermediária	Número de berços	5,50
Menos importantes	Tempo de espera para atracação	5,37
	Taxa de ocupação dos berços	5,23
	Número de caminhões	5,13
	Número de navios por ano	4,83

Quadro 6: Ordenação das variáveis (berço) segundo seu grau de importância para a decisão.

Das onze variáveis relativas à gestão de capacidade do pátio, destacam-se um grupo de cinco variáveis mais importantes, um grupo de duas variáveis de importância intermediária e um grupo de quatro variáveis menos importantes (quadro 7).

Importância para a decisão	Variáveis	Médias
Mais importantes	Layout do pátio	6,20
	Tamanho do pátio para contêineres	5,93
	Tipos de equipamentos no pátio	5,90
	Tempo do contêiner de exportação no pátio	5,73
	Número de equipamentos no pátio	5,73
Importância intermediária	Número (altura) de contêineres na pilha	5,43
	Tempo de contêiner de importação no pátio	5,03
Menos importantes	Tempo médio de operação dos equip. de pátio	4,73
	Número de caminhões	4,50
	Tempo médio de operação dos caminhões	4,27
	Tipos de contêineres	3,97

Quadro 7: Ordenação das variáveis (pátio) segundo seu grau de importância para a decisão.

Ao ordenarem por importância as variáveis mais representativas para a eficiência operacional, os executivos auxiliaram na definição das variáveis do modelo preliminar e do modelo final.

5.1.2. Estudo – piloto – Aplicação com 13 terminais brasileiros

Esta seção apresenta os resultados obtidos na primeira aplicação do modelo preliminar (seção 3.1.2) em 13 terminais de contêineres brasileiros (Multi-Rio, Tecon Salvador, Libra T-37, Santos Brasil, Tecon Rio Grande, Libra T-1, TCP – Paranaguá, Terminal de Vila Velha,

Teconvi e Tecon Suape, Sepetiba Tecon, Manaus, São Francisco do Sul e Tecondi) com dados do ano de 2002. Como foi citado, o modelo preliminar possui quatro *inputs* (número de guindastes, número de berços, número de funcionários e a área do terminal) e 1 *output* (TEU) e foi utilizado o modelo CCR.

Na análise dos resultados (quadro 8), foi mostrado que 10 dos 13 terminais de contêineres estudados obtiveram uma eficiência abaixo dos 100%, indicando que a maioria deles possui uma infra-estrutura muito superior àquela necessária para suportar o número de contêineres movimentados.

Terminal	Eficiência (%)
TCP – Paranaguá	100,00
São Francisco do Sul	100,00
Manaus	100,00
Tecon Rio Grande	85,80
Libra T-37	66,16
Santos Brasil	64,28
Tecondi	58,62
Tecon Suape	54,72
Multi-Rio	53,06
Tecon Salvador	39,34
Libra T-1	38,11
Terminal Vila Velha	35,27
Sepetiba Tecon	5,85

Quadro 8: Eficiência relativa dos terminais brasileiros.

Observou-se também, que os terminais com maior movimentação apresentaram melhor eficiência. Pode-se dizer que quanto menor a movimentação, menor a eficiência dos terminais. Isso ocorre devido à utilização do CCR, que considera retorno constante de escala, ou seja, não leva em consideração o tamanho das unidades. Após este estudo – piloto, constatou-se que o Porto de Manaus não poderia participar da amostra, visto tratar-se de um porto fluvial com uma variação média de 16 metros entre enchente e vazante, o que faz com que seu cais de atracação seja flutuante e, nestas condições, não possui guindastes próprios e utiliza os guindastes disponíveis no navio. Como um dos inputs é igual a zero, este porto foi retirado do estudo.

5.1.3. Estudo – piloto – Aplicação com 23 terminais do Mercosul

Na aplicação com 23 terminais foi utilizado o mesmo modelo com 4 *inputs* e 1 *output*, mas com dados de dois anos 2002 e 2003 e nos modelos CCR e BCC. A amostra foi composta, não apenas com terminais brasileiros, como também com terminais da Argentina e Uruguai. Os terminais utilizados foram Multi-Rio, Tecon Salvador, Libra T-37, Santos Brasil, Tecon Rio Grande, Libra T-1, TCP – Paranaguá, Terminal de Vila Velha, Teconvi e Tecon Suape, Sepetiba Tecon, São Francisco do Sul, Tecondi, Pecém e Rio Cubatão (do Brasil); Terminal 1 y 2, Terminal 3, Terminal 4, Terminal 5, Exolgan e Zarate (da Argentina); e, Cuenca de la Plata e Montecon (do Uruguai).

A quadro 9 mostra os resultados da análise dos dados comparando as eficiências relativas dos terminais nos anos de 2002 e 2003, no modelo CCR.

	Terminais	Eficiência (%)		
		2002	2003	2002/2003
1	Libra T-37	60,93	51,84	55,73
2	Tecon Rio Grande	72,10	100,00	100,00
3	Santos Brasil	47,22	82,23	73,67
4	Teconvi	100,00	100,00	100,00
5	São Francisco do Sul	84,03	68,34	75,06
6	TCP – Paranaguá	83,07	71,19	73,12
7	Rio Cubatão	50,48	42,50	45,91
8	Multi-Rio	48,95	38,25	42,83
9	Terminal Vila Velha	22,23	32,47	27,55
10	Libra T-1	26,66	37,91	29,28
11	Tecon Suape	62,89	25,38	41,09
12	Tecon Salvador	22,91	35,21	27,12
13	Tecondi	22,50	28,56	25,96
14	Pecém	7,13	16,41	11,48
15	Sepetiba Tecon	4,12	9,03	6,44
16	Exolgan	45,86	45,00	44,63
17	Terminal 1 y 2	34,11	43,38	37,18
18	Terminal 5	22,58	24,94	22,35
19	Terminal 3	17,05	27,88	22,13
20	Terminal 4	9,59	19,68	13,48
21	Zarate	34,32	51,13	44,45
22	Montecon	100,00	100,00	100,00
23	Cuenca de la Plata	100,00	100,00	100,00

Quadro 9: Eficiência relativa dos terminais do Mercosul no modelo CCR – Estudo –Piloto.

Com a análise dos resultados obtidos com o modelo CCR, pôde verificar-se que apenas três dos vinte e três terminais de contêineres do Mercosul foram eficientes nos dois anos de estudo (2002 e 2003). Desses três terminais, apenas um deles é brasileiro, Teconvi, localizado em Itajaí. O resultado é justificado por este terminal não possuir uma infraestrutura muito grande. Já os outros dois terminais são do Uruguai, ambos se localizam na capital do país (Montevidéu) e são grandes concentradores de cargas de importação e exportação do país. Além desses três terminais, cabe relatar que o Tecon Rio Grande, após obter uma eficiência relativa de 72,1% no primeiro ano estudado, atingiu uma eficiência de 100% no ano seguinte, devido a um aumento de mais de 20% na movimentação, com pouco investimento em infra-estrutura.

Analisando a eficiência relativa dos terminais a cada ano, constatou-se que 13 terminais obtiveram um aumento na sua eficiência. O principal fator que fez com que estes terminais aumentassem sua eficiência foi o grande acréscimo da movimentação, em que oito

terminais chegaram a mais de 50% (Sepetiba Tecon, Tecondi, Pecém, Terminal 3, Terminal 4, Zarate, Cuenca de la Plata e Montecon).

Analisando os resultados por país, buscou-se descobrir com executivos brasileiros da área a maneira como eles classificavam os terminais de contêineres do Brasil. Concluiu-se que os terminais que possuem movimentação acima de 250 mil TEUs ano são considerados de grande porte (quadro 9, terminais de 1 a 6), terminais com movimentação entre 100 mil e a 250 mil, de médio porte (quadro 9, terminais de 7 a 13) e aqueles com menos de 100 mil TEUs movimentados por ano são considerados de pequeno porte (quadro 9, terminais 14 e 15). Nos terminais de grande porte, apenas o Teconvi obteve eficiência de 100%, nos dois anos estudados. Dos outros cinco terminais considerados de grande porte pelos executivos, todos tiveram um aumento nas suas movimentações, mas apenas dois obtiveram também um aumento na sua eficiência (Santos Brasil e Tecon Rio Grande). Com relação aos terminais de médio porte, quase todos os terminais atingiram uma eficiência menor que 51% (única exceção foi o Tecon Suape em 2002, com 62,89%). Dentre os terminais de pequeno porte estudados, apenas dois (Sepetiba Tecon e Pecém) foram os que tiveram a menor eficiência de todos os terminais brasileiros.

Dos terminais argentinos pôde-se verificar que, apesar das eficiências encontradas serem baixas, apenas um teve redução na sua eficiência de um ano para outro (Exolgan). Os outros cinco apresentaram um aumento nas suas eficiências, ressaltando os terminais 3, 4 e Zarate. Também cabe salientar que todos os terminais tiveram maior movimentação no ano de 2003 com relação ao ano de 2002. Este fato deve-se à leve melhora na economia Argentina, que viveu anos difíceis em 2001 e 2002, quando a movimentação de contêineres de todo o país chegou a atingir 1.152.490 TEUs em 2000 e caiu para 837.876 TEUs em 2002.

Todos os terminais uruguaios obtiveram 100% de eficiência nos dois anos da pesquisa. Este fato deve-se à grande concentração de carga existente nesses terminais que se encontram na capital do país e são os únicos a possuírem capacidade suficiente para operar grandes navios.

Na análise realizada abrangendo os dois anos, na qual foram somados os *inputs* e *outputs* de cada terminal e colocado no *software* DEA para obter a eficiência do período, mais um terminal, além do Teconvi, Montecon e Cuenca de la Plata, ficou 100% eficiente: Tecon Rio Grande; outros três terminais obtiveram eficiência acima de 70% (Santos Brasil, São Francisco do Sul e TCP – Paranaguá). Cabe salientar que, todos os terminais brasileiros a

obterem eficiência acima de 70% no período estudado, foram os considerados de grande porte.

No modelo BCC (quadro 10), dez terminais atingiram o máximo de eficiência (100%) nos dois anos, destes, sete são brasileiros (Tecon Rio Grande, Teconvi, São Francisco do Sul, Rio Cubatão, Multi-Rio, Tecon Suape e Tecondi), um argentino (Zarate) e dois uruguaios (Montecon e Cuenca de la Plata). Os terminais Santos Brasil e Terminal 3 aumentaram respectivamente suas eficiências de 93,25% e 33,33% em 2002 para 100%. Já os terminais TCP e Libra T-37 diminuíram de 100% em 2002 para 73,88% e 98,39%, respectivamente.

	Terminais	Eficiência (%)		
		2002	2003	2002/2003*
1	Libra T-37	100,00	98,39	100,00
2	Tecon Rio Grande	100,00	100,00	100,00
3	Santos Brasil	93,25	100,00	100,00
4	Teconvi	100,00	100,00	100,00
5	São Francisco do Sul	100,00	100,00	100,00
6	TCP – Paranaguá	100,00	73,88	74,68
7	Rio Cubatão	100,00	100,00	100,00
8	Multi-Rio	100,00	100,00	100,00
9	Terminal Vila Velha	33,33	45,71	39,90
10	Libra T-1	50,00	50,00	50,00
11	Tecon Suape	100,00	100,00	100,00
12	Tecon Salvador	50,00	49,81	41,15
13	Tecondi	100,00	100,00	100,00
14	Pecém	50,00	50,00	50,00
15	Sepetiba Tecon	33,33	33,33	33,33
16	Exolgan	68,55	47,75	52,99
17	Terminal 1 y 2	50,00	50,54	49,95
18	Terminal 5	33,33	33,33	33,33
19	Terminal 3	33,33	100,00	100,00
20	Terminal 4	25,00	53,97	28,82
21	Zarate	100,00	100,00	100,00
22	Montecon	100,00	100,00	100,00
23	Cuenca de la Plata	100,00	100,00	100,00

Quadro 10: Eficiência relativa dos terminais do Mercosul no modelo BCC– Estudo – Piloto.

Pôde-se constatar que os terminais considerados de grande porte pelos executivos brasileiros tiveram uma eficiência quase absoluta nos dois anos estudados. Três terminais de grande porte (Tecon Rio Grande, Teconvi e São Francisco do Sul) foram eficientes no período

todo e os outros três o foram em um dos anos (Santos Brasil, TCP e Libra T-37). Os terminais de médio porte obtiveram também um resultado melhor neste modelo do que com o CCR. Três terminais (Rio Cubatão, Multi-Rio e Tecon Suape) foram 100% eficientes nos dois anos. Outros dois terminais (Tecon Salvador e Libra T-1) ficaram com uma eficiência de 50% e o Terminal de Vila Velha apresentou índice um pouco mais baixo. Dentre os terminais de pequeno porte, terminal de Pecém e Sepetiba obtiveram uma eficiência baixa, assim como ocorrera no modelo CCR.

Dos terminais argentinos, o terminal de Zarate foi o que obteve maior destaque, atingindo o máximo de eficiência nos dois anos. O terminal Exolgan e o Terminal 1 y 2 ficaram com uma eficiência média nos dois anos em torno de 50%. O terminal 3, após atingir 33,33% em 2002, alcançou eficiência máxima em 2003. Os terminais 4 e 5 foram os que tiveram a menor eficiência, ficando em torno de 30%. Por último, os terminais uruguaios obtiveram novamente 100% de eficiência no período analisado, mesmo resultado ao do modelo CCR.

Analisando os dois modelos DEA (CCR e BCC) pôde-se identificar que a escala é um fator importante para a análise da eficiência dos terminais de contêineres. Os resultados com o modelo BCC, que considera o retorno variável de escala, mostraram que os terminais de médio e pequeno porte atingiram uma eficiência maior do que em relação ao modelo CCR.

5.2. RESULTADOS DA AMOSTRA COMPLETA

Esta seção apresenta os resultados da amostra completa e, como já foi salientado, foram utilizados 23 terminais de contêineres do Mercosul nos modelos CCR e BCC. Os dados coletados dos terminais e dos *inputs* e *outputs* estão no anexo 2 e os resultados do DEA nos modelos CCR e BCC encontram-se no anexo 3.

5.2.1. Amostra Completa – DEA com modelo CCR

Com o modelo CCR, podemos observar na figura 10 a distribuição de frequência da eficiência relativa dos terminais de contêineres estudados. A figura mostra que em 2003 e 2004 mais de 55% dos terminais possuem eficiência de 100%. Em 2002, os terminais eficientes foram um pouco menos de 50%. O grupo com eficiência relativa entre 80% e 99,9% era composto por um pouco mais de 20% da amostra no ano de 2002, mas em 2003 e 2004 diminuiu para em torno de 17%. A figura mostra ainda que, em 2002, menos de 10% dos terminais possuíam eficiência entre 60% e 79,9%; esse número aumentou para mais de 21% em 2003, mas diminuiu para 13% em 2004. Composto por terminais que atingiram eficiência menor de 60%, no ano de 2002 e 2004, o último grupo tinha entre 10% a 20% da amostra e em 2003, menos de 5%.

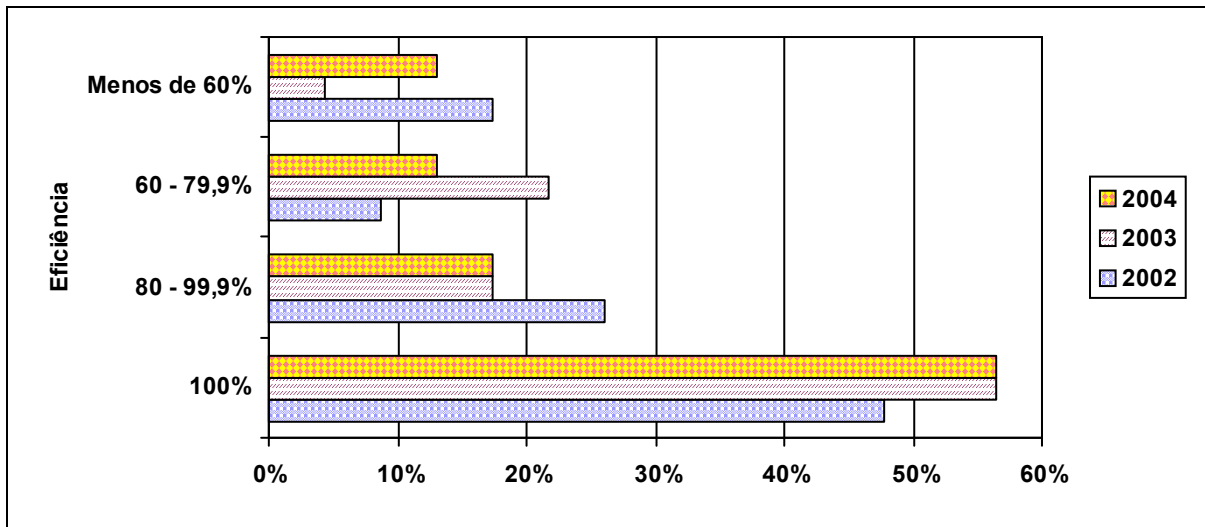


Figura 10: Distribuição de frequência da eficiência relativa modelo CCR.

Os resultados com o modelo CCR (quadro 10) mostram que nove terminais atingiram a eficiência de 100% nos três anos estudados, sendo seis brasileiros (Suape, Teconvi, Tecon Rio Grande, São Francisco do Sul, Tecondi e Rio Cubatão), dois argentinos (Terminal 3 e Zarate) e um uruguaio (Cuenca de la Plata). O terminal TCP – Paranaguá obteve a eficiência máxima nos dois primeiros anos, mas diminuiu para um pouco mais de 83% em 2004. O terminal Montecon do Uruguai obteve no primeiro ano a eficiência de 100%, mas foi diminuindo nos anos seguintes, atingindo 61,8% e 44,7%, respectivamente.

Por outro lado, três terminais (Pecém, Tecon Salvador e Exolgan) que não atingiram uma eficiência de 100% no primeiro ano, conseguiram atingir a eficiência máxima nos dois anos seguintes. Outro terminal que aumentou a eficiência foi o Terminal Santos Brasil que começou em 2002 com uma eficiência de 70%, passando para 82% no ano seguinte e atingindo a eficiência de 100% no último ano. Os dois terminais da Libra (T-37 e T-1) mantiveram durante os três anos uma eficiência entre 80% e 90%. Já os terminais Multi-Rio e o de Vila Velha obtiveram resultados opostos. Enquanto o Multi-Rio manteve-se com uma eficiência em torno de 83% nos dois primeiros anos e caiu para menos de 70% no último ano, o terminal de Vila Velha foi crescendo durante o período, em 2002 apresentou uma eficiência em torno de 65% e passou para mais de 85%, em 2004.

Quatro terminais, sendo três argentinos (Terminal 1 y 2, Terminal 4 e Terminal 5) e um brasileiro (Sepetiba Tecon) obtiveram a menor eficiência no período estudado. As eficiências ficaram entre 38% e 70%, sendo importante ressaltar que os terminais de Sepetiba Tecon e Terminal 4 melhoraram suas eficiências em mais de 20% e 30%, respectivamente.

Terminal	2002	2003	2004	Média	Diferença 2002 - 2003	Diferença 2003 - 2004
Tecon Suape	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
Teconvi	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
Tecon Rio Grande	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
São Francisco do Sul	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
Tecondi	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
Rio Cubatão	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
Terminal 3	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
Zarate	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
Cuenca de la Plata	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
Pecém	91,93	100,00	100,00	97,31	8,07	0,00
Exolgan	90,52	100,00	100,00	96,84	9,48	0,00
TCP – Paranaguá	100,00	100,00	83,56	94,52	0,00	-16,44
Tecon Salvador	82,54	100,00	100,00	94,18	17,46	0,00
Libra T-1	86,73	88,04	86,75	87,17	1,31	-1,29
Libra T-37	81,50	87,02	90,56	86,36	5,52	3,54
Santos Brasil	70,13	82,54	100,00	84,22	12,41	17,46
Multi-Rio	81,44	84,36	67,76	77,85	2,92	-16,60
Terminal Vila Velha	65,74	77,57	85,78	76,36	11,83	8,21
Montecon	100,00	61,80	44,77	68,86	-38,20	-17,03
Sepetiba Tecon	47,53	60,00	68,55	58,69	12,47	8,55
Terminal 4	38,41	64,73	70,34	57,83	26,32	5,61
Terminal 1 y 2	57,04	62,13	53,46	57,54	5,09	-8,67
Terminal 5	48,51	53,12	52,17	51,27	4,61	-0,95

Quadro 11: Eficiência relativa dos terminais do Mercosul no modelo CCR.

Cabe destacar que os resultados referentes aos terminais brasileiros foram um pouco diferentes dos encontrados no estudo-piloto, em que os terminais com melhor eficiência eram os terminais de grande porte. No modelo final, foi encontrado que, dos seis terminais brasileiros eficientes no período, apenas três eram de grande porte (Teconvi, Tecon Rio Grande e São Francisco do Sul) e os outros três de médio porte (Tecon Suape, Tecondi e Rio Cubatão), e, ainda, o terminal de Zarate na Argentina, que também atingiu 100% de eficiência no período, é o terminal argentino de menor porte. Outro caso interessante é o do terminal de Pecém, que atingiu uma eficiência superior a 90% no primeiro ano e de 100% nos anos seguintes, embora seja um dos terminais considerados de pequeno porte.

Analisando a eficiência média encontrada, além dos nove terminais que atingiram 100% nos três anos, outros quatro terminais ficaram entre 94% e 98% de eficiência média e mais cinco terminais entre 70% e 90%.

5.2.2. Amostra Completa – DEA com modelo BCC

Com o modelo BCC, podemos observar que existe uma diferença na distribuição de frequência da eficiência relativa dos terminais de contêineres (figura 11). A figura mostra que os terminais 100% eficientes foram diminuindo com o passar dos anos; em 2002 eram mais de 73%, passaram para menos de 70% em 2003 e em torno de 65% em 2004. O número de terminais no grupo com eficiência relativa entre 80% e 99,9% aumentou, começou com menos de 5% em 2002, subindo para em torno de 25% em 2004. No ano de 2004, não houve terminal com eficiência entre 60% e 79,9%, diferentemente do ocorrido nos anos de 2003 (quase 20%) e 2002 (um pouco menos de 10%). O último grupo é o menor de todos: composto por terminais que atingiram eficiência menor do que 60%, com exceção de 2002. Menos de 10% dos terminais situam-se neste grupo.

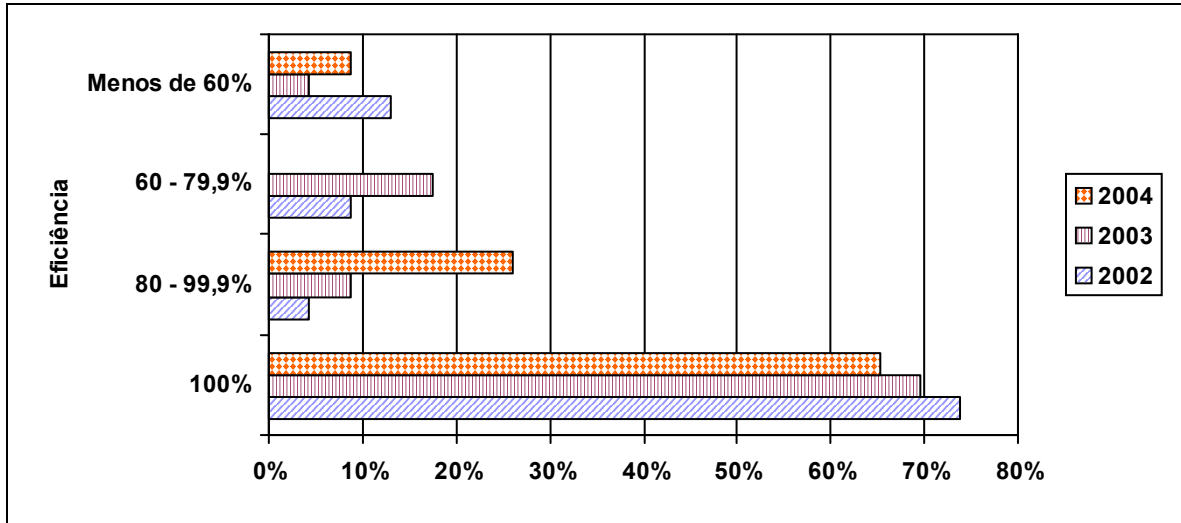


Figura 11: Distribuição de frequência da eficiência relativa modelo BCC.

Os resultados encontrados com o modelo BCC foram ainda diferentes (quadro 12). Com o BCC, 14 terminais foram eficientes nos três anos analisados. Desses terminais, dez são brasileiros (Tecon Suape, Multi-Rio, Santos Brasil, Libra T-37, Teconvi, Tecon Rio Grande, São Francisco do Sul, Tecondi, Rio Cubatão e Pecém), três argentinos (Terminal 3, Exolgan e Zarate) e um uruguaio (Cuenca de la Plata). Os terminais TCP – Paranaguá e Tecon Salvador atingiram 100% de eficiência em dois anos, o TCP diminuiu no último ano para em torno de 86% e o terminal baiano cresceu de 84,1% no primeiro ano para 100% nos anos seguintes.

O terminal uruguaio Montecon atingiu no primeiro ano do estudo uma eficiência de 100%, mas diminuiu nos anos seguintes para 71,22% e 81,55%, respectivamente. O mesmo aconteceu com a Libra T-1 que, após ter uma eficiência de 100% em 2002, caiu para em torno de 88% e 92% nos anos de 2003 e 2004.

O terminal 4 foi o que obteve maior crescimento durante o período. Após obter uma eficiência de menos de 40% em 2002, cresceu para mais de 80% no ano seguinte e, ainda, para mais de 90%, em 2004. Os outros dois terminais argentinos, Terminal 1 y 2 e o Terminal 5, foram piorando a eficiência durante o período. Em 2002 a eficiência destes terminais era em torno de 70% e no final de 2004 caiu para quase 50%.

O terminal de médio porte de Vila Velha apresentou um grande crescimento entre 2002, quando a eficiência era de 66,7%, e 2004, quando a eficiência chegou a mais de 86%. Outro terminal que melhorou sua eficiência foi o Sepetiba Tecon, crescendo de ao redor de 58% em 2002, para mais de 82% no último ano estudado.

Terminal	2002	2003	2004	Média	Diferença 2002 - 2003	Diferença 2003 - 2004
Tecon Suape	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
Teconvi	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
Tecon Rio Grande	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
São Francisco do Sul	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
Tecondi	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
Rio Cubatão	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
Terminal 3	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
Zarate	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
Multi-Rio	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
Santos Brasil	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
Exolgan	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
Cuenca de la Plata	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
Libra T-37	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
Pecém	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
TCP – Paranaguá	100,00	100,00	86,43	95,48	0,00	-13,57
Tecon Salvador	84,10	100,00	100,00	94,70	15,90	0,00
Libra T-1	100,00	88,47	92,09	93,52	-11,53	3,62
Montecon	100,00	71,22	81,55	84,26	-28,78	10,33
Terminal Vila Velha	66,70	77,80	86,10	76,87	11,10	8,30
Terminal 4	39,58	83,36	91,25	71,40	43,78	7,89
SePETIBA Tecon	58,68	61,70	82,46	67,61	3,02	20,76
Terminal 1 y 2	70,17	67,41	53,56	63,71	-2,76	-13,85
Terminal 5	66,03	53,57	52,37	57,32	-12,46	-1,20

Quadro 12: Eficiência relativa dos terminais do Mercosul no modelo BCC.

Com relação ao seu porte, chamou a atenção o fato de cinco dos seis terminais de grande porte apresentarem-se eficientes no período da pesquisa e o terminal restante (TCP – Paranaguá) atingiu a eficiência de 100% apenas em dois anos. Os terminais de médio porte também melhoraram a sua eficiência, havendo quatro terminais eficientes nos três anos, e os demais obtiveram uma eficiência melhor do que com o modelo CCR.

Analisando a eficiência média encontrada, além dos catorze terminais que atingiram 100% nos três anos, outros três ficaram entre 95% e 90% de eficiência média e mais três entre 70% e 90%.

5.2.3. Análise de *Benchmarking*

Como já comentado na revisão da literatura, a técnica DEA também permite identificar os terminais que obtiveram eficiência relativa de 100% e serviram para compor as metas dos terminais que não atingiram a eficiência máxima, bem como o percentual utilizado de cada terminal “par” (terminais utilizados para comporem os percentuais dos terminais não eficientes) ou referencial. Assim, é possível que os administradores possam utilizar práticas organizacionais desse grupo de terminais considerados *benchmarking*, através da sua extensão ou adaptação ao grupo de terminais considerados ineficientes, visando a sua melhoria (Prado 2000).

A seguir é apresentado um exemplo dos resultados obtidos com o DEA, mostrando um terminal ineficiente com seus “pares”, ou seja, com os terminais que servem como referência.

Ano de 2004 – Modelo BCC		
Peers for Unit TERMINAL 4 efficiency 91.25% radial		
TERMINAL 3	ZARATE	CUENCA DE LA PLATA

Quadro 13: Exemplo de um terminal ineficiente com seus terminais de referência.

Pode-se observar que no ano de 2004 e com o modelo BCC, o Terminal 4 obteve uma eficiência de 91,25% e para atingir uma eficiência de 100%, deve ter como referência os terminais: Terminal 3, Zarate e Cuenca de la Plata.

No quadro 14, são mostrados resumidamente os terminais que mais vezes serviram como referência para os terminais ineficientes com o modelo CCR. O terminal de Rio Cubatão apareceu 10 vezes como referência, em 2002, seguido pelos terminais de Zarate (oito vezes) e Tecondi (sete vezes). Já em 2003, novamente os terminais de Rio Cubatão e Teconvi serviram como referência seis vezes e o TCP – Paranaguá apareceu em cinco vezes. No último ano estudado, os terminais Teconvi e Tecon Rio Grande serviram seis vezes como referência e o terminal de Pecém cinco. Cabe ressaltar que, mesmo utilizando um modelo de DEA, que usa retorno constante de escala, terminais de médio porte, como o de Rio Cubatão e terminais de pequeno porte, como o de Pecém, serviram muitas vezes de referência para os terminais ineficientes.

	2002	2003	2004
Tecon Suape	2	3	2
Teconvi	3	6	6
Tecon Rio Grande	5	4	6
São Francisco do Sul	3	-	4
Tecondi	7	3	1
Rio Cubatão	10	6	2
Terminal 3	1	1	2
Zarate	8	1	4
Cuenca de la Plata	2	2	2
Pecém	-	-	5
TCP – Paranaguá	1	5	-
Tecon Salvador	-	2	1
Montecon	2	-	-
Santos Brasil	-	-	3

Quadro 14: Terminais que mais apareceram como referência com o modelo CCR.

Os terminais referência com o modelo BCC (quadro 15) foram semelhantes ao modelo descrito acima. No ano de 2002, três terminais apareceram quatro vezes como referência, Tecondi, Rio Cubatão e Zarate. Em 2003, os terminais Teconvi e TCP – Paranaguá serviram como terminal referencial cinco vezes e o terminal Zarate quatro vezes. Já em 2004, o terminal de Zarate apareceu seis vezes como referência, seguido do terminal Teconvi, cinco vezes e mais três terminais (Tecon Rio Grande, São Francisco do Sul e Pecém), quatro vezes.

	2002	2003	2004
Tecon Suape	1	2	-
Teconvi	-	5	5
Tecon Rio Grande	3	-	4
São Francisco do Sul	2	-	4
Tecondi	4	1	1
Rio Cubatão	4	4	2
Terminal 3	2	3	3
Zarate	4	4	6
Cuenca de la Plata	1	2	3
Pecém	-	-	4
TCP – Paranaguá	-	5	-
Tecon Salvador	-	2	2
Libra T-37	2	1	-
Libra T-1	2	-	-
Santos Brasil	-	-	3

Quadro 15: Terminais que mais apareceram como referência com o modelo BCC.

Na análise conjunta dos três anos, com o modelo CCR o terminal de Rio Cubatão apareceu 18 vezes como referência, seguido dos terminais Teconvi e Tecon Rio Grande, 15 vezes. Já no modelo BCC, o terminal de Zarate na Argentina foi o que mais serviu de referência no período: 14 vezes. A seguir apareceram os terminais de Rio Cubatão e Teconvi, 10 vezes cada.

	CCR	BCC
Tecon Suape	7	3
Teconvi	15	10
Tecon Rio Grande	15	7
São Francisco do Sul	7	6
Tecondi	11	6
Rio Cubatão	18	10
Terminal 3	4	8
Zarate	13	14
Cuenca de la Plata	6	6
Pecém	5	4
TCP – Paranaguá	6	5
Tecon Salvador	3	4
Montecon	2	1
Libra T-37	0	3
Libra T-1	0	2
Santos Brasil	3	3

Quadro 16: Terminais que mais apareceram como referência com os dois modelos.

Os resultados completos dos terminais eficientes que serviram de referência para os terminais ineficientes nos três anos estudados e nos dois modelos estão no anexo 4.

5.2.4. Análise de alvos e metas

A técnica de DEA possibilita aos pesquisadores analisar os *target*, ou seja, alvos ou metas a serem atingidos pelas DMUs ineficientes para se tornarem eficientes. Cabe ressaltar que os resultados obtidos foram calculados matematicamente e, desta forma, poderão existir

algumas metas que, embora impossíveis de serem implantadas, servirão como referência para os executivos.

No anexo 3 são mostrados os resultados completos obtidos com a utilização da técnica de DEA. Nesses resultados são apresentados os alvos e metas a serem atingidos pelos terminais ineficientes. A seguir são mostrados dois exemplos de análise que se pode realizar através dos resultados obtidos com o DEA para um terminal considerado ineficiente. No quadro 17 é mostrado com o modelo CCR.

Table of target values				
Targets for Unit TER4 efficiency 38.41% radial				
VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	5.0	2.5	50.2%	49.8%
-X2	3.0	1.6	46.4%	53.6%
-X3	110.5	61.3	44.5%	55.5%
-X4	150.0	83.2	44.5%	55.5%
-X5	14.0	7.8	44.5%	55.5%
+Y1	39.9	57.7	44.5%	69.2%
+Y2	17.0	24.6	44.5%	69.2%

Quadro 17: *Targets* ou metas para o Terminal 4 no ano de 2002 no modelo CCR.

No ano de 2002 com o modelo CCR, o Terminal 4 da Argentina foi o que obteve a menor eficiência (38,41%) em relação ao conjunto dos terminais analisados. Para este terminal atingir uma eficiência relativa de 100%, as metas propostas pelo modelo são: a diminuição do número de guindastes de 5 para 2,5, com ganho de 50,2%; uma redução do número de berços de 3 para 1,6, com ganho de 46,4%; uma diminuição da área física de 110,5 m² para 61,3 m², com ganho de 44,5%; redução do número de funcionários de 150 para 83,2, com ganho de 44,5%; e, uma diminuição do número de equipamentos de pátio de 14 para 7,8, com ganho de 44,5%. Também seria necessário um aumento no nível dos *outputs* como: melhorar a movimentação de TEUs de 39,9 mil para 57,7 mil, para ganhar 44,5%; um aumento do índice de movimentação por hora por navio passando de 17 para 24,6, com ganho de 44,5%.

Com o modelo BCC no ano de 2002, o Terminal 4 da Argentina também foi o que obteve a menor eficiência relativa (39,58%). No quadro 18 são mostrados os resultados com o modelo BCC.

Table of target values					
Targets for Unit TER4 efficiency 39.58% radial					
VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED	
-X1	5.0	2.5	49.8%	50.2%	
-X2	3.0	1.7	43.3%	56.7%	
-X3	110.5	62.7	43.3%	56.7%	
-X4	150.0	85.1	43.3%	56.7%	
-X5	14.0	7.9	43.3%	56.7%	
+Y1	39.9	62.5	56.7%	63.8%	
+Y2	17.0	24.4	43.3%	69.8%	

Quadro 18: Targets ou metas para o Terminal 4 no ano de 2002 no modelo BCC.

Para este terminal atingir uma eficiência relativa máxima, as metas propostas pelo modelo são a diminuição do nível de *inputs* como: número de guindastes de 5 para 2,5, com ganho de 49,8%; uma redução do número de berços de 3 para 1,7, com ganho de 43,3%; uma redução da área física de 110,5 m² para 62,7 m², com ganho de 43,3%; diminuição do número de funcionários de 150 para 85,1, com ganho de 43,3%; e, uma redução do número de equipamentos de pátio de 14 para 7,9, com ganho de 43,3%. Também seria necessário um aumento no nível dos *outputs* como: melhorar a movimentação de TEUs de 39,9 mil para 62,5 mil, para ganhar 56,7%; um aumento do índice de movimentação por hora por navio passando de 17 para 24,4, com ganho de 43,3%.

5.2.5. Resultados da Regressão Tobit

Após a análise com DEA, aplicou-se a Regressão Tobit para mostrar as variáveis que mais afetam a eficiência dos terminais de contêineres do Mercosul. Foram analisados os cinco *inputs* utilizados no modelo DEA como variáveis independentes, e o índice de eficiência como variável dependente.

Como já citado anteriormente, os escores da variável eficiência situam-se entre 0 e 100 e, normalmente, concentrados ao redor de 100, impossibilitando a aplicação de modelos de regressão de mínimos quadrados. Sendo assim, utiliza-se o recurso de inverter o escore da

variável eficiência (inversão essa que oscila entre 0,01 e ∞) e aplica-se uma regressão censurada apenas na esquerda (MARINHO, 2003).

No quadro 19 é apresentado um exemplo de como os escores de eficiência foram adaptados para a aplicação da Regressão Tobit.

	Eficiência em 2002 – Modelo CCR	Inversão do escore para o tobit
Tecon Suape	100,00	0,00
Teconvi	100,00	0,00
Tecon Rio Grande	100,00	0,00
São Francisco do Sul	100,00	0,00
Tecondi	100,00	0,00
Rio Cubatão	100,00	0,00
Terminal 3	100,00	0,00
Zarate	100,00	0,00
Cuenca de la Plata	100,00	0,00
Pecém	91,93	8,07
Exolgan	90,52	9,48
TCP – Paranaguá	100,00	0,00
Tecon Salvador	82,54	17,46
Libra T-1	86,73	13,27
Libra T-37	81,50	18,50
Santos Brasil	70,13	29,87
Multi-Rio	81,44	18,56
Terminal Vila Velha	65,74	34,26
Montecon	100,00	0,00
Sepetiba Tecon	47,53	52,47
Terminal 4	38,41	61,59
Terminal 1 y 2	57,04	42,96
Terminal 5	48,51	51,49

Quadro 19: Inversão dos escores de eficiência para aplicação com a Regressão Tobit.

Após a inversão dos escores de eficiência realizou-se duas análises: uma utilizando o resultado com a eficiência do modelo CCR e outra com a eficiência do modelo BCC. Cabe ressaltar que os dados dos três anos foram analisados conjuntamente. No anexo 5, apresentam-se os resultados completos da Regressão Tobit.

Mesmo tendo demonstrado um baixo grau de explicação da variável dependente ($r^2 = 0,298$; $p < 0,000$), esta análise com o modelo CCR possibilitou visualizar quais variáveis interferem na eficiência dos terminais de contêineres do Mercosul (tabela 2). Das cinco

variáveis analisadas, apenas a variável “número de equipamentos” não apresentou significância estatística ($p < 0,05$) na definição da eficiência.

Tabela 2: Análise de Regressão Tobit com o modelo CCR

Variável Dependente	R²	Variáveis Independentes	Significância (p)
Eficiência dos Terminais de Contêineres do Mercosul	0,298	Número de Guindastes	0,007
		Número de Berços	0,000
		Número de Funcionários	0,042
		Área do Terminal	0,003

Com o modelo BCC, o grau de explicação da variável dependente (r^2) foi de 0,333 e $p < 0,000$. Das cinco variáveis analisadas, apenas também a variável “número de equipamentos” não apresentou significância estatística ($p < 0,05$) na definição da eficiência (tabela 3).

Tabela 3 - Análise de Regressão Tobit com o modelo BCC

Variável Dependente	R²	Variáveis Independentes	Significância (p)
Eficiência dos Terminais de Contêineres do Mercosul	0,333	Número de Guindastes	0,000
		Número de Berços	0,052
		Número de Funcionários	0,000
		Área do Terminal	0,007

Nas duas análises realizadas, seja utilizando o índice de eficiência do modelo CCR seja o do modelo BCC, a variável “número de equipamentos de pátio” não apresentou significância estatística. Tal resultado surpreende, pois os executivos dos terminais de contêineres ressaltaram que esta variável é importante para a eficiência das operações dos terminais. Cabe salientar que, em ambos modelos, o grau de explicação (r^2) foi baixo (0,298 no CCR e 0,333 no BCC).

5.2.6. Resultados do Estudo Qualitativo

Esta seção apresenta os resultados obtidos na análise qualitativa desta dissertação viabilizada em visitas à área operacional e entrevistas com executivos responsáveis pela operação. O objetivo desta análise foi verificar o funcionamento dos terminais eficientes e ineficientes, comparar as ações realizadas pelos terminais e quais as decisões tomadas pelos executivos para melhorar a eficiência. Como já citado anteriormente, foram visitados quatro terminais de contêineres brasileiros: Tecon Rio Grande, Santos Brasil, Teconvi e Sepetiba Tecon.

Nas visitas aos terminais identificou-se que algumas variáveis possuem dependência de outras. A primeira situação refere-se ao número de guindastes e equipamentos de pátio utilizados: para cada guindaste usado na operação de um navio faz-se necessário (a quantidade varia para cada terminal) um número mínimo de equipamentos de pátio. Caso este número mínimo de equipamentos não seja respeitado, o guindaste não operará na velocidade máxima possível, gerando tempo ocioso e ineficiência operacional.

Outra relação entre variáveis é a dos equipamentos de pátio com a área do terminal. O tamanho do pátio e a maneira como os contêineres estão armazenados são muito importantes para a eficiência operacional. Todos os terminais visitados utilizam *softwares* de última geração, utilizados também nos maiores terminais do mundo. Estes *softwares* são responsáveis pelo planejamento e organização do pátio e eles visam diminuir ao máximo o número de movimentos com os contêineres e a distância a ser percorrida por estes ao serem retirados (contêineres de importação) ou carregados (contêineres de exportação) nos navios. Desta forma, quanto melhor organizados no pátio os contêineres estiverem, mais rápido serão feitas as movimentações e, assim, os equipamentos de pátio estarão liberados para carregarem outro contêiner. Vale salientar que o terminal Teconvi possui um problema de espaço bastante significativo, pois, como o pátio para armazenagem é pequeno, o terminal só recebe a carga para ser exportada poucos dias antes do navio chegar, contrariamente ao que acontece nos outros terminais, que começam a armazenar os contêineres até 15 dias antes da previsão de chegada do navio. Este problema do Teconvi tornou-se bastante evidente no dia da nossa visita: devido a um forte temporal, o canal de acesso estava fechado e, depois de dois dias de espera, alguns navios cancelaram suas escalas. Como o pátio do terminal já estava lotado de

contêineres para estes navios, não havia espaço para receber os contêineres dos novos navios que iriam chegar.

A maior dependência considerada pelos executivos foi sem dúvida o número de funcionários, pois em todos os terminais de contêineres do Mercosul é necessário um funcionário para operar os guindastes e os equipamentos de pátio. Cabe ressaltar que existem portos na Europa e Ásia que já estão utilizando equipamentos que dispensam pessoas na sua operação.

Procurou-se saber também, que ações administrativas e operacionais são estabelecidas para otimizar as variáveis do modelo e melhorar a eficiência dos *inputs*. Com relação ao berço, para melhorar a eficiência, segundo os executivos, é necessário um controle das escalas dos navios. Para isto, é importante o contato diário com os armadores para saber-se a posição em que os navios se encontram e o horário previsto para atracação no terminal. No caso de Sepetiba, que foi o terminal visitado com menor movimentação, existe maior flexibilidade de berço para atracação. Já no caso do Tecon Rio Grande e Teconvi, essa flexibilidade inexistente pois, como estes dois terminais possuem grande movimentação e apenas dois berços, a programação precisa ser respeitada para tentar evitar atrasos e prejuízos à operação.

Para melhorar a eficiência dos guindastes faz-se necessário treinar o operador para que ele realize as operações de maneira mais eficiente. Outro fator que influencia a eficiência dos guindastes é o tipo de navio que será operado. Conforme o porte do navio, deve-se selecionar o tipo de guindaste que a ele melhor se encaixe e que possua mais espaço para que a operação seja realizada eficientemente. No caso de navios grandes, o executivo do terminal Santos Brasil salientou que, para operar o navio mais rapidamente, pode-se utilizar um maior número de guindastes.

A eficiência do pátio pode ser melhorada, segundo os executivos, através do planejamento e controle dos contêineres. Nos quatro terminais visitados, como já salientado anteriormente, este planejamento é realizado com o auxílio de um *software* que distribui os contêineres no pátio de maneira a facilitar sua movimentação. Os executivos destacaram que quanto maior o pátio de armazenagem, menor será a pilha de contêineres e, assim, menor o número de movimentações a serem realizadas.

Nos quatro terminais visitados, os executivos declararam que os funcionários estão em constante treinamento, acreditando que a realização de cursos e treinamentos são importantes para manter os funcionários atualizados. No caso do Tecon Rio Grande, quando são

adquiridos novos equipamentos, normalmente importados de outros países, os funcionários viajam até as empresas para receberem os treinamentos adequados. Foi salientado que os operadores de guindastes foram treinados na Argentina e na Alemanha, e os operadores de um determinado tipo de equipamento de pátio foram treinados na Suécia.

Como salientado anteriormente, os equipamentos de pátio possuem uma grande dependência com o número de guindastes utilizados e com o planejamento do pátio. Desta forma, os executivos dos terminais buscam através do controle de localização dos contêineres uma forma de diminuir a distância a ser percorrida pelas máquinas, visando diminuir custos e melhorar a eficiência das operações.

Com relação aos *outputs*, os executivos dos terminais visitados foram questionados sobre como obter melhores resultados na movimentação de TEUs e de contêineres por hora por navio, sem aumentar os inputs. Nos quatro terminais, os executivos salientaram que a área comercial é a principal responsável pelo aumento na movimentação nos terminais. Isto se deve às ações comerciais realizadas, que buscam contratos de curto ou longo prazo com os terminais. Deve-se também levar em consideração a proximidade de alguns deles. Segundo os executivos, pode-se afirmar que os terminais do Uruguai, Argentina, Rio Grande do Sul e Santa Catarina competem entre si para serem escalados por determinadas Linhas. Visando diminuir o tempo da viagem e, conseqüentemente, ter um custo menor, os armadores muitas vezes escalam somente um terminal em cada região, normalmente aquele que oferece melhores vantagens operacionais e preço pelos serviços. Desta forma, a área comercial dos terminais está em contato constante com os armadores oferecendo propostas ou revendo contratos para adquirir novas escalas e, dessa forma, aumentar suas movimentações de contêineres.

Para melhorar a movimentação por hora por navio, os executivos informaram que, além dos equipamentos existentes nos terminais como guindastes, equipamentos de pátio e caminhões, o tipo do navio que está operando possui grande influência na eficiência das operações. Segundo os executivos, quanto maior o navio, mais rapidamente ele realiza as operações pois, com um maior espaço para operação, este tipo de navio possibilita utilizar maior número de guindastes. Na operação com navios menores, é possível utilizar somente um guindaste e, algumas vezes, até um guindaste menor tem que ser usado, o que, conseqüentemente, influencia a eficiência operacional. Cabe salientar que, além do calado, os armadores também selecionam o tipo do navio que vai operar em uma determinada linha, levando em consideração o número de contêineres que serão movimentados nos terminais,

pois de nada adianta disponibilizar um navio grande para uma linha que não tem muita movimentação.

6. CONCLUSÃO

Neste capítulo são apresentadas as considerações finais da dissertação. Estão descritas as principais conclusões do trabalho (seção 6.1), as contribuições (seção 6.2), recomendações para pesquisas futuras (seção 6.3) e as limitações do trabalho (seção 6.4).

6.1. CONCLUSÕES

Esta dissertação mediu e analisou a eficiência relativa das operações dos terminais de contêineres do Mercosul, utilizando a técnica de DEA e a Regressão Tobit. Para a análise foi desenvolvido e validado um modelo com cinco *inputs* e dois *outputs*, a fim de atingir os objetivos propostos neste trabalho.

O estudo foi dividido em cinco etapas. Na primeira etapa, buscou-se identificar os *inputs* e *outputs* encontrados na literatura em estudos que utilizaram a técnica de DEA em portos. A seguir, através de uma pesquisa *survey*, pôde-se conhecer as variáveis de decisão que os executivos dos terminais de contêineres brasileiros utilizam no processo de gestão e planejamento de capacidade das operações. A partir disso, na etapa subsequente, elaborou-se um modelo preliminar com quatro *inputs* (número de guindastes, número de berços, número de funcionários e a área do terminal) e um (1) *output* (TEU movimentado) que foi aplicado aos dados coletados de terminais de contêineres brasileiros e do Mercosul. Após a validação do modelo preliminar, definiu-se o modelo final acrescido de mais um (1) *input* (número de equipamentos de pátio) e um (1) *output* (média de movimentação de contêineres por hora por navio).

O modelo final foi aplicado em 23 terminais de contêineres do Mercosul com dados dos anos de 2002, 2003 e 2004. A validação deste modelo foi feita por executivos do setor portuário (face) e, através da correlação de *Pearson*, constatou-se não haver necessidade de eliminação de variáveis. Cabe ressaltar que na literatura internacional não foi encontrado qualquer estudo que tenha aplicado um rigor metodológico para elaboração e definição das variáveis e para o modelo de eficiência.

Os resultados foram obtidos com a aplicação da técnica DEA com os modelos CCR e BCC, devido a encontrar-se na literatura estudos nos dois modelos. Entretanto, em reunião com executivos de oito terminais de contêineres brasileiros (Anexo 6) e membros da ABRATEC, decidiu-se que o modelo BCC é o mais adequado para observar a eficiência das operações. A escolha deste modelo justifica-se, pois os terminais de contêineres operam com retorno variável de escala. Essa característica permite que terminais de diferentes portes, como o que movimenta 60.000 TEUs/ano e outro que movimenta 600.000 TEUs/ano, sejam analisados a partir do mesmo modelo.

Através dos resultados obtidos pôde-se constatar que, segundo os executivos, o modelo desenvolvido e validado representa as variáveis mais significativas para analisar a eficiência das operações dos terminais de contêineres.

6.2. CONTRIBUIÇÕES DO ESTUDO

Uma avaliação do estudo realizado revela as contribuições que a dissertação oferece à Academia e aos terminais de contêineres.

6.2.1. Contribuições para a academia

Para o desenvolvimento do modelo final deste trabalho, primeiramente, buscou-se identificar na literatura os conceitos e tipos de eficiência existentes e já publicados (seção 2.1). A seguir, resumiram-se os tradicionais métodos de avaliação de eficiência (seção 2.2), iniciando com os indicadores de desempenho (seção 2.2.1), métodos paramétricos (seção 2.2.2) e, finalizando, com os métodos não-paramétricos (seção 2.2.3), baseando-se exclusivamente na técnica de DEA, que foi empregada nesta dissertação.

A revisão de estudos publicados na literatura mundial que utilizaram DEA em portos e terminais de contêineres (seção 2.4) pode ser considerada como uma primeira contribuição desta dissertação. Através desta revisão, pode-se identificar os modelos de eficiência já desenvolvidos e validados, as variáveis mais utilizadas por estes modelos e, ainda, qual o modelo de DEA utilizado (CCR ou BCC).

Uma segunda contribuição deste estudo foi a utilização da Regressão Tobit com as mesmas variáveis do modelo de eficiência. A escolha por este tipo de regressão foi fundamentada pela literatura, que considera o *score* de eficiência como uma variável censurada e, assim, impossibilita a utilização de um outro tipo de regressão.

Outra contribuição importante para a Academia é a maneira como foi realizado o processo de construção e validação do modelo de eficiência. Esse processo, como já relatado, foi realizado em diversas etapas, baseado sempre na literatura disponível e nas experiências dos executivos da área. Também pode-se considerar como uma importante contribuição da pesquisa o modelo desenvolvido para medir a eficiência dos terminais de contêineres, modelo este que foi aplicado com dados dos terminais do Mercosul e alcançou resultados significativos, mostrando os mais eficientes, os ineficientes, os principais causadores da ineficiência, além dos terminais que servem de referência para que os ineficientes tornem-se eficientes.

6.2.2. Contribuições para os terminais de contêineres

Para os terminais de contêineres, esta dissertação pode ser considerada como um início para a criação de um modelo que possa medir e analisar sua eficiência operacional. Segundo os executivos dos terminais de contêineres brasileiros, não existe qualquer indicador capaz de medir a eficiência do terminal baseada nas principais variáveis existentes na operação de um terminal de contêineres, como infra-estrutura, funcionários e área do terminal. Como salientado anteriormente, o principal indicador utilizado para medir a eficiência do terminal é a movimentação de contêineres por navio, isto é, de acordo com os executivos, por exemplo, quanto mais rápido um terminal operar um navio, mais eficiente ele será. Sendo assim, não existe a possibilidade de comparar os resultados encontrados com algum outro indicador semelhante.

Percebeu-se também, que o uso deste modelo pode auxiliar tanto órgãos reguladores do governo (Ministério dos Transportes, ABTP ou ABRATEC) quanto os executivos portuários, na análise da eficiência das operações dos terminais de contêineres.

6.3. RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Propõe-se seguintes sugestões de pesquisas futuras:

- Aplicar e validar do modelo desenvolvido com dados de outros terminais, visando aumentar o número de DMUs, para inserir novos *inputs* ou *outputs*;
- Inserir outras variáveis no modelo, tais como: tempo médio de espera, ocupação de berço e tipo do navio (três variáveis consideradas importantes pelos executivos em reunião da ABRATEC);
- Subdividir a variável “Número de funcionários” em “número de funcionários avulsos” e “número de funcionários próprios”. Tal divisão deve ser considerada, devido a determinados terminais possuírem características diferentes, sendo que alguns são obrigados a

usarem funcionários avulsos (funcionários da estiva ou outros órgãos) enquanto outros não possuem essa obrigação;

6.4. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Essa dissertação apresenta algumas limitações quanto ao contexto de aplicação e à disponibilidade de informações. Identificam-se como limitações principais:

- O modelo desenvolvido é apenas um passo inicial no sentido de obter um indicador que meça a eficiência de terminais de contêineres, havendo a necessidade de inserir novas variáveis para tornar o modelo mais próximo da realidade. Cabe ressaltar que, devido ao número limitado de DMUs, não foi possível a inserção de outros *inputs* ou *outputs*;

- Alguns resultados encontrados não podem ser colocados em prática, pois diversas metas não são possíveis de serem atingidas pelos executivos, a saber, se um terminal de contêineres possui três berços de atracação e a meta estabelecida para o terminal é a utilização de dois berços, não teria como o terminal não utilizar o berço já construído e, muito menos, destruí-lo, por exemplo;

- Nenhuma variável do modelo leva em consideração as características dos navios que atracam nos terminais pois, devido ao tipo de navio e à quantidade de movimentação que o navio irá realizar no terminal, as operações podem ser mais eficientes;

- Não utilização no modelo das variáveis “Calado (profundidade) do terminal” e “Vias de acesso terrestre ao terminal”, que foram citadas pelos executivos de terminais membros da ABRATEC, como possíveis variáveis que afetem a eficiência dos terminais de contêineres;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, M.; DOUCOULIAGOS, C. The efficiency of Australian universities: a data envelopment analysis. **Economics of Education Review**, v. 22, p. 89-97, fev. 2003.

Agência de Notícias Brasil-Árabe (ANBA). Disponível em: <<http://www.anba.com.br>>. Acesso em 15 mar. 2005.

Agência Nacional de Transportes Aquaviários. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br>>. Acesso em 12 abr. 2005.

AGUIAR, L. R. **Análise da eficiência relativa das escriturarias de paz do estado de Santa Catarina**. 2001. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

AMBROSINO, D.; SCIOMACHEN A.; TANFANI, N. Stowing a containership: the master bay plan problem. **Transportation Research Part A**, v. 38, p. 81-99, 2004.

AMEMIYA, T. Tobit models: a survey. **Journal of Econometrics**, v. 24, p. 3-61, 1984.

AMIRTEIMOORI, A.; KORDROSTAMI, S. Efficient surfaces and an efficiency index in DEA: a constant returns to scale. **Applied Mathematics and Computation**, v. 163, n. 2, p. 683-691, 2005.

ANDRADE, E. L. **Introdução a Pesquisa Operacional: Métodos e Modelos para a Análise de Decisão**. Rio de Janeiro: Editora LTC, 1990.

ANUÁRIO PORTUÁRIO Y MARÍTIMO. Buenos Aires: 2004. Anual

Associação Brasileira dos Terminais de Contêineres de Uso Público (ABRATEC). Disponível em: <<http://www.abratec-terminais.org.br>>. Acesso em 20 abr. 2005.

Associação Brasileira dos Terminais Portuários (ABTP). Disponível em: <<http://www.interdelphi.com/cgi-bin/abtp.dll/html/default.>>. Acesso em: 25 set. 2003.

ATHANASSOPOULOS, A; CURRAM, S. A comparison of Data Envelopment Analysis and artificial neural networks as tools for assessing the efficiency of decision making units. **Journal of the Operational Research Society**, v. 47, p. 1000-1016, 1996.

AZAMBUJA, A. M. V. **Análise de eficiência na gestão do transporte urbano por ônibus em municípios brasileiros**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BANKER, R. D. JANAKIRAMAN, S.; NATARAJAN, R. Analysis of trends in technical and allocative efficiency: An application to Texas public school districts. **European Journal of Operational Research**, v. 154, n. 2, p. 477-491, 2004.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 30, p. 1078-1092, 1984.

BARROS, C. P. Measuring efficiency in the hotel sector. **Annals of Tourism Research**, v. 32, n. 2, p. 456-477, 2005.

BOAME, A. K. The technical efficiency of Canadian urban transit systems. **Transportation Research Part E**, v. 40, p. 401-416, 2004.

BORENSTEIN, D. BECKER, J. L.; PRADO, V. J. Measuring the efficiency of Brazilian post office stores using data envelopment analysis. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 24, n. 10, p. 1055-1078, 2004.

BUTLER, T. W.; LI, L. The utility of returns to scale in DEA programming: An analysis of Michigan rural hospitals. **European Journal of Operational Research**, n. 161, p. 469-477, 2005.

CALAZANS, F. Análise Setorial Terminais Portuários. Vol.1, **Gazeta Mercantil**, São Paulo, set. 2000.

CALMON, A. Portos Brasileiros. **Revista Veja**, p. 130-131, 2001.

CAMANHO, A. S.; DYSON, R. G. Cost efficiency measurement with price uncertainty: a DEA application to bank branch assessments. **European Journal of Operational Research**, v. 161, n. 2, p. 432-446, 2005.

Centro de Estudos Bonairenses (CEB). Disponível em: <<http://www.abracex.com.br/abra/noticias.asp?cod=1950>>. Acesso em: 11 jul. 2005.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 1, p. 429-444, 1978.

CHARNES, A.; COOPER, W.; CLARK T.; GOLANY, B. A developmental study of data envelopment analysis in measuring the efficiency of maintenance units in the US Air Forces. **Annals of Operations Research**, p. 95-112, 1985.

CHURCHILL, G. **A Basic marketing research**. Fort Worth: Dryden Press, 2001.

CONEXÃO MARITIMA. Tecon Rio Grande investe US\$ 90 milhões até 2006. Julho de 2005.

Consejo Portuário Argentino. Disponível em: <<http://www.consejoportuario.com.ar>>. Acesso em 16 out 2003.

CULLINANE, K., SONG, D. W.; PING, J.; WANG, T. F. An Application of DEA Windows Analysis to Container Port Production Efficiency. **Review of Network Economics**, v. 3, p.184-206, 2004.

CURKOVIC, S. Environmentally Responsible Manufacturing: The development and validation of a measurement model. **European Journal of Operational Research**, v. 146, p. 130-155, abr. 2003.

DESTÉFANO, R. Disponível em: <<http://www.buenosairesport.com.ar/ie/diario/articulo.asp?base=Puerto%20de%20Bs.%20As.&Id=2620>>. Acesso em 11 jul. 2005.

ECONOMIST INTELLIGENCE UNIT, 2004. Disponível em: <<http://www.aesetorial.com.br/tecnologia/eiu/>>. Acesso em: 14 jul. 2005.

EKSTRANDA, C; CARPENTERB, T. Using a tobit regression model to analyse risk factors for foot-pad dermatitis in commercially grown broilers. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 37, p. 219-228, 1998.

FARELL, M. J. The measurement of production efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, Series A, part III, p. 253-290, 1957.

FRAINER, D. M. **A eficiência técnica de hospitais universitários federais brasileiros no primeiro semestre de 2001**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

Global Shipping S.A. Disponível em: <<http://www.globalmvd.com.uy>>. Acesso em 18 out 2003.

GONZÁLEZ-ARAYA, M. C. Estudo das regiões fortemente eficientes na fronteira DEA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 34, 2002, Rio de Janeiro, RJ. **Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**. Rio de Janeiro: SBPO, 2002.

GREENE, W. H. **Econometrics Analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1997, 1075 p.

GROSSKOPF, S.; MARGARITIS, D.; VALDMANIS, V. Competitive effects on teaching hospitals. **European Journal of Operational Research**, v. 154, p. 515-525, 2004.

Grupo Executivo de Integração da Política de Transportes (GEPOIT). Disponível em <<http://www.geipot.gov.br>>. Acesso em 12 nov. 2002.

HAIR Jr, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análises multivariante**. Madrid: Prentice Hall Iberia, 1999, 832 p.

HERRERO, I. Different approaches to efficiency analysis. An application to the Spanish Trawl fleet operating in Moroccan waters. **European Journal of Operational Research**, v. 167, p. 257-271, 2005.

HWANG, S.; CHANG, T. Using data envelopment analysis to measure hotel managerial efficiency change in Taiwan. **Tourism Management**, v. 24, n. 4, p. 357-369, 2003.

ITOH, H. Efficiency changes at major container ports in Japan: A window application of DEA. **Rurds**, v. 14, n. 2, 2002.

- JENKINS, L.; ANDERSON, M. A multivariate statistical approach to reducing the number of variables in data envelopment analysis. **European Journal of Operational Research**, v. 147, 2003.
- KASHANI, H. A. Regulation and efficiency: an empirical analysis of the United Kingdom continental shelf petroleum industry. **Energy Policy**, v. 33, n. 7, p. 915-925, 2005.
- KAZNIER, L. J. **Estatística aplicada à economia e administração**. São Paulo: McGraw-Hill, 1982.
- KIM, K. H.; MOON, K. C. Berth scheduling by simulated annealing. **Transportation Research Part B**, v. 37, p. 541-560, 2003.
- KIRJAVAINEN, T. e LOIKKANEN, H. Efficiency Differences of Finnish Senior Secondary Schools: An Application of DEA and Tobit Analysis. **Economics of Education Review**, v. 17, n. 4, p. 377-394, 1998.
- KONTODIMOPOULOS, N.; NIAKAS, D. Efficiency measurement of hemodialysis units in Greece with data envelopment analysis. **Health Policy**, n. 71, p. 195-204, 2005.
- KRASACHAT, W. Technical Efficiencies of Rice Farms in Thailand: A Non-Parametric Approach. **The Journal of American Academy of Business**, 2004.
- LINN, R.; LIU, J.; WAN, Y.; ZHANG, C.; MURTY, K. G. Rubber tired gantry crane deployment for container yard operation. **Computers and Industrial Engineering**, 2003.
- LOPES, M. Marmita contra joystick. **Revista Exame**, 14 de abril de 2004.
- LOVELL, C. A. Production frontiers and productive efficiency. In: FRIED, H. O., LOVELL, C. A., SCHMIDT, S. S. *The Measurement of Productive Efficiency - Techniques and Applications*. Oxford: Oxford University Press, p. 3 -67, 1993.
- MACEDO, M. A. S.; MACEDO, H. D. R. Avaliação de performance financeira através da Análise Envoltória de Dados: um estudo de caso em unidades de negócio. In: ASAMBLEA ANUAL CLADEA, 38, 2003, Lima, Peru. **Anais do XXXVIII Assembleia Anual CLADEA**. Lima, Peru: CLADEA, 2003.
- MACEDO, M. A. S.; SOUZA, M. A. F. Avaliação de eficiência organizacional no setor de alimentos: uma contribuição a gestão agroindustrial. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 10, 2003, Bauru, SP. **Anais do X Simpósio de Engenharia de Produção**. Bauru: SIMPEP, 2003.
- MADDALA, G. S. **Limited-dependent and qualitative variables in econometrics**. Melbourne: Cambridge University Press, 1983.
- MANTELLI, W. Disponível em: <http://www.abtp.com.br/downloads/Manifesto_Forum_Nacional12.pdf>. Acesso em 14 jun. 2005.
- MANTELLI, W. In LOPES, M. Marmita contra joystick. **Revista Exame**, 14 abr. 2004.
- MARIANO, J. L.; SAMPAIO, Y. A eficiência técnica dos colonos na agricultura irrigada do Vale do São Francisco. **Economia Aplicada**, v. 6, n. 2, p.265-285, 2002.

MARINHO, A. Avaliação da eficiência técnica nos serviços de saúde nos municípios do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Economia**, v. 57, n. 3, 2003.

MARTINEZ-BUDRIA, E.; 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**, v. 26, n. 2, p. 237-253, 1999.

Ministério das Relações Exteriores. Disponível em: <<http://www.mre.gov.br>>. Acesso em 24 nov 2004.

NASIEROWSKI, W.; ARCELUS, F. J. On the efficiency of national innovation systems. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 37, p. 215-234, 2003.

OLIVEIRA, R. M. **Infra-estrutura de tecnologia de informação e desempenho em terminais de contêineres brasileiros**: um estudo correlacional sob a ótica da visão baseada em recursos. 2004. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós - Graduação em Administração, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, São Leopoldo, 2004.

PAIVA, F. C. **Eficiência produtiva de programas de ensino de pós-graduação em engenharias**: uma aplicação do método DEA. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

PARKAN, C. Measuring the operational performance of a public transit company. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 6, p. 693-720, 2002.

PEARSON, Kate. Data envelopment analysis: an explanation. **Bureaus of Industry Economics**, n. 83, p.1-44, 1993.

PEREIRA, M. **Mensuramento da Eficiência Multidimensional Utilizando Análise de Envolvimento de Dados**: Revisão da Teoria e Aplicações. 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

PRADO, V. J. **Avaliando a eficiência das lojas da ECT do Rio Grande do Sul**. 2000. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

PRIMONT, D. F.; DOMAZLICKY, B. Student achievement and efficiency in Missouri schools and the No Child Left Behind Act. **Economics of Education Review**, In Press, Corrected Proof, 2005.

REICHMANN, G.; SOMMERSGUTER-REICHMANN, M. University library benchmarking: An international comparison using DEA. **International Journal of Production Economics**, In Press, Corrected Proof, 2004.

REINALDO, R. R. P. **Avaliando a eficiência em unidades de ensino fundamental de Fortaleza – CE**: usando a análise envoltória de dados (DEA). 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

RINALDI, R.; MAÇADA, A. C. M. Proposta de indicadores de produtividade: o caso do terminal de contêineres. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 5, 2002, São Paulo, SP. **Anais do V Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais**. São Paulo: SIMPOI, 2002.

RIOS, L. R., MAÇADA, A. C. M.; BECKER, J. L. Modelo de decisão para o planejamento da capacidade nos terminais de containers. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23, 2003, Ouro Preto, MG. **Anais do XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Ouro Preto: ENEGEP, 2003.

RIOS, L. R., MAÇADA, A. C. M.; BECKER, J. L. Modelo de decisão para o planejamento da capacidade nos terminais de containers. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 28, 2004, Curitiba, PR. **Anais do XXVIII Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração**. Curitiba: ENANPAD, 2004.

ROLL, Y; HAYUTH, Y. Port performance comparison applying DEA. **Maritime Policy and Management**, v. 20, n. 2, p. 153-161, 1993.

RUGGIERO, J. Cost efficiency in the provision of educational services: An application of data envelopment analysis. **The Journal of Cost Analysis**, p. 53-71, 1998.

SAHA, A.; RAVISANKAR, T. S. Rating of Indian comercial banks: a DEA approach. **European Journal of Operational Research**, v. 124, n. 1, p. 187-203, 2000.

SCHERAGA, C. Operational efficiency versus financial mobility in the global airline industry: a data envelopment and Tobit analysis. **Transportation Research Part A**, v. 38, p. 383-404, 2004.

SERRANO, M. G.; CASTELLANO, L. T. Analisis de la eiciencia de los servicios de infraestructura en Espana: Una aplicación al tráfico de contenedores. In: ENCUESTRO DE ECONOMIA PÚBLICA, 10, 2004. **Anais do X Encuentro de Economía Pública**, 2003.

SHAO, B.; LIN, W. Technical efficiency analysis of information technology investments: a two-stage empirical investigation. **Information & Management**, v. 39, p. 391-401, 2002.

SIEMS, T. Quantifying Management's role in bank survival. **Economic Review**, 1992.

SIMSEK, Z. Sample surveys via electronic mail: a comprehensive perspective. **Revista de Administração de Empresas**. v. 39. n. 1, p. 77-83, 1999.

Site Brasileiro do Mercosul. Disponível em: <<http://www.mercosul.gov.br>>. Acesso em 23 abr. 2005.

Site Uruguai do Mercosul. Disponível em: <<http://www.mercosur.org.uy>>. Acesso em 23 abr. 2005.

SOARES DE MELLO, J. C.; MEZA, L. A.; GOMES, E. G.; SERAPIÃO, B. P.; LINS, M. P. E. Análise de envoltória de dados no estudo da eficiência e dos *benchmark* para companhias aéreas brasileiras. **Pesquisa Operacional**. v. 23, n. 2, p. 325-345, 2003.

STEENKEN, D.; WINTER, T.; ZIMMERMANN, U. T. **Stowage and transport optimization in ship planning**, 2001. Disponível em: <<http://citeseer.ist.psu.edu/steenken01stowage.html>>. Acesso em 20 mai 2004.

SYKES, A. **An Introduction to Regression Analysis**. Disponível em <http://www.law.uchicago.edu/Lawecon/WkngPprs_01-25/20.Sykes.Reggression.pdf>. Acesso em 03 mai 2005.

THANASSOULIS, E. A comparison of regression analysis and data envelopment analysis as alternative methods for performance assessments. **Journal of Operational Research Society**, v. 44, n 11, p. 1129-1144, 1993.

THANASSOULIS, E. **Introduction to the theory and application of data envelopment analysis: a foundation text with integrated software**, 2^o Ed. Norwell: Kluwer Academic Publishers, 2003.

THANASSOULIS, E.; DUSTAN, P. Guiding schools to improved performance using Data Envelopment Analysis: an illustration with data from a local education authority. **Journal of Operational Research Society**. v. 45, n. 11, p. 1247-1262, 1996.

TOBIN, J. Estimation of relationship for limited dependent variables. **Econometrica**, v. 26, 1958.

TONGZON, J. Efficiency Measurement of select Australian an International Port using Data Envelopment Analysis. **Transportation Research Part A**, v. 35, p. 113-128, 2001.

TRADE AND TRANSPORT. São Paulo: Abril, 2003. Mensal

TULKENS, H. On FDH efficiency: Some methodological issues and applications to retail banking, courts, and urban transit. **Journal of Productivity Analysis**, v. 4 p. 183-210, 1993.

TURNER, H.; WINDLE, R.; DRESNER, M. North American containerport productivity: 1984–1997. **Transportation Research Part E**, v. 40, p. 339-356, 2004.

VALENTINE, V. F.; GRAY, R. The Measurement of Port Efficiency Using Data Envelopment Analysis. In: WORLD CONFERENCE ON TRANSPORT RESEARCH, 9, 2001. **Anais do IX World Conference on Transport Research**, 2001.

WAGNER, H. M. **Pesquisa Operacional**. Prentice-Hall: Rio de Janeiro, 1986.

WANG, T. F.; SONG, D. W.; CULLINAME, K. **The applicability of DEA to efficiency measurement of container ports**. Disponível em: <<http://www.eclac.cl>> Acesso em 12 mar 2004.

WARD, P. T.; STORBECK, J. E.; MAGNUM, S. L.; BYRNES, P. E. An analysis of staffing efficiency in U.S. manufacturing: 1983 and 1989. **Annals of Operations Research**, v. 73, p.67-89, 1997.

WATCHARASRIROJ, B.; TANG, J. The effects of size and information technology on hospital efficiency. **Journal of High Technology Management Research**, v. 15, p. 1-16, 2004.

WINSTON, L. W. **Operations Research Applications and Algorithms**. California-Belmont: Duxbury Press, 1994

YUN, W. Y.; CHOI, Y. S. A simulation model for container-terminal operation analysis using an object-oriented approach. *International Journal of Production Economics*, p. 221-230, 1999.

GLOSSÁRIO

Armador	Empresa proprietária do navio.
Berços	Cais de atracação dos navios.
<i>Hub ports</i>	Portos concentradores de carga.
Movimentação H/N	Número de movimentos, ou seja, carga ou descarga, de contêineres por hora por navio.
Pátio do terminal	Área ou pátio de armazenagem de contêineres.
Pilha de contêiner	Com o objetivo de armazenar um maior número de contêineres, os terminais empilham os contêineres no pátio. Cinco contêineres é o número máximo na pilha utilizado normalmente.
<i>Reach Stacker</i>	Máquina semelhante a um trator que possui um braço para carregar um contêiner.
Rebocador	Todo o navio para atracar nos terminais de contêineres necessitam de um rebocador para serem transportados da entrada do canal até o terminal.
<i>Round-trips</i>	Ciclo completo de escalas dos navios.
<i>Straddle Carrier</i>	Equipamento utilizado para movimentar contêineres no pátio.
Transtêiner	Guindaste para movimentar contêineres no pátio, pode ser usado sobre trilhos ou com pneus.

ANEXO 1: QUESTIONÁRIO PLANEJAMENTO DE CAPACIDADE

- ↪ Este instrumento tem o objetivo de coletar informações dos executivos dos Terminais de Containers, visando identificar o conjunto de variáveis de decisão que os executivos dos terminais de contêineres brasileiros utilizam no processo de gestão e planejamento de capacidade das operações.
- ↪ As informações referentes ao respondente e o terminal serão mantidos em total sigilo.
- ↪ A pesquisa durará menos de 10 minutos.
- ↪ Desde já, agradecemos a sua colaboração.

1. Pelo indicador “movimentação de container”, como você classifica o seu terminal?

- Menos de 40.000 containers/ano
- Mais de 40.000 e menos de 100.000 containers/ano
- Mais de 100.000 containers/ano

2. Qual é a sua função?

- Operacional
- Administrativo

3. Na sua percepção, quais as variáveis são importantes na elaboração do planejamento e utilização dos recursos disponíveis no Terminal, na gestão das operações de um navio (carga e descarga).

1	2	3	4	5	6	7
Menos importante			Importante			Mais importante

3.1. Variáveis relativas à capacidade do Berço:

	1	2	3	4	5	6	7
1. Média de containers por navio							
2. Número de berços							
3. Número de caminhões							
4. Número de guindastes							
5. Número de navios por ano							
6. Taxa de ocupação dos berços							
7. Tempo de espera para atracação							
8. Tempo médio de operação de navio							

3.2. Variáveis relativas à capacidade do Pátio:

	1	2	3	4	5	6	7
1. Layout do pátio							
2. Número (altura) de containers na pilha							
3. Número de caminhões							
4. Número de equipamentos no pátio							
5. Tamanho do pátio para containers							
6. Tempo do container de exportação no pátio							
7. Tempo do container de importação no pátio							
8. Tempo médio de operação de caminhões							
9. Tempo médio de operação dos equipamentos de pátio							
10. Tipos de containers							
11. Tipos de equipamentos de pátio							

4. Aponte, com base na listagem abaixo, quais as variáveis você considera mais relevante no processo de decisão no planejamento dos recursos.

Exemplo:

- | | |
|-----------------------------------|-------------------|
| 1. Número de containers por navio | (2 ^a) |
| 2. Número de berços | (4 ^a) |
| 3. Número de caminhões | (3 ^a) |
| 4. Número de guindastes | (1 ^a) |

4.1. Aponte no intervalo: 1 para o mais relevante a 8 para o menos relevante as variáveis relativas à capacidade do Berço:

- | | |
|-------------------------------------|-----|
| 1. Média de containers por navio | () |
| 2. Número de berços | () |
| 3. Número de caminhões | () |
| 4. Número de guindastes | () |
| 5. Número de navios por ano | () |
| 6. Taxa de ocupação dos berços | () |
| 7. Tempo de espera para atracação | () |
| 8. Tempo médio de operação de navio | () |

4.2. Aponte no intervalo: 1 para o mais relevante a 11 para o menos relevante as variáveis relativas à capacidade do Pátio:

- | | |
|---|-----|
| 1. Layout do pátio | () |
| 2. Número (altura) de containers na pilha | () |
| 3. Número de caminhões | () |
| 4. Número de equipamentos no pátio | () |
| 5. Tamanho do pátio para containers | () |

6. Tempo do container de exportação no pátio ()
 7. Tempo do container de importação no pátio ()
 8. Tempo médio de operação de caminhões ()
 9. Tempo médio de operação dos equipamentos de pátio ()
 10. Tipos de containers ()
 11. Tipos de equipamentos de pátio ()

5. Você planeja os recursos para operação de um navio baseado no conceito de terno?

- () Sim
 () Não

6. Se a resposta 5 = Sim, responda: Quais os componentes e recursos (máquinas, equipamentos e pessoal) envolvidos no terno?

7. Como é realizado o processo de decisão de definição do terno?

- () Experiência da área operacional;
 () A decisão é em grupo envolvendo experiência dos executivos;
 () Outra. Qual? _____

8. Sua empresa possui algum tipo de ferramenta (software, sistemas ou planejamento) para a definição dos recursos a serem alocados na operação de um navio?

- () Sim Qual? _____
 () Não

9. Se a resposta 8 = Sim, responda: Na sua opinião, qual o impacto do uso do sistema de informação apontado na questão 8 no planejamento da capacidade das operações do navio?

1	2	3	4	5	6	7
Menos importante			Importante			Mais importante

10. Descreva quais os recursos (variáveis) que você considera importante na formulação do processo de decisão nas operações que envolvem a carga e descarga de um navio:

ANEXO 2: DADOS COLETADOS

- Dados 2002

Terminais	G	B	Área	F	E	TEU	M. H/N
Suape	2	2	18.000	120	7	108.958	17
Tecon Salvador	3	2	74.000	250	5	105.866	24
TVV	4	2	100.000	273	8	122.655	25
Multi-Rio	2	2	90.000	257	8	150.771	25
Terminal 1	3	2	140.000	220	8	127.235	36
Sepetiba	4	2	400.000	238	7	20.223	23
Santos Brasil	6	3	366.000	500	20	436.354	36
Libra T37	5	5	164.000	611	20	470.205	40
TCP - Paranaguá	2	2	210.000	149	10	249.600	22
Teconvi	2	1	32.000	155	15	308.000	15
Tecon Rio Grande	4	2	200.000	414	7	444.144	30
São Francisco	2	3	80.000	209	8	258.826	20
Tecondi	2	1	32.000	262	4	69.296	28
Rio Cubatão	2	1	90.000	200	8	155.478	35
Pecém	2	2	380.000	200	3	30.020	20
Terminal 1 y 2	5	6	200.000	372	17	256.000	29
Terminal 3	4	3	85.000	133	5	47.800	28
Terminal 4	5	3	110.500	150	14	39.900	17
Terminal 5	4	4	215.000	318	16	139.100	30
Exolgan	4	5	45.000	276	19	262.896	35
Zarate	2	1	115.000	59	3	26.427	22
Cuenca della Plata	2	1	12.000	30	18	85.278	29
Montecon	3	4	80.000	30	17	207.682	28

Legenda: G = Número de Guindastes; B = Número de Berços; Área: Área do Terminal; F: Número de Funcionários; E: Número de Equipamentos de Pátio; TEU: Quantidade de TEU movimentados; M. H/N: Média de movimentos por hora por navio.

- Dados 2003

Terminais	G	B	A	F	E	TEUS	M. H/N
Suape	2	2	18.000	262	7	62.642	25
Tecon Salvador	4	2	74.000	282	5	155.507	27
TVV	4	2	100.000	264	8	143.564	27
Multi-Rio	2	2	90.000	338	8	157.297	25
Terminal 1	3	2	140.000	220	8	162.000	35
Sepetiba	4	2	400.000	347	9	42.000	30
Santos Brasil	7	3	440.000	980	20	651.300	39
Libra T37	5	5	164.000	595	20	532.988	40
TCP - Paranaguá	4	2	220.000	150	10	288.978	50
Teconvi	2	2	32.000	166	15	411.284	15
Tecon Rio Grande	5	2	220.000	608	10	542.639	33
São Francisco	2	3	80.000	300	8	281.057	15
Tecondi	2	2	100.000	280	6	117.462	34
Rio Cubatão	2	1	100.000	200	8	174.780	32
Pecém	2	2	380.000	160	4	67.155	32
Terminal 1 y 2	5	6	200.000	250	17	307.700	28
Terminal 3	4	3	85.000	110	5	66.500	25
Terminal 4	5	3	110.500	100	14	61.000	18
Terminal 5	4	4	215.000	200	16	155.500	28
Exolgan	4	5	45.000	250	19	306.446	30
Zarate	2	1	115.000	75	3	56.076	22
Cuenca della Plata	2	1	150.000	65	18	175.061	30
Montecon	3	4	150.000	100	17	158.810	27

Legenda: G = Número de Guindastes; B = Número de Berços; Área: Área do Terminal; F: Número de Funcionários; E: Número de Equipamentos de Pátio; TEU: Quantidade de TEU movimentados; M. H/N: Média de movimentos por hora por navio.

- Dados 2004

Terminais	G	B	A	F	E	TEUS	M. H/N
Suape	2	2	18.000	330	9	142.600	30
Tecon Salvador	4	2	74.000	307	8	162.056	36
TVV	4	2	100.000	298	9	188.000	32
Multi-Rio	2	2	180.000	389	8	150.932	25
Terminal 1	3	2	140.000	270	8	135.000	35
Sepetiba	4	2	400.000	568	12	135.000	40
Santos Brasil	7	3	484.000	1.050	29	855.000	40
Libra T37	5	5	164.000	650	20	649.385	50
TCP - Paranaguá	4	2	220.000	190	12	345.743	25
Teconvi	2	2	66.000	200	15	519.008	27
Tecon Rio Grande	5	2	220.000	658	12	612.058	47
São Francisco	2	3	111.000	215	10	305.331	42
Tecondi	2	2	100.000	600	14	208.221	39
Rio Cubatão	2	1	200.000	208	8	139.000	32
Pecém	2	2	380.000	150	4	83.384	46
Terminal 1 y 2	5	6	200.000	350	17	305.640	30
Terminal 3	4	3	85.000	110	5	126.240	28
Terminal 4	5	3	110.500	90	14	71.880	20
Terminal 5	4	4	250.000	230	16	246.960	29
Exolgan	4	5	45.000	250	19	315.000	32
Zarate	2	1	118.000	70	3	35.000	25
Cuenca della Plata	3	1	150.000	65	19	225.307	30
Montecon	3	4	150.000	90	17	199.484	30

Legenda: G = Número de Guindastes; B = Número de Berços; Área: Área do Terminal; F: Número de Funcionários; E: Número de Equipamentos de Pátio; TEU: Quantidade de TEU movimentados; M. H/N: Média de movimentos por hora por navio.

ANEXO 3: RESULTADOS DEA

- 2002

Input/output radial model will be used

Constant returns to scale used

Table of efficiencies (radial)

38.41 TER4	47.53 SEP	48.51 TER5
57.04 T1Y2	65.74 TVV	70.13 SBR
81.44 MUL	81.50 T37	82.54 SAL
86.73 T01	90.52 EXOL	91.93 PEC
100.00 CUPL	100.00 MONT	100.00 RCU
100.00 SFR	100.00 SUA	100.00 TCP
100.00 TDI	100.00 TER3	100.00 TRG
100.00 TVI	100.00 ZARA	

Table of target values

Targets for Unit TER4 efficiency 38.41% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	5.0	2.5	50.2%	49.8%
-X2	3.0	1.6	46.4%	53.6%
-X3	110.5	61.3	44.5%	55.5%
-X4	150.0	83.2	44.5%	55.5%
-X5	14.0	7.8	44.5%	55.5%
+Y1	39.9	57.7	44.5%	69.2%
+Y2	17.0	24.6	44.5%	69.2%

Targets for Unit SEP efficiency 47.53% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	2.6	35.6%	64.4%
-X2	2.0	1.3	35.6%	64.4%
-X3	400.0	118.6	70.4%	29.6%
-X4	238.0	153.4	35.6%	64.4%
-X5	7.0	4.5	35.6%	64.4%
+Y1	20.2	56.5	179.2%	35.8%
+Y2	23.0	31.2	35.6%	73.8%

Targets for Unit TER5 efficiency 48.51% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	2.6	34.7%	65.3%
-X2	4.0	1.7	58.7%	41.3%

-X3	215.0	120.9	43.8%	56.2%
-X4	318.0	207.7	34.7%	65.3%
-X5	16.0	10.5	34.7%	65.3%
+Y1	139.1	187.3	34.7%	74.3%
+Y2	30.0	40.4	34.7%	74.3%

Targets for Unit T1Y2 efficiency 57.04% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	5.0	3.5	30.2%	69.8%
-X2	6.0	2.8	52.8%	47.2%
-X3	200.0	145.3	27.4%	72.6%
-X4	372.0	270.2	27.4%	72.6%
-X5	17.0	12.4	27.4%	72.6%
+Y1	256.0	326.0	27.4%	78.5%
+Y2	29.0	36.9	27.4%	78.5%

Targets for Unit TVV efficiency 65.74% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	2.0	49.6%	50.4%
-X2	2.0	1.0	49.6%	50.4%
-X3	100.0	79.3	20.7%	79.3%
-X4	273.0	216.6	20.7%	79.3%
-X5	8.0	6.3	20.7%	79.3%
+Y1	122.7	148.0	20.7%	82.9%
+Y2	25.0	30.2	20.7%	82.9%

Targets for Unit SBR efficiency 70.13% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	6.0	4.9	17.6%	82.4%
-X2	3.0	2.5	17.6%	82.4%
-X3	366.0	208.1	43.1%	56.9%
-X4	500.0	412.2	17.6%	82.4%
-X5	20.0	16.5	17.6%	82.4%
+Y1	436.4	513.0	17.6%	85.1%
+Y2	36.0	42.3	17.6%	85.1%

Targets for Unit MUL efficiency 81.44% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	1.8	10.2%	89.8%
-X2	2.0	1.4	29.4%	70.6%
-X3	90.0	78.2	13.1%	86.9%
-X4	257.0	181.9	29.2%	70.8%
-X5	8.0	7.2	10.2%	89.8%
+Y1	150.8	166.2	10.2%	90.7%
+Y2	25.0	27.6	10.2%	90.7%

Targets for Unit T37 efficiency 81.50% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	5.0	4.5	10.4%	89.6%

-X2	5.0	4.5	10.2%	89.8%
-X3	164.0	147.3	10.2%	89.8%
-X4	611.0	464.4	24.0%	76.0%
-X5	20.0	18.0	10.2%	89.8%
+Y1	470.2	518.1	10.2%	90.8%
+Y2	40.0	44.1	10.2%	90.8%

Targets for Unit SAL efficiency 82.54% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	3.0	2.1	31.2%	68.8%
-X2	2.0	1.0	48.4%	51.6%
-X3	74.0	66.9	9.6%	90.4%
-X4	250.0	226.1	9.6%	90.4%
-X5	5.0	4.5	9.6%	90.4%
+Y1	105.9	116.0	9.6%	91.3%
+Y2	24.0	26.3	9.6%	91.3%

Targets for Unit T01 efficiency 86.73% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	3.0	2.7	9.0%	91.0%
-X2	2.0	1.4	31.8%	68.2%
-X3	140.0	130.1	7.1%	92.9%
-X4	220.0	204.4	7.1%	92.9%
-X5	8.0	7.4	7.1%	92.9%
+Y1	127.2	136.3	7.1%	93.4%
+Y2	36.0	38.6	7.1%	93.4%

Targets for Unit EXOL efficiency 90.52% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	3.8	5.0%	95.0%
-X2	5.0	2.9	41.6%	58.4%
-X3	45.0	42.8	5.0%	95.0%
-X4	276.0	262.3	5.0%	95.0%
-X5	19.0	18.1	5.0%	95.0%
+Y1	262.9	276.0	5.0%	95.3%
+Y2	35.0	36.7	5.0%	95.3%

Targets for Unit PEC efficiency 91.93% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	1.8	10.0%	90.0%
-X2	2.0	0.9	55.0%	45.0%
-X3	380.0	88.9	76.6%	23.4%
-X4	200.0	88.6	55.7%	44.3%
-X5	3.0	2.9	4.2%	95.8%
+Y1	30.0	31.3	4.2%	96.0%
+Y2	20.0	20.8	4.2%	96.0%

Targets for Unit CUPL efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%

-X2	1.0	1.0	0.0%	100.0%
-X3	12.0	12.0	0.0%	100.0%
-X4	30.0	30.0	0.0%	100.0%
-X5	18.0	18.0	0.0%	100.0%
+Y1	85.3	85.3	0.0%	100.0%
+Y2	29.0	29.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit MONT efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	3.0	3.0	0.0%	100.0%
-X2	4.0	4.0	0.0%	100.0%
-X3	80.0	80.0	0.0%	100.0%
-X4	30.0	30.0	0.0%	100.0%
-X5	17.0	17.0	0.0%	100.0%
+Y1	207.7	207.7	0.0%	100.0%
+Y2	28.0	28.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit RCU efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	1.0	1.0	0.0%	100.0%
-X3	90.0	90.0	0.0%	100.0%
-X4	200.0	200.0	0.0%	100.0%
-X5	8.0	8.0	0.0%	100.0%
+Y1	155.5	155.5	0.0%	100.0%
+Y2	35.0	35.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit SFR efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	3.0	3.0	0.0%	100.0%
-X3	80.0	80.0	0.0%	100.0%
-X4	209.0	209.0	0.0%	100.0%
-X5	8.0	8.0	0.0%	100.0%
+Y1	258.8	258.8	0.0%	100.0%
+Y2	20.0	20.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit SUA efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	18.0	18.0	0.0%	100.0%
-X4	120.0	120.0	0.0%	100.0%
-X5	7.0	7.0	0.0%	100.0%
+Y1	109.0	109.0	0.0%	100.0%
+Y2	17.0	17.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TCP efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
----------	--------	--------	---------	----------

-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	210.0	210.0	0.0%	100.0%
-X4	149.0	149.0	0.0%	100.0%
-X5	10.0	10.0	0.0%	100.0%
+Y1	249.6	249.6	0.0%	100.0%
+Y2	22.0	22.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TDI efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	1.0	1.0	0.0%	100.0%
-X3	32.0	32.0	0.0%	100.0%
-X4	262.0	262.0	0.0%	100.0%
-X5	4.0	4.0	0.0%	100.0%
+Y1	69.3	69.3	0.0%	100.0%
+Y2	28.0	28.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TER3 efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	4.0	0.0%	100.0%
-X2	3.0	3.0	0.0%	100.0%
-X3	85.0	85.0	0.0%	100.0%
-X4	133.0	133.0	0.0%	100.0%
-X5	5.0	5.0	0.0%	100.0%
+Y1	47.8	47.8	0.0%	100.0%
+Y2	28.0	28.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TRG efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	4.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	200.0	200.0	0.0%	100.0%
-X4	414.0	414.0	0.0%	100.0%
-X5	7.0	7.0	0.0%	100.0%
+Y1	444.1	444.1	0.0%	100.0%
+Y2	30.0	30.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TVI efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	1.0	1.0	0.0%	100.0%
-X3	32.0	32.0	0.0%	100.0%
-X4	155.0	155.0	0.0%	100.0%
-X5	15.0	15.0	0.0%	100.0%
+Y1	308.0	308.0	0.0%	100.0%
+Y2	15.0	15.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit ZARA efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
----------	--------	--------	---------	----------

-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	1.0	1.0	0.0%	100.0%
-X3	115.0	115.0	0.0%	100.0%
-X4	59.0	59.0	0.0%	100.0%
-X5	3.0	3.0	0.0%	100.0%
+Y1	26.4	26.4	0.0%	100.0%
+Y2	22.0	22.0	0.0%	100.0%

Input/output radial model will be used
Variable returns to scale used
Table of efficiencies (radial)

39.58 TER4	58.68 SEP	66.03 TER5
66.70 TVV	70.17 T1Y2	84.10 SAL
100.00 MUL	100.00 CUPL	100.00 EXOL
100.00 MONT	100.00 PEC	100.00 RCU
100.00 SBR	100.00 SFR	100.00 SUA
100.00 T01	100.00 T37	100.00 TCP
100.00 TDI	100.00 TER3	100.00 TRG
100.00 TVI	100.00 ZARA	

Table of target values

Targets for Unit TER4 efficiency 39.58% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	5.0	2.5	49.8%	50.2%
-X2	3.0	1.7	43.3%	56.7%
-X3	110.5	62.7	43.3%	56.7%
-X4	150.0	85.1	43.3%	56.7%
-X5	14.0	7.9	43.3%	56.7%
+Y1	39.9	62.5	56.7%	63.8%
+Y2	17.0	24.4	43.3%	69.8%

Targets for Unit SEP efficiency 58.68% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	2.5	38.0%	62.0%
-X2	2.0	1.5	26.0%	74.0%
-X3	400.0	99.6	75.1%	24.9%
-X4	238.0	176.0	26.0%	74.0%
-X5	7.0	5.2	26.0%	74.0%
+Y1	20.2	75.3	272.5%	26.8%
+Y2	23.0	29.0	26.0%	79.3%

Targets for Unit TER5 efficiency 66.03% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	2.9	26.4%	73.6%
-X2	4.0	2.0	49.0%	51.0%
-X3	215.0	129.8	39.6%	60.4%
-X4	318.0	252.9	20.5%	79.5%

-X5	16.0	9.2	42.7%	57.3%
+Y1	139.1	167.6	20.5%	83.0%
+Y2	30.0	36.1	20.5%	83.0%

Targets for Unit TVV efficiency 66.70% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	2.1	47.4%	52.6%
-X2	2.0	1.3	36.1%	63.9%
-X3	100.0	80.0	20.0%	80.0%
-X4	273.0	218.5	20.0%	80.0%
-X5	8.0	6.4	20.0%	80.0%
+Y1	122.7	147.2	20.0%	83.4%
+Y2	25.0	30.0	20.0%	83.4%

Targets for Unit T1Y2 efficiency 70.17% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	5.0	3.4	31.3%	68.7%
-X2	6.0	3.2	47.3%	52.7%
-X3	200.0	123.1	38.4%	61.6%
-X4	372.0	306.8	17.5%	82.5%
-X5	17.0	14.0	17.5%	82.5%
+Y1	256.0	300.9	17.5%	85.1%
+Y2	29.0	34.1	17.5%	85.1%

Targets for Unit SAL efficiency 84.10% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	3.0	2.2	28.0%	72.0%
-X2	2.0	1.3	33.7%	66.3%
-X3	74.0	67.6	8.6%	91.4%
-X4	250.0	228.4	8.6%	91.4%
-X5	5.0	4.6	8.6%	91.4%
+Y1	105.9	115.0	8.6%	92.0%
+Y2	24.0	26.1	8.6%	92.0%

Targets for Unit MUL efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	1.0	47.7%	52.3%
-X3	90.0	84.0	6.7%	93.3%
-X4	257.0	139.0	45.9%	54.1%
-X5	8.0	8.0	0.0%	100.0%
+Y1	150.8	150.8	0.0%	100.0%
+Y2	25.0	25.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit CUPL efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	1.0	1.0	0.0%	100.0%
-X3	12.0	12.0	0.0%	100.0%
-X4	30.0	30.0	0.0%	100.0%

-X5	18.0	18.0	0.0%	100.0%
+Y1	85.3	85.3	0.0%	100.0%
+Y2	29.0	29.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit EXOL efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	4.0	0.0%	100.0%
-X2	5.0	5.0	0.0%	100.0%
-X3	45.0	45.0	0.0%	100.0%
-X4	276.0	276.0	0.0%	100.0%
-X5	19.0	19.0	0.0%	100.0%
+Y1	262.9	262.9	0.0%	100.0%
+Y2	35.0	35.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit MONT efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	3.0	3.0	0.0%	100.0%
-X2	4.0	4.0	0.0%	100.0%
-X3	80.0	80.0	0.0%	100.0%
-X4	30.0	30.0	0.0%	100.0%
-X5	17.0	17.0	0.0%	100.0%
+Y1	207.7	207.7	0.0%	100.0%
+Y2	28.0	28.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit PEC efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	380.0	380.0	0.0%	100.0%
-X4	200.0	200.0	0.0%	100.0%
-X5	3.0	3.0	0.0%	100.0%
+Y1	30.0	30.0	0.0%	100.0%
+Y2	20.0	20.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit RCU efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	1.0	1.0	0.0%	100.0%
-X3	90.0	90.0	0.0%	100.0%
-X4	200.0	200.0	0.0%	100.0%
-X5	8.0	8.0	0.0%	100.0%
+Y1	155.5	155.5	0.0%	100.0%
+Y2	35.0	35.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit SBR efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	6.0	6.0	0.0%	100.0%
-X2	3.0	3.0	0.0%	100.0%
-X3	366.0	366.0	0.0%	100.0%
-X4	500.0	500.0	0.0%	100.0%

-X5	20.0	20.0	0.0%	100.0%
+Y1	436.4	436.4	0.0%	100.0%
+Y2	36.0	36.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit SFR efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	3.0	3.0	0.0%	100.0%
-X3	80.0	80.0	0.0%	100.0%
-X4	209.0	209.0	0.0%	100.0%
-X5	8.0	8.0	0.0%	100.0%
+Y1	258.8	258.8	0.0%	100.0%
+Y2	20.0	20.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit SUA efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	18.0	18.0	0.0%	100.0%
-X4	120.0	120.0	0.0%	100.0%
-X5	7.0	7.0	0.0%	100.0%
+Y1	109.0	109.0	0.0%	100.0%
+Y2	17.0	17.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit T01 efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	3.0	3.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	140.0	140.0	0.0%	100.0%
-X4	220.0	220.0	0.0%	100.0%
-X5	8.0	8.0	0.0%	100.0%
+Y1	127.2	127.2	0.0%	100.0%
+Y2	36.0	36.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit T37 efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	5.0	5.0	0.0%	100.0%
-X2	5.0	5.0	0.0%	100.0%
-X3	164.0	164.0	0.0%	100.0%
-X4	611.0	611.0	0.0%	100.0%
-X5	20.0	20.0	0.0%	100.0%
+Y1	470.2	470.2	0.0%	100.0%
+Y2	40.0	40.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TCP efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	210.0	210.0	0.0%	100.0%
-X4	149.0	149.0	0.0%	100.0%

-X5	10.0	10.0	0.0%	100.0%
+Y1	249.6	249.6	0.0%	100.0%
+Y2	22.0	22.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TDI efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	1.0	1.0	0.0%	100.0%
-X3	32.0	32.0	0.0%	100.0%
-X4	262.0	262.0	0.0%	100.0%
-X5	4.0	4.0	0.0%	100.0%
+Y1	69.3	69.3	0.0%	100.0%
+Y2	28.0	28.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TER3 efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	4.0	0.0%	100.0%
-X2	3.0	3.0	0.0%	100.0%
-X3	85.0	85.0	0.0%	100.0%
-X4	133.0	133.0	0.0%	100.0%
-X5	5.0	5.0	0.0%	100.0%
+Y1	47.8	47.8	0.0%	100.0%
+Y2	28.0	28.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TRG efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	4.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	200.0	200.0	0.0%	100.0%
-X4	414.0	414.0	0.0%	100.0%
-X5	7.0	7.0	0.0%	100.0%
+Y1	444.1	444.1	0.0%	100.0%
+Y2	30.0	30.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TVI efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	1.0	1.0	0.0%	100.0%
-X3	32.0	32.0	0.0%	100.0%
-X4	155.0	155.0	0.0%	100.0%
-X5	15.0	15.0	0.0%	100.0%
+Y1	308.0	308.0	0.0%	100.0%
+Y2	15.0	15.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit ZARA efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	1.0	1.0	0.0%	100.0%
-X3	115.0	115.0	0.0%	100.0%
-X4	59.0	59.0	0.0%	100.0%

-X5	3.0	3.0	0.0%	100.0%
+Y1	26.4	26.4	0.0%	100.0%
+Y2	22.0	22.0	0.0%	100.0%

- 2003

Input/output radial model will be used

Constant returns to scale used

Table of efficiencies (radial)

53.12 TER5	60.00 SEP	61.80 MONT
62.13 T1Y2	64.73 TER4	77.57 TVV
82.54 SBR	84.36 MUL	87.02 T37
88.04 T01	100.00 CUPL	100.00 EXOL
100.00 PEC	100.00 RCU	100.00 SAL
100.00 SFR	100.00 SUA	100.00 TCP
100.00 TDI	100.00 TER3	100.00 TRG
100.00 TVI	100.00 ZARA	

Table of target values

Targets for Unit TER5 efficiency 53.12% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	2.8	30.6%	69.4%
-X2	4.0	1.5	63.2%	36.8%
-X3	215.0	149.2	30.6%	69.4%
-X4	200.0	138.8	30.6%	69.4%
-X5	16.0	9.5	40.6%	59.4%
+Y1	155.5	203.1	30.6%	76.6%
+Y2	28.0	36.6	30.6%	76.6%

Targets for Unit SEP efficiency 60.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	3.0	25.0%	75.0%
-X2	2.0	1.5	25.0%	75.0%
-X3	400.0	165.8	58.6%	41.4%
-X4	347.0	168.8	51.4%	48.6%
-X5	9.0	6.8	25.0%	75.0%
+Y1	42.0	137.5	227.5%	30.5%
+Y2	30.0	37.5	25.0%	80.0%

Targets for Unit MONT efficiency 61.80% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	3.0	1.5	49.0%	51.0%
-X2	4.0	1.0	74.3%	25.7%
-X3	150.0	83.7	44.2%	55.8%
-X4	100.0	76.4	23.6%	76.4%
-X5	17.0	13.0	23.6%	76.4%

+Y1	158.8	196.3	23.6%	80.9%
+Y2	2.0	19.0	850.3%	10.5%

Targets for Unit T1Y2 efficiency 62.13% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	5.0	3.3	34.2%	65.8%
-X2	6.0	2.1	64.8%	35.2%
-X3	200.0	139.3	30.3%	69.7%
-X4	250.0	191.6	23.4%	76.6%
-X5	17.0	13.0	23.4%	76.6%
+Y1	307.7	379.6	23.4%	81.1%
+Y2	28.0	34.5	23.4%	81.1%

Targets for Unit TER4 efficiency 64.73% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	5.0	2.5	50.1%	49.9%
-X2	3.0	1.6	46.0%	54.0%
-X3	110.5	86.8	21.4%	78.6%
-X4	100.0	78.6	21.4%	78.6%
-X5	14.0	4.4	68.8%	31.2%
+Y1	61.0	97.3	59.4%	62.7%
+Y2	18.0	21.9	21.4%	82.4%

Targets for Unit TVV efficiency 77.57% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	3.0	25.1%	74.9%
-X2	2.0	1.7	12.6%	87.4%
-X3	100.0	87.4	12.6%	87.4%
-X4	264.0	230.7	12.6%	87.4%
-X5	8.0	7.0	12.6%	87.4%
+Y1	143.6	161.7	12.6%	88.8%
+Y2	27.0	30.4	12.6%	88.8%

Targets for Unit SBR efficiency 82.54% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	7.0	6.3	9.6%	90.4%
-X2	3.0	2.7	9.6%	90.4%
-X3	440.0	270.9	38.4%	61.6%
-X4	980.0	757.1	22.7%	77.3%
-X5	20.0	14.4	28.0%	72.0%
+Y1	651.3	713.6	9.6%	91.3%
+Y2	39.0	42.7	9.6%	91.3%

Targets for Unit MUL efficiency 84.36% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	1.8	8.5%	91.5%
-X2	2.0	1.4	29.8%	70.2%
-X3	90.0	82.4	8.5%	91.5%
-X4	338.0	209.9	37.9%	62.1%
-X5	8.0	7.3	8.5%	91.5%

+Y1	157.3	170.6	8.5%	92.2%
+Y2	25.0	27.1	8.5%	92.2%

Targets for Unit T37 efficiency 87.02% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	5.0	4.7	6.9%	93.1%
-X2	5.0	3.5	30.5%	69.5%
-X3	164.0	152.6	6.9%	93.1%
-X4	595.0	495.5	16.7%	83.3%
-X5	20.0	18.6	6.9%	93.1%
+Y1	533.0	570.0	6.9%	93.5%
+Y2	40.0	42.8	6.9%	93.5%

Targets for Unit T01 efficiency 88.04% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	3.0	2.7	9.5%	90.5%
-X2	2.0	1.9	6.4%	93.6%
-X3	140.0	131.1	6.4%	93.6%
-X4	220.0	206.0	6.4%	93.6%
-X5	8.0	7.5	6.4%	93.6%
+Y1	162.0	173.8	7.3%	93.2%
+Y2	35.0	37.2	6.4%	94.0%

Targets for Unit CUPL efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	1.0	1.0	0.0%	100.0%
-X3	150.0	150.0	0.0%	100.0%
-X4	65.0	65.0	0.0%	100.0%
-X5	18.0	18.0	0.0%	100.0%
+Y1	175.1	175.1	0.0%	100.0%
+Y2	30.0	30.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit EXOL efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	4.0	0.0%	100.0%
-X2	5.0	5.0	0.0%	100.0%
-X3	45.0	45.0	0.0%	100.0%
-X4	250.0	250.0	0.0%	100.0%
-X5	19.0	19.0	0.0%	100.0%
+Y1	306.4	306.4	0.0%	100.0%
+Y2	30.0	30.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit PEC efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	380.0	380.0	0.0%	100.0%
-X4	160.0	160.0	0.0%	100.0%
-X5	4.0	4.0	0.0%	100.0%

+Y1	67.2	67.2	0.0%	100.0%
+Y2	32.0	32.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit RCU efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	1.0	1.0	0.0%	100.0%
-X3	100.0	100.0	0.0%	100.0%
-X4	200.0	200.0	0.0%	100.0%
-X5	8.0	8.0	0.0%	100.0%
+Y1	174.8	174.8	0.0%	100.0%
+Y2	32.0	32.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit SAL efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	4.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	74.0	74.0	0.0%	100.0%
-X4	282.0	282.0	0.0%	100.0%
-X5	5.0	5.0	0.0%	100.0%
+Y1	155.5	155.5	0.0%	100.0%
+Y2	27.0	27.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit SFR efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	3.0	3.0	0.0%	100.0%
-X3	80.0	80.0	0.0%	100.0%
-X4	300.0	300.0	0.0%	100.0%
-X5	8.0	8.0	0.0%	100.0%
+Y1	281.1	281.1	0.0%	100.0%
+Y2	15.0	15.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit SUA efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	18.0	18.0	0.0%	100.0%
-X4	262.0	262.0	0.0%	100.0%
-X5	7.0	7.0	0.0%	100.0%
+Y1	62.6	62.6	0.0%	100.0%
+Y2	25.0	25.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TCP efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	4.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	220.0	220.0	0.0%	100.0%
-X4	150.0	150.0	0.0%	100.0%
-X5	10.0	10.0	0.0%	100.0%

+Y1	289.0	289.0	0.0%	100.0%
+Y2	50.0	50.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TDI efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	100.0	100.0	0.0%	100.0%
-X4	280.0	280.0	0.0%	100.0%
-X5	6.0	6.0	0.0%	100.0%
+Y1	117.5	117.5	0.0%	100.0%
+Y2	34.0	34.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TER3 efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	4.0	0.0%	100.0%
-X2	3.0	3.0	0.0%	100.0%
-X3	85.0	85.0	0.0%	100.0%
-X4	110.0	110.0	0.0%	100.0%
-X5	5.0	5.0	0.0%	100.0%
+Y1	66.5	66.5	0.0%	100.0%
+Y2	25.0	25.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TRG efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	5.0	5.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	220.0	220.0	0.0%	100.0%
-X4	608.0	608.0	0.0%	100.0%
-X5	10.0	10.0	0.0%	100.0%
+Y1	542.6	542.6	0.0%	100.0%
+Y2	33.0	33.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TVI efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	32.0	32.0	0.0%	100.0%
-X4	166.0	166.0	0.0%	100.0%
-X5	15.0	15.0	0.0%	100.0%
+Y1	411.3	411.3	0.0%	100.0%
+Y2	15.0	15.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit ZARA efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	1.0	1.0	0.0%	100.0%
-X3	115.0	115.0	0.0%	100.0%
-X4	75.0	75.0	0.0%	100.0%
-X5	3.0	3.0	0.0%	100.0%

+Y1	56.1	56.1	0.0%	100.0%
+Y2	22.0	22.0	0.0%	100.0%

Input/output radial model will be used

Variable returns to scale used

Table of efficiencies (radial)

53.57 TER5	61.70 SEP	67.41 T1Y2
71.22 MONT	77.80 TVV	83.36 TER4
88.47 T01	100.00 CUPL	100.00 EXOL
100.00 MUL	100.00 PEC	100.00 RCU
100.00 SAL	100.00 SBR	100.00 SFR
100.00 SUA	100.00 T37	100.00 TCP
100.00 TDI	100.00 TER3	100.00 TRG
100.00 TVI	100.00 ZARA	

Table of target values

Targets for Unit TER5 efficiency 53.57% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	2.8	30.2%	69.8%
-X2	4.0	1.5	63.0%	37.0%
-X3	215.0	150.0	30.2%	69.8%
-X4	200.0	139.5	30.2%	69.8%
-X5	16.0	11.2	30.2%	69.8%
+Y1	155.5	202.5	30.2%	76.8%
+Y2	28.0	36.5	30.2%	76.8%

Targets for Unit SEP efficiency 61.70% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	3.1	23.7%	76.3%
-X2	2.0	1.5	23.7%	76.3%
-X3	400.0	169.7	57.6%	42.4%
-X4	347.0	119.1	65.7%	34.3%
-X5	9.0	6.9	23.7%	76.3%
+Y1	42.0	183.0	335.8%	22.9%
+Y2	30.0	37.1	23.7%	80.9%

Targets for Unit T1Y2 efficiency 67.41% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	5.0	3.2	35.8%	64.2%
-X2	6.0	2.3	61.7%	38.3%
-X3	200.0	130.9	34.6%	65.4%
-X4	250.0	201.3	19.5%	80.5%
-X5	17.0	13.2	22.3%	77.7%
+Y1	307.7	367.6	19.5%	83.7%
+Y2	28.0	33.4	19.5%	83.7%

Targets for Unit MONT efficiency 71.22% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	3.0	2.0	33.3%	66.7%
-X2	4.0	1.2	71.1%	28.9%
-X3	150.0	123.5	17.7%	82.3%
-X4	100.0	83.2	16.8%	83.2%
-X5	17.0	14.1	16.8%	83.2%
+Y1	158.8	185.5	16.8%	85.6%
+Y2	17.0	25.8	91.4%	7.7%

Targets for Unit TVV efficiency 77.80% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	3.0	24.4%	75.6%
-X2	2.0	1.8	12.5%	87.5%
-X3	100.0	87.5	12.5%	87.5%
-X4	264.0	231.0	12.5%	87.5%
-X5	8.0	7.0	12.5%	87.5%
+Y1	143.6	161.5	12.5%	88.9%
+Y2	27.0	30.4	12.5%	88.9%

Targets for Unit TER4 efficiency 83.36% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	5.0	2.0	60.0%	40.0%
-X2	3.0	1.2	60.8%	39.2%
-X3	110.5	100.5	9.1%	90.9%
-X4	100.0	90.9	9.1%	90.9%
-X5	14.0	5.1	63.6%	36.4%
+Y1	61.0	118.2	93.8%	51.6%
+Y2	18.0	20.8	15.4%	86.6%

Targets for Unit T01 efficiency 88.47% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	3.0	2.8	6.1%	93.9%
-X2	2.0	1.9	6.1%	93.9%
-X3	140.0	131.4	6.1%	93.9%
-X4	220.0	206.5	6.1%	93.9%
-X5	8.0	7.5	6.1%	93.9%
+Y1	162.0	171.9	6.1%	94.2%
+Y2	35.0	37.1	6.1%	94.2%

Targets for Unit CUPL efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	1.0	1.0	0.0%	100.0%
-X3	150.0	150.0	0.0%	100.0%
-X4	65.0	65.0	0.0%	100.0%
-X5	18.0	18.0	0.0%	100.0%
+Y1	175.1	175.1	0.0%	100.0%
+Y2	30.0	30.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit EXOL efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	4.0	0.0%	100.0%
-X2	5.0	5.0	0.0%	100.0%
-X3	45.0	45.0	0.0%	100.0%
-X4	250.0	250.0	0.0%	100.0%
-X5	19.0	19.0	0.0%	100.0%
+Y1	306.4	306.4	0.0%	100.0%
+Y2	30.0	30.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit MUL efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	1.1	43.9%	56.1%
-X3	90.0	90.0	0.0%	100.0%
-X4	338.0	207.6	38.6%	61.4%
-X5	8.0	7.9	1.5%	98.5%
+Y1	157.3	161.1	2.4%	97.6%
+Y2	25.0	31.1	24.6%	80.3%

Targets for Unit PEC efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	380.0	380.0	0.0%	100.0%
-X4	160.0	160.0	0.0%	100.0%
-X5	4.0	4.0	0.0%	100.0%
+Y1	67.2	67.2	0.0%	100.0%
+Y2	32.0	32.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit RCU efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	1.0	1.0	0.0%	100.0%
-X3	100.0	100.0	0.0%	100.0%
-X4	200.0	200.0	0.0%	100.0%
-X5	8.0	8.0	0.0%	100.0%
+Y1	174.8	174.8	0.0%	100.0%
+Y2	32.0	32.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit SAL efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	4.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	74.0	74.0	0.0%	100.0%
-X4	282.0	282.0	0.0%	100.0%
-X5	5.0	5.0	0.0%	100.0%
+Y1	155.5	155.5	0.0%	100.0%
+Y2	27.0	27.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit SBR efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	7.0	7.0	0.0%	100.0%
-X2	3.0	3.0	0.0%	100.0%
-X3	440.0	440.0	0.0%	100.0%
-X4	980.0	980.0	0.0%	100.0%
-X5	20.0	20.0	0.0%	100.0%
+Y1	651.3	651.3	0.0%	100.0%
+Y2	39.0	39.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit SFR efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	3.0	3.0	0.0%	100.0%
-X3	80.0	80.0	0.0%	100.0%
-X4	300.0	300.0	0.0%	100.0%
-X5	8.0	8.0	0.0%	100.0%
+Y1	281.1	281.1	0.0%	100.0%
+Y2	15.0	15.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit SUA efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	18.0	18.0	0.0%	100.0%
-X4	262.0	262.0	0.0%	100.0%
-X5	7.0	7.0	0.0%	100.0%
+Y1	62.6	62.6	0.0%	100.0%
+Y2	25.0	25.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit T37 efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	5.0	5.0	0.0%	100.0%
-X2	5.0	5.0	0.0%	100.0%
-X3	164.0	164.0	0.0%	100.0%
-X4	595.0	595.0	0.0%	100.0%
-X5	20.0	20.0	0.0%	100.0%
+Y1	533.0	533.0	0.0%	100.0%
+Y2	40.0	40.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TCP efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	4.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	220.0	220.0	0.0%	100.0%
-X4	150.0	150.0	0.0%	100.0%
-X5	10.0	10.0	0.0%	100.0%
+Y1	289.0	289.0	0.0%	100.0%
+Y2	50.0	50.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TDI efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	100.0	100.0	0.0%	100.0%
-X4	280.0	280.0	0.0%	100.0%
-X5	6.0	6.0	0.0%	100.0%
+Y1	117.5	117.5	0.0%	100.0%
+Y2	34.0	34.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TER3 efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	4.0	0.0%	100.0%
-X2	3.0	3.0	0.0%	100.0%
-X3	85.0	85.0	0.0%	100.0%
-X4	110.0	110.0	0.0%	100.0%
-X5	5.0	5.0	0.0%	100.0%
+Y1	66.5	66.5	0.0%	100.0%
+Y2	25.0	25.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TRG efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	5.0	5.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	220.0	220.0	0.0%	100.0%
-X4	608.0	608.0	0.0%	100.0%
-X5	10.0	10.0	0.0%	100.0%
+Y1	542.6	542.6	0.0%	100.0%
+Y2	33.0	33.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TVI efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	32.0	32.0	0.0%	100.0%
-X4	166.0	166.0	0.0%	100.0%
-X5	15.0	15.0	0.0%	100.0%
+Y1	411.3	411.3	0.0%	100.0%
+Y2	15.0	15.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit ZARA efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	1.0	1.0	0.0%	100.0%
-X3	115.0	115.0	0.0%	100.0%
-X4	75.0	75.0	0.0%	100.0%
-X5	3.0	3.0	0.0%	100.0%
+Y1	56.1	56.1	0.0%	100.0%
+Y2	22.0	22.0	0.0%	100.0%

- 2004

Input/output radial model will be used

Constant returns to scale used

Table of efficiencies (radial)

44.77 MONT	52.17 TER5	53.46 T1Y2
67.76 MUL	68.55 SEP	70.34 TER4
83.56 TCP	85.78 TVV	86.75 T01
90.56 T37	100.00 TRG	100.00 CUPL
100.00 EXOL	100.00 PEC	100.00 RCU
100.00 SAL	100.00 SBR	100.00 SFR
100.00 SUA	100.00 TDI	100.00 TER3
100.00 TVI	100.00 ZARA	

Table of target values

Targets for Unit MONT efficiency 44.77% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	3.0	1.6	45.6%	54.4%
-X2	4.0	1.0	74.6%	25.4%
-X3	150.0	92.8	38.1%	61.9%
-X4	90.0	55.7	38.1%	61.9%
-X5	17.0	8.6	49.3%	50.7%
+Y1	199.5	275.6	38.1%	72.4%
+Y2	3.0	13.6	354.9%	22.0%

Targets for Unit TER5 efficiency 52.17% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	2.7	31.4%	68.6%
-X2	4.0	2.7	31.8%	68.2%
-X3	250.0	171.4	31.4%	68.6%
-X4	230.0	157.7	31.4%	68.6%
-X5	16.0	11.0	31.4%	68.6%
+Y1	247.0	324.6	31.4%	76.1%
+Y2	29.0	38.1	31.4%	76.1%

Targets for Unit T1Y2 efficiency 53.46% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	5.0	2.3	53.7%	46.3%
-X2	6.0	2.6	57.2%	42.8%
-X3	200.0	139.4	30.3%	69.7%
-X4	350.0	243.9	30.3%	69.7%
-X5	17.0	11.8	30.3%	69.7%
+Y1	305.6	398.3	30.3%	76.7%
+Y2	30.0	39.1	30.3%	76.7%

Targets for Unit MUL efficiency 67.76% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	1.6	19.2%	80.8%
-X2	2.0	1.6	19.2%	80.8%
-X3	180.0	145.4	19.2%	80.8%
-X4	389.0	166.2	57.3%	42.7%
-X5	8.0	6.5	19.2%	80.8%
+Y1	150.9	179.9	19.2%	83.9%
+Y2	25.0	29.8	19.2%	83.9%

Targets for Unit SEP efficiency 68.55% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	3.2	20.2%	79.8%
-X2	2.0	1.6	18.7%	81.3%
-X3	400.0	277.6	30.6%	69.4%
-X4	568.0	250.6	55.9%	44.1%
-X5	12.0	9.8	18.7%	81.3%
+Y1	135.0	160.2	18.7%	84.3%
+Y2	40.0	47.5	18.7%	84.3%

Targets for Unit TER4 efficiency 70.34% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	5.0	2.9	41.6%	58.4%
-X2	3.0	1.8	41.2%	58.8%
-X3	110.5	91.3	17.4%	82.6%
-X4	90.0	74.3	17.4%	82.6%
-X5	14.0	8.8	37.0%	63.0%
+Y1	71.9	136.4	89.8%	52.7%
+Y2	20.0	23.5	17.4%	85.2%

Targets for Unit TCP efficiency 83.56% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	2.9	27.2%	72.8%
-X2	2.0	1.6	22.0%	78.0%
-X3	220.0	200.3	9.0%	91.0%
-X4	190.0	173.0	9.0%	91.0%
-X5	12.0	10.9	9.0%	91.0%
+Y1	345.7	376.7	9.0%	91.8%
+Y2	25.0	27.2	9.0%	91.8%

Targets for Unit TVV efficiency 85.78% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	3.6	10.8%	89.2%
-X2	2.0	1.8	7.7%	92.3%
-X3	100.0	92.3	7.7%	92.3%
-X4	298.0	275.2	7.7%	92.3%
-X5	9.0	8.3	7.7%	92.3%
+Y1	188.0	202.4	7.7%	92.9%
+Y2	32.0	34.4	7.7%	92.9%

Targets for Unit T01 efficiency 86.75% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	3.0	2.8	7.1%	92.9%
-X2	2.0	1.9	7.1%	92.9%
-X3	140.0	130.1	7.1%	92.9%
-X4	270.0	249.0	7.8%	92.2%
-X5	8.0	7.4	7.1%	92.9%
+Y1	135.0	144.6	7.1%	93.4%
+Y2	35.0	37.5	7.1%	93.4%

Targets for Unit T37 efficiency 90.56% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	5.0	4.5	9.4%	90.6%
-X2	5.0	3.1	38.6%	61.4%
-X3	164.0	155.9	5.0%	95.0%
-X4	650.0	585.7	9.9%	90.1%
-X5	20.0	19.0	5.0%	95.0%
+Y1	649.4	681.6	5.0%	95.3%
+Y2	50.0	52.5	5.0%	95.3%

Targets for Unit TRG efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	5.0	5.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	220.0	220.0	0.0%	100.0%
-X4	658.0	658.0	0.0%	100.0%
-X5	12.0	12.0	0.0%	100.0%
+Y1	612.1	612.1	0.0%	100.0%
+Y2	47.0	47.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit CUPL efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	3.0	3.0	0.0%	100.0%
-X2	1.0	1.0	0.0%	100.0%
-X3	150.0	150.0	0.0%	100.0%
-X4	65.0	65.0	0.0%	100.0%
-X5	19.0	19.0	0.0%	100.0%
+Y1	225.3	225.3	0.0%	100.0%
+Y2	30.0	30.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit EXOL efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	4.0	0.0%	100.0%
-X2	5.0	5.0	0.0%	100.0%
-X3	45.0	45.0	0.0%	100.0%
-X4	250.0	250.0	0.0%	100.0%
-X5	19.0	19.0	0.0%	100.0%
+Y1	315.0	315.0	0.0%	100.0%
+Y2	32.0	32.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit PEC efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	380.0	380.0	0.0%	100.0%
-X4	150.0	150.0	0.0%	100.0%
-X5	4.0	4.0	0.0%	100.0%
+Y1	83.4	83.4	0.0%	100.0%
+Y2	46.0	46.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit RCU efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	1.0	1.0	0.0%	100.0%
-X3	200.0	200.0	0.0%	100.0%
-X4	208.0	208.0	0.0%	100.0%
-X5	8.0	8.0	0.0%	100.0%
+Y1	139.0	139.0	0.0%	100.0%
+Y2	32.0	32.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit SAL efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	4.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	74.0	74.0	0.0%	100.0%
-X4	307.0	307.0	0.0%	100.0%
-X5	8.0	8.0	0.0%	100.0%
+Y1	162.1	162.1	0.0%	100.0%
+Y2	36.0	36.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit SBR efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	7.0	7.0	0.0%	100.0%
-X2	3.0	3.0	0.0%	100.0%
-X3	484.0	484.0	0.0%	100.0%
-X4	1.0	1.0	0.0%	100.0%
-X5	29.0	29.0	0.0%	100.0%
+Y1	855.0	855.0	0.0%	100.0%
+Y2	40.0	40.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit SFR efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	3.0	3.0	0.0%	100.0%
-X3	111.0	111.0	0.0%	100.0%
-X4	215.0	215.0	0.0%	100.0%
-X5	10.0	10.0	0.0%	100.0%
+Y1	305.3	305.3	0.0%	100.0%
+Y2	42.0	42.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit SUA efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	18.0	18.0	0.0%	100.0%
-X4	330.0	330.0	0.0%	100.0%
-X5	9.0	9.0	0.0%	100.0%
+Y1	142.6	142.6	0.0%	100.0%
+Y2	30.0	30.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TDI efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	100.0	100.0	0.0%	100.0%
-X4	600.0	600.0	0.0%	100.0%
-X5	14.0	14.0	0.0%	100.0%
+Y1	208.2	208.2	0.0%	100.0%
+Y2	39.0	39.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TER3 efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	4.0	0.0%	100.0%
-X2	3.0	3.0	0.0%	100.0%
-X3	85.0	85.0	0.0%	100.0%
-X4	110.0	110.0	0.0%	100.0%
-X5	5.0	5.0	0.0%	100.0%
+Y1	126.2	126.2	0.0%	100.0%
+Y2	28.0	28.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TVI efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	66.0	66.0	0.0%	100.0%
-X4	200.0	200.0	0.0%	100.0%
-X5	15.0	15.0	0.0%	100.0%
+Y1	519.0	519.0	0.0%	100.0%
+Y2	27.0	27.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit ZARA efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	1.0	1.0	0.0%	100.0%
-X3	118.0	118.0	0.0%	100.0%
-X4	70.0	70.0	0.0%	100.0%
-X5	3.0	3.0	0.0%	100.0%
+Y1	35.0	35.0	0.0%	100.0%
+Y2	25.0	25.0	0.0%	100.0%

Input/output radial model will be used
Variable returns to scale used
Table of efficiencies (radial)

52.37 TER5	53.56 T1Y2	81.55 MONT
82.46 SEP	86.10 TVV	86.43 TCP
91.25 TER4	92.09 T01	100.00 CUPL
100.00 EXOL	100.00 MUL	100.00 PEC
100.00 RCU	100.00 SAL	100.00 SBR
100.00 SFR	100.00 SUA	100.00 T37
100.00 TDI	100.00 TER3	100.00 TRG
100.00 TVI	100.00 ZARA	

Table of target values

Targets for Unit TER5 efficiency 52.37% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	2.7	31.3%	68.7%
-X2	4.0	2.6	34.5%	65.5%
-X3	250.0	171.9	31.3%	68.7%
-X4	230.0	158.1	31.3%	68.7%
-X5	16.0	11.0	31.3%	68.7%
+Y1	247.0	324.2	31.3%	76.2%
+Y2	29.0	38.1	31.3%	76.2%

Targets for Unit T1Y2 efficiency 53.56% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	5.0	2.5	49.9%	50.1%
-X2	6.0	2.6	56.4%	43.6%
-X3	200.0	139.5	30.2%	69.8%
-X4	350.0	244.2	30.2%	69.8%
-X5	17.0	11.9	30.2%	69.8%
+Y1	305.6	398.1	30.2%	76.8%
+Y2	30.0	39.1	30.2%	76.8%

Targets for Unit MONT efficiency 81.55% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	3.0	2.7	10.3%	89.7%
-X2	4.0	1.1	72.1%	27.9%
-X3	150.0	134.8	10.2%	89.8%
-X4	90.0	80.9	10.2%	89.8%
-X5	17.0	15.3	10.2%	89.8%
+Y1	199.5	219.8	10.2%	90.8%
+Y2	17.0	28.7	55.2%	10.5%

Targets for Unit SEP efficiency 82.46% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	3.6	9.6%	90.4%
-X2	2.0	1.8	9.6%	90.4%

-X3	400.0	259.2	35.2%	64.8%
-X4	568.0	434.7	23.5%	76.5%
-X5	12.0	9.1	24.4%	75.6%
+Y1	135.0	378.8	180.6%	35.6%
+Y2	40.0	43.8	9.6%	91.2%

Targets for Unit TVV efficiency 86.10% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	3.5	11.9%	88.1%
-X2	2.0	1.9	7.5%	92.5%
-X3	100.0	92.5	7.5%	92.5%
-X4	298.0	275.7	7.5%	92.5%
-X5	9.0	8.3	7.5%	92.5%
+Y1	188.0	202.0	7.5%	93.1%
+Y2	32.0	34.4	7.5%	93.1%

Targets for Unit TCP efficiency 86.43% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	2.3	42.9%	57.1%
-X2	2.0	1.9	7.3%	92.7%
-X3	220.0	85.3	61.2%	38.8%
-X4	190.0	176.2	7.3%	92.7%
-X5	12.0	11.1	7.3%	92.7%
+Y1	345.7	370.9	7.3%	93.2%
+Y2	25.0	27.3	9.1%	91.6%

Targets for Unit TER4 efficiency 91.25% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	5.0	2.8	43.6%	56.4%
-X2	3.0	1.8	40.0%	60.0%
-X3	110.5	105.4	4.6%	95.4%
-X4	90.0	85.9	4.6%	95.4%
-X5	14.0	4.1	70.6%	29.4%
+Y1	71.9	75.2	4.6%	95.6%
+Y2	20.0	26.3	31.5%	76.1%

Targets for Unit T01 efficiency 92.09% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	3.0	2.9	4.1%	95.9%
-X2	2.0	1.9	4.1%	95.9%
-X3	140.0	134.2	4.1%	95.9%
-X4	270.0	258.9	4.1%	95.9%
-X5	8.0	7.7	4.1%	95.9%
+Y1	135.0	159.0	17.8%	84.9%
+Y2	35.0	36.4	4.1%	96.0%

Targets for Unit CUPL efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	3.0	3.0	0.0%	100.0%
-X2	1.0	1.0	0.0%	100.0%

-X3	150.0	150.0	0.0%	100.0%
-X4	65.0	65.0	0.0%	100.0%
-X5	19.0	19.0	0.0%	100.0%
+Y1	225.3	225.3	0.0%	100.0%
+Y2	30.0	30.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit EXOL efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	4.0	0.0%	100.0%
-X2	5.0	5.0	0.0%	100.0%
-X3	45.0	45.0	0.0%	100.0%
-X4	250.0	250.0	0.0%	100.0%
-X5	19.0	19.0	0.0%	100.0%
+Y1	315.0	315.0	0.0%	100.0%
+Y2	32.0	32.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit MUL efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	180.0	180.0	0.0%	100.0%
-X4	389.0	146.6	62.3%	37.7%
-X5	8.0	6.0	25.3%	74.7%
+Y1	150.9	150.9	0.0%	100.0%
+Y2	25.0	36.6	46.5%	68.2%

Targets for Unit PEC efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	380.0	380.0	0.0%	100.0%
-X4	150.0	150.0	0.0%	100.0%
-X5	4.0	4.0	0.0%	100.0%
+Y1	83.4	83.4	0.0%	100.0%
+Y2	46.0	46.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit RCU efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	1.0	1.0	0.0%	100.0%
-X3	200.0	200.0	0.0%	100.0%
-X4	208.0	208.0	0.0%	100.0%
-X5	8.0	8.0	0.0%	100.0%
+Y1	139.0	139.0	0.0%	100.0%
+Y2	32.0	32.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit SAL efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	4.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%

-X3	74.0	74.0	0.0%	100.0%
-X4	307.0	307.0	0.0%	100.0%
-X5	8.0	8.0	0.0%	100.0%
+Y1	162.1	162.1	0.0%	100.0%
+Y2	36.0	36.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit SBR efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	7.0	7.0	0.0%	100.0%
-X2	3.0	3.0	0.0%	100.0%
-X3	484.0	484.0	0.0%	100.0%
-X4	1.0	1.0	0.0%	100.0%
-X5	29.0	29.0	0.0%	100.0%
+Y1	855.0	855.0	0.0%	100.0%
+Y2	40.0	40.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit SFR efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	3.0	3.0	0.0%	100.0%
-X3	111.0	111.0	0.0%	100.0%
-X4	215.0	215.0	0.0%	100.0%
-X5	10.0	10.0	0.0%	100.0%
+Y1	305.3	305.3	0.0%	100.0%
+Y2	42.0	42.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit SUA efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	18.0	18.0	0.0%	100.0%
-X4	330.0	330.0	0.0%	100.0%
-X5	9.0	9.0	0.0%	100.0%
+Y1	142.6	142.6	0.0%	100.0%
+Y2	30.0	30.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit T37 efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	5.0	5.0	0.0%	100.0%
-X2	5.0	5.0	0.0%	100.0%
-X3	164.0	164.0	0.0%	100.0%
-X4	650.0	650.0	0.0%	100.0%
-X5	20.0	20.0	0.0%	100.0%
+Y1	649.4	649.4	0.0%	100.0%
+Y2	50.0	50.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TDI efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%

-X3	100.0	100.0	0.0%	100.0%
-X4	600.0	600.0	0.0%	100.0%
-X5	14.0	14.0	0.0%	100.0%
+Y1	208.2	208.2	0.0%	100.0%
+Y2	39.0	39.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TER3 efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	4.0	4.0	0.0%	100.0%
-X2	3.0	3.0	0.0%	100.0%
-X3	85.0	85.0	0.0%	100.0%
-X4	110.0	110.0	0.0%	100.0%
-X5	5.0	5.0	0.0%	100.0%
+Y1	126.2	126.2	0.0%	100.0%
+Y2	28.0	28.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TRG efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	5.0	5.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	220.0	220.0	0.0%	100.0%
-X4	658.0	658.0	0.0%	100.0%
-X5	12.0	12.0	0.0%	100.0%
+Y1	612.1	612.1	0.0%	100.0%
+Y2	47.0	47.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit TVI efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X3	66.0	66.0	0.0%	100.0%
-X4	200.0	200.0	0.0%	100.0%
-X5	15.0	15.0	0.0%	100.0%
+Y1	519.0	519.0	0.0%	100.0%
+Y2	27.0	27.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit ZARA efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-X1	2.0	2.0	0.0%	100.0%
-X2	1.0	1.0	0.0%	100.0%
-X3	118.0	118.0	0.0%	100.0%
-X4	70.0	70.0	0.0%	100.0%
-X5	3.0	3.0	0.0%	100.0%
+Y1	35.0	35.0	0.0%	100.0%
+Y2	25.0	25.0	0.0%	100.0%

ANEXO 4: RESULTADOS BENCHMARKING

Terminal CCR - 2002	Tecon Suape	Teconvi	Tecon Rio Grande	São Francisco	Tecondi	Rio Cubatão	Terminal 3	Zarate	Cuenca del Plata	TCP – Paranaguá	Montecon
Pecém					0,175			0,724			
Exolgan	1,020	0,421			0,260	0,003			0,197		
TCP – Paranaguá											
Tecon Salvador			0,117		0,536	0,154		0,108			
Libra T1			0,033		0,120	0,637		0,542			
Libra T37		0,424	0,159	1,125	0,373						
Santos Brasil		0,658	0,635			0,108		0,438			
Multi-Rio				0,258		0,640					
Vila Velha	0,087				0,230	0,601		0,005			
Sepeitba Tecon					0,338	0,061		0,889			
Terminal 4						0,085	0,362	0,171	0,265		
Terminal 1 y 2			0,354	0,151		0,413					0,315
Terminal 5						0,942		0,138		0,052	0,117
Total	2	3	5	3	7	10	1	8	2	1	2

Terminais considerados ineficientes e seus “pares” (modelo CCR – 2002).

Terminal BCC - 2002	Tecon Suape	Tecon Rio Grande	São Francisco	Tecondi	Rio Cubatão	Terminal 3	Zarate	Cuenca del Plata	Libra Terminal 1	Libra Terminal 37	Montecon
Tecon Salvador		0,080	0,123	0,599	0,007		0,191				
Vila Velha		0,052	0,113	0,286	0,468		0,081				
Sepeitba Tecon				0,271		0,061	0,311		0,357		
Terminal 4	0,191			0,013		0,255	0,297	0,244			
Terminal 1 y 2		0,117			0,304					0,310	0,269
Terminal 5					0,250				0,653	0,097	
	1	3	2	4	4	2	4	1	2	2	1

Terminais considerados ineficientes e seus “pares” (modelo BCC – 2002).

Terminal CCR - 2003	Tecon Suape	Teconvi	Tecon Rio Grande	Tecondi	Rio Cubatão	Terminal 3	Zarate	Cuenca del Plata	Tecon Salvador	TCP – Paranáguá
Libra T1	0,158			0,358	0,011					0,415
Libra T37		0,791	0,302	0,508					0,136	
Santos Brasil		0,145	1,194		0,037					
Multi-Rio		0,128	0,016	0,369	0,379					
Vila Velha	0,229	0,022			0,209				0,359	0,159
Montecon		0,264						0,502		
Sepetiba Tecon					0,450		1,050			
Terminal 4						0,372				0,251
Terminal 1 y 2		0,494	0,055							0,506
Terminal 5	0,084				0,164			0,147		0,497
	3	6	4	3	6	1	1	2	2	5

Terminais considerados ineficientes e seus “pares” (modelo CCR – 2003).

Terminal BCC - 2003	Tecon Suape	Teconvi	Tecondi	Rio Cubatão	Terminal 3	Zarate	Cuenca del Plata	Tecon Salvador	Libra Terminal 37	TCP – Paranáguá
Libra T1	0,138		0,303	0,089	0,028	0,061		0,023		0,357
Vila Velha	0,181	0,021		0,287	0,037			0,360		0,114
Montecon		0,158				0,226	0,617			
Sepetiba Tecon				0,037		0,437				0,526
Terminal 4		0,175				0,825				
Terminal 1 y 2		0,444							0,099	0,456
Terminal 5		0,003		0,325	0,082		0,276			0,314
	2	5	1	4	3	4	2	2	1	5

Terminais considerados ineficientes e seus “pares” (modelo BCC – 2003).

Terminal CCR - 2004	Tecon Suape	Teconvi	Tecon Rio Grande	São Francisco	Tecondi	Rio Cubatão	Terminal 3	Zarate	Cuenca del Plata	Tecon Salvador	Santos Brasil	Pecém
TCP – Paranaguá		0,157	0,183								0,201	0,138
Tecon Salvador												
Libra T1	0,278		0,064	0,074	0,071			0,811				
Libra T37	0,427	0,621	0,487									
Multi-Rio		0,035	0,036	0,320		0,213						0,150
Vila Velha		0,098	0,054					0,188	0,014	0,670		
Montecon		0,278									0,154	
Sepeitaba Tecon						0,989		0,575				0,032
Terminal 4							0,475		0,339			
Terminal 1 y 2		0,387	0,072	0,469								0,121
Terminal 5				0,630			0,092	0,020			0,133	0,070
	2	6	6	4	1	2	2	4	2	1	3	5

Terminais considerados ineficientes e seus “pares” (modelo CCR – 2004).

Terminal BCC - 2004	Teconvi	Tecon Rio Grande	São Francisco	Tecondi	Rio Cubatão	Terminal 3	Zarate	Cuenca del Plata	Tecon Salvador	Santos Brasil	Pecém
TCP – Paranaguá	0,637	0,034				0,092	0,238				
Libra T1			0,144	0,078	0,100		0,126		0,438		0,113
Vila Velha	0,071	0,063	0,031				0,154	0,026	0,655		
Montecon	0,111						0,207	0,681		0,002	
Sepeitaba Tecon		0,538			0,192						0,269
Terminal 4						0,339	0,581	0,020			
Terminal 1 y 2	0,236	0,100	0,574							0,040	0,049
Terminal 5	0,059		0,556			0,068	0,125			0,123	0,069
	5	4	4	1	2	3	6	3	2	3	4

Terminais considerados ineficientes e seus “pares” (modelo BCC – 2004).

ANEXO 5: RESULTADOS REGRESSÃO TOBIT

Modelo BCC

EasyReg International [November 17, 2004]

Dependent variable:

Y = Eficiencia

Characteristics:

Eficiencia

First observation = 1

Last observation = 69

Number of usable observations: 69

Minimum value: 0.0000000E+000

Maximum value: 8.7500000E-001

Sample mean: 1.0657101E-001

This variable is nonnegative, with 48 zero values.

A Tobit model is therefore suitable

X variables:

X(1) = G

X(2) = B

X(3) = A

X(4) = F

X(5) = E

Tobit model:

$y = y^*$ if $y^* > 0$, $y = 0$ if $y^* \leq 0$, where $y^* = b'x + u$
with x the vector of regressors, b the parameter vector,
and u a $N(0, s^2)$ distributed error term.

Dependent variable:

Y = Eficiencia

Characteristics:

Eficiencia

First observation = 1

Last observation = 69

Number of usable observations: 69

Minimum value: 0.0000000E+000

Maximum value: 8.7500000E-001
 Sample mean: 1.0657101E-001
 This variable is nonnegative, with 48 zero values.
 A Tobit model is therefore suitable

X variables:

X(1) = G

X(2) = B

X(3) = A

X(4) = F

X(5) = E

Frequency of Y = 0: 69.57%

(48 out of 69)

Newton iteration successfully completed after 53 iterations

Last absolute parameter change = 0.0001

Last percentage change of the likelihood = -0.0196

Tobit model: $Y = \max(Y^*, 0)$, with

$Y^* = b(1)X(1) + \dots + b(6)X(6) + u$,

where u is distributed $N(0, s^2)$, conditional on the X variables.

Maximum likelihood estimation results:

Variable	ML estimates	(t-value)	[p-value]
x(1)=G	b(1)= 0.3235214	(5.0132)	[0.00000]
x(2)=B	b(2)= 0.0723013	(1.7949)	[0.05268]
x(3)=A	b(3)= 0.0000016	(2.6820)	[0.00732]
x(4)=F	b(4)= -0.0020444	(-4.3215)	[0.00002]
x(5)=E	b(5)= -0.0149443	(-1.5684)	[0.11678]
standard error of u	s= 0.4966044	(5.3211)	[0.00000]

[The p-values are two-sided and based on the normal approximation]

Log likelihood: -2.69344465821E+001

Pseudo R²: 0.33302

Sample size (n): 69

Modelo CCR

EasyReg International [November 17, 2004]

Dependent variable:

Y = Eficiencia

Characteristics:

Eficiencia

First observation = 1

Last observation = 69

Number of usable observations: 69

Minimum value: 0.0000000E+000
 Maximum value: 9.4800000E-001
 Sample mean: 1.7041739E-001
 This variable is nonnegative, with 37 zero values.
 A Tobit model is therefore suitable

X variables:

X(1) = G
 X(2) = B
 X(3) = A
 X(4) = F
 X(5) = E

Tobit model:

$y = y^*$ if $y^* > 0$, $y = 0$ if $y^* \leq 0$, where $y^* = b'x + u$
 with x the vector of regressors, b the parameter vector,
 and u a $N(0, s^2)$ distributed error term.

Dependent variable:

Y = Eficiencia

Characteristics:

Eficiencia
 First observation = 1
 Last observation = 69
 Number of usable observations: 69
 Minimum value: 0.0000000E+000
 Maximum value: 9.4800000E-001
 Sample mean: 1.7041739E-001
 This variable is nonnegative, with 37 zero values.
 A Tobit model is therefore suitable

X variables:

X(1) = G
 X(2) = B
 X(3) = A
 X(4) = F
 X(5) = E

Frequency of Y = 0: 53.62%

(37 out of 69)

Newton iteration successfully completed after 43 iterations

Last absolute parameter change = 0.0001

Last percentage change of the likelihood = 0.0073

Tobit model: $Y = \max(Y^*, 0)$, with

$Y^* = b(1)X(1) + \dots + b(6)X(6) + u$,

where u is distributed $N(0, s^2)$, conditional on the X variables.

Maximum likelihood estimation results:

Variable	ML estimates	(t-value)	[p-value]
x(1)=G	b(1)=	0.0795213 (2.6764)	[0.00744]
x(2)=B	b(2)=	0.1767337 (4.4890)	[0.00001]
x(3)=A	b(3)=	0.0000014 (2.9681)	[0.00300]
x(4)=F	b(4)=	-0.0004334 (-1.6802)	[0.04292]
x(5)=E	b(5)=	-0.0110248 (-1.3513)	[0.17661]
standard error of u	s=	0.4140161 (6.8677)	[0.00000]

[The p-values are two-sided and based on the normal approximation]

Log likelihood: -3.10333682704E+001

Pseudo R²: 0.29889

Sample size (n): 69

ANEXO 6: CARTA ABRATEC



ABRATEC
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS TERMINAIS
DE CONTÊINERES DE USO PÚBLICO

DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins, que o Sr. **Leonardo Ramos Rios**, Mestrando em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, participou da reunião do Grupo Técnico desta entidade, realizada em 1º de setembro de 2005, na cidade de Itajaí – Santa Catarina, ocasião em que fez a apresentação do seu trabalho sob o título “Análise da eficiência relativa das operações dos terminais de contêineres do Mercosul”.

Participaram da reunião, além do Presidente Executivo abaixo assinado, os Srs. David Simon, Diretor Geral do Terminal de Contêineres de Paranaguá S.A.; Romildo Bondan, Diretor do Tecon Rio Grande S.A.; Lucas Ardanza, Diretor de Operações do Tecon Suape S.A.; Henry Robinson, Diretor Técnico da Libra Terminais S.A.; Roberto Tórtima, Diretor Comercial da Santos Brasil S.A.; José Augusto Desordi Costa, Diretor do Terminal de Contêineres do Vale do Itajaí S.A.; Demir Lourenço Júnior, Diretor do Tecon Salvador S.A. e o Professor Antonio Carlos Gastaud Maçada.

Após a apresentação, os presentes foram unânimes em manifestar congratulações ao Mestrando Leonardo Rios, quanto à qualidade e objetivos do seu trabalho.

Rio de Janeiro, 08 de Setembro de 2005.

Sérgio Salomão
Presidente Executivo



ABRATEC
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS TÉCNICOS
DE CONTÊINERES DE USO PÚBLICO

REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO

REALIZADA EM 01/09/2005

LISTA DE PRESENÇA

EMPRESA	REPRESENTANTE	ASSINATURA
TECON RG	Romildo Bonzan	Romildo Bonzan
TECON-SUAPÉ	Lucas Aranza	[Signature]
LIDA TÉCNICAS	Henry J. Robinson	[Signature]
TECON SSA	Demir L. Júnior	[Signature]
TCP	DAVID SIMON	[Signature]
Campos Real	Roberto Tortina	[Signature]
ABRATEC	SÉRGIO SALONAO	[Signature]
TECON VI	JOSE AUGUSTO DOS SANTOS COSTA	[Signature]

ANEXO 7: QUESTIONÁRIO QUALITATIVO

1. Identifique que variáveis possuem dependência de outras variáveis do modelo desenvolvido?

2. Que ações administrativas e operacionais são estabelecidas para otimizar as variáveis do modelo e melhorar a eficiência:

a) Berço:

b) Guindaste:

c) Área do terminal:

d) Funcionários:

e) Equipamentos de Pátio:

3. Como obter resultados melhores de movimentação de TEUS e Movimentação H/N, sem aumentar os inputs?