



COPPE/UFRJ

AVALIAÇÃO DOS TERMINAIS QUE MOVIMENTAM
CONTÊINERES NO BRASIL ATRAVÉS DA
ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

Renato Leite Fernandes

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

Orientadores: Marcos Pereira Estellita Lins
Ângela Cristina Moreira da Silva

Rio de Janeiro
Setembro de 2010

AVALIAÇÃO DOS TERMINAIS QUE MOVIMENTAM
CONTÊINERES NO BRASIL ATRAVÉS DA
ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

Renato Leite Fernandes

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

Examinada por:

Prof. Marcos Pereira Estellita Lins, D.Sc.

Profª Ângela Cristina Moreira da Silva, D.Sc.

Prof. Gilberto Olympio Mota Fialho, D.Sc.

Prof. Jorge Tomioka, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
SETEMBRO DE 2010

Fernandes, Renato Leite

Avaliação dos terminais que movimentam Contêineres no Brasil através da Análise Envoltória de Dados/Renato Leite Fernandes. - Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010.

X, 143 p.; 29,7 cm.

Orientadores: Marcos Pereira Estelitta Lins

Ângela Cristina Moreira da Silva

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

Referências Bibliográficas: p. 126 - 131

1. Avaliação dos Portos Brasileiros

2. Análise Envoltória de Dados 3. Mapas Cognitivos

I. Lins, Marcos Pereira Estellita et al. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção.III. Título.

Aos meus pais Obadias e Calira,
a minha esposa Cristiane
e a minha filha Rebeca.

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores, Professor Marcos Pereira Estellita Lins e Professora Ângela Cristina Moreira da Silva, pela orientação de alto nível, pelo apoio e confiança no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Professor Jorge Tomioka , pela participação na banca de dissertação.

Ao Professor Gilberto Fialho pela participação na banca de dissertação e pelo apoio e incentivo à produção deste trabalho.

A todos os professores, funcionários e colegas do Programa de Engenharia de Produção da COPPE.

Aos companheiros e colegas de trabalho, em especial ao CMG Silva Roberto, CF Cleber Almeida e o ao engenheiro Hélio Valim pelo apoio e incentivo.

Aos meus pais e irmão pelos valores e ensinamento recebidos, bem como pelo amor sempre demonstrado.

A minha querida Rebeca pelo sorriso e alegria que me fazem feliz.

A minha amada Cristiane por seu amor e compreensão durante este tempo de estudo e dedicação.

Acima de tudo ao Deus Vivo, Pai do Senhor Jesus Cristo, a quem sirvo, e que tem me sustentado e orientado em cada momento do viver.

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

AVALIAÇÃO DOS TERMINAIS QUE MOVIMENTAM
CONTÊINERES NO BRASIL ATRAVÉS DA
ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS.

Renato Leite Fernandes

Setembro/ 2010

Orientadores: Marcos Pereira Estellita Lins
Ângela Cristina Moreira da Silva

Programa: Engenharia de Produção

Esta dissertação pretende avaliar a eficiência dos terminais que movimentam contêineres no Brasil utilizando a Análise Envoltória de Dados (DEA - *Data Envelopment Analysis*). Em geral, as cargas de maior valor agregado são transportadas por contêineres, sendo que essa forma de transportar mercadorias tem aumentado significativamente sua importância dentro do cenário comercial global. Neste trabalho são considerados os principais terminais nacionais e, visando uma comparação a nível internacional, também fazem parte do modelo dois modernos terminais chineses localizados em HongKong. De forma inovadora, os resultados DEA são analisados à luz de mapas cognitivos os quais foram elaborados a partir de entrevistas concedidas por alguns dos principais atores do setor contêiner. Tais mapas serviram para estruturar a problemática que gira em torno do transporte aquaviário a fim de subsidiar os resultados gerados pelo modelo matemático. Sendo assim, as conclusões alcançadas buscam, de uma forma consistente auxiliar, decisores em suas ações estratégicas.

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

EVALUATION OF BRAZILIAN SEAPORTS THAT
HANDLE CONTAINER THROUGH
DATA ENVELOPMENT ANALYSIS.

Renato Leite Fernandes

September/ 2010

Adivisor: Marcos Pereira Estellita Lins
Ângela Cristina Moreira da Silva

Department: Production Engineering

This dissertation aims to evaluate the efficiency of terminals that handle containers in Brazil using the Data Envelopment Analysis (DEA). In general, the cargos of higher value are shipped by container, and this way of transporting goods has significantly increased its importance within the global business scenario. This work has considered the main national container terminals and, seeking an international comparison, are also part of the model two Chinese modern terminals located in Hong Kong. Innovatively, the DEA results are analyzed under of cognitive maps which were compiled from interviews given by some of the major container sector players. These maps were used to structure the issue that revolves around the water transport in order to subsidize the results generated by mathematical model. Therefore, the conclusions reached aim, consistently, assist decision makers in their strategic actions.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais	1
1.2 Motivação e Objetivo	2
1.3 Estrutura do Texto	5

2 O SISTEMA PORTUÁRIO BRASILEIRO

2.1 Introdução	6
2.2 Histórico	6
2.2.1 Primeira Fase	7
2.2.2 Segunda Fase	8
2.2.3 Terceira Fase	10
2.3 Portos Nacionais	12
2.4 Terminais de Contêineres	13

3 METODOLOGIA

3.1 Introdução	16
3.2 Modelos DEA Clássicos	19
3.2.1 Modelo CCR	21
3.2.2 Modelo BCC	25
3.3 Considerações sobre os Modelos Clássicos	27
3.4 Ajuste do Modelo	29
3.4.1 Restrições aos Pesos – Entradas e Saídas Virtuais	29
3.4.2 Formulação Não Arquimediana	31

4 APLICAÇÕES DE DEA NO SETOR PORTUÁRIO

4.1 Revisão Bibliográfica	33
4.2 Aspectos Gerais	43
4.3 Definição das Variáveis	46
4.3.1 Inputs	47
4.3.2 Outputs	49
4.4 Orientação do Modelo	50

5 APLICANDO DEA AOS TERMINAIS BRASILEIROS

5.1 Introdução	52
5.2 Seleção das DMUs	52
5.3 Seleção das Variáveis	55
5.3.1 <i>Inputs</i>	55
5.3.2 <i>Outputs</i>	56
5.4 Dados	57
5.5 Orientação do modelo	58
5.6 Utilização dos Modelos DEA	58
5.6.1 Aplicando o Modelo CCR	59

5.6.1.1 Utilização das Restrições aos Pesos Virtuais	60
5.6.1.2 Os referenciais para o Modelo CCR	62
5.6.1.3 Estimativa de Movimentação para chegar à eficiência	62
5.6.1.4 Conclusões sobre o modelo CCR	64
5.6.2 Aplicando o Modelo BCC	64
5.6.2.1 Os Referenciais para o Modelo BCC	65
5.6.2.2 Análise Gráfica	67
5.6.2.3 Estimativa de Movimentação para chegar à eficiência	71
5.6.3 Escala de Eficiência	73
5.6.4 Terminais de HongKong	75
6 USO DE MAPAS COGNITIVOS NA ESTRUTURAÇÃO DO PROBLEMA PORTUÁRIO	
6.1 Introdução	80
6.2 Uso de Mapas Cognitivos	80
6.3 Construção dos Mapas Cognitivos	82
6.4 Perspectiva dos Entrevistados	85
6.4.1 Perspectiva do Armador	86
6.4.2 Perspectiva do Terminal	87
6.4.3 Perspectiva do Especialista em Infraestrutura Portuária	88
6.4.4 Perspectiva do Superintendente da Agência Reguladora	89
6.4.5 Perspectiva do Pesquisador	91
6.5 Mapa Agregado	92
6.5.1 Eixo do Transporte e Acesso ao Terminal	93
6.5.2 Eixo da Movimentação Dentro do Terminal	95
6.5.3 Eixo do Transporte Marítimo	98
7 ANÁLISE DOS RESULTADOS DEA À LUZ DOS MAPAS COGNITIVOS	
7.1 Introdução	101
7.2 Variáveis Oriundas do Mapa Agregado	102
7.3 Análise da Eficiência dos Terminais	105
7.3.1 Considerações a nível nacional	105
7.3.1.1 Região Norte	108
7.3.1.2 Região Nordeste	110
7.3.1.3 Região Sudeste	112
7.3.1.3.1 Terminal de Vila Velha (TVV)	112
7.3.1.3.2 Terminais Cariocas	113
7.3.1.3.3 Terminais Santistas	115
7.3.1.4 Região Sul	116
7.3.2 Considerações em relação aos terminais chineses	118
8 CONCLUSÕES	121
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	126

10 GLOSSÁRIO.....	132
--------------------------	------------

11 ANEXOS

Anexo 1: Análise de Sensibilidade – Pesos Virtuais	134
Anexo 2: Mapas Cognitivos Individuais	136
Anexo 3: Mapa Cognitivo Agregado	142

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

Quando em 1964 o sociólogo canadense Marshall McLuhan declarou que o Mundo estava se tornando uma “Aldeia Global”, ele antecipadamente previa as profundas mudanças que os novos processos tecnológicos estavam trazendo, reduzindo o Planeta às mesmas situações que ocorrem em uma aldeia.

Após mais de quatro décadas, a idéia de Aldeia Global nunca foi tão atual e dinâmica, principalmente quando se trata do comércio internacional.

Nesta época caracterizada pela globalização da produção e dos padrões de consumo, há uma tendência mundial de aumento do comércio marítimo e em especial do transporte de mercadorias por meio de contêineres. Essa modalidade de transporte marítimo fornece inúmeras vantagens técnicas e econômicas sobre os outros meios de transporte tradicionais.

Nesse contexto, os portos e terminais que movimentam contêineres executam um papel crucial para o comércio nacional e internacional, sendo a principal interface do transporte de mercadorias do mar para os mercados consumidores.

Em virtude do rápido desenvolvimento do transporte internacional e intermodal de contêineres, a estrutura de mercado em relação ao setor portuário tem sofrido grandes mudanças, onde o monopólio, que muitas vezes era baseado na localização geográfica do porto, tem dado espaço a uma feroz competição entre terminais vizinhos entre si.

Nessa atmosfera de grande competição, o setor portuário de movimentação de contêineres tem buscado aplicar seus recursos com mais eficiência, uma vez que a melhoria do desempenho é de essencial importância para a saúde e para a sobrevivência dos integrantes desse setor.

A avaliação de desempenho tem um importante papel para o desenvolvimento de qualquer organização porque ajuda a mover o sistema na direção desejável através de intervenções positivas dentro do próprio sistema. Dyson (2000) conclui que a avaliação

de desempenho tem um papel essencial na avaliação da produção porque pode definir particularidades tanto do estado atual do sistema quanto previsões para o seu futuro. Entretanto, a avaliação de desempenho deve ser bem específica, utilizando as informações mais reais e objetivas possíveis a fim de que não gere consequências indesejáveis como, por exemplo, conduzir o sistema para uma direção errada.

A avaliação dos terminais e portos que movimentam contêineres tem seguido as tendências mundiais de pesquisa da própria indústria. As abordagens que são mais amplamente utilizadas lançam mão de indicadores múltiplos de produtividade, uma vez que sendo os portos prestadores de serviço, atendem navios, carga e o transporte dessa carga para o mercado interno. Isto significa dizer que um porto ou terminal pode fornecer um serviço de operação de navios, com alto nível de satisfação ao cliente, ao mesmo tempo em que pode disponibilizar um péssimo serviço de desembarço alfandegário. Logo, constata-se que a avaliação de desempenho do setor portuário não deve estar veiculada somente a uma simples dimensão de medida.

1.2 Motivação e Objetivo

Ao se observar a dinâmica das relações comerciais globais, pode-se verificar que o interesse na análise da eficiência tem crescido de forma significativa. Como resultado disso, podemos naturalmente observar um maior desenvolvimento das técnicas disponíveis para medir o desempenho dos mais diversos setores e áreas de produção.

A onda de privatizações portuárias que ocorreu nas principais economias mundiais nas últimas décadas do século passado (MONIE e VIDAL, 2006) forneceu bastante demanda no que diz respeito à busca por indicadores confiáveis de eficiência, e o setor portuário não ficou de fora dessa tendência. Os últimos quinze anos foram amplamente produtivos em relação às pesquisas e estudos sobre a eficiência portuária, em especial à ligada aos terminais que movimentam contêineres.

No Brasil, um importante marco que mudou profundamente o setor portuário, trazendo a necessidade de um acompanhamento maior do desempenho portuário, foi a Lei nº 8.630/93, chamada “Lei de Modernização dos Portos”. Essa lei decretou

efetivamente a descentralização e o início da privatização dos portos brasileiros, dando origem à instituição de novos operadores portuários.

Uma das principais ferramentas existentes para medir eficiência dos operadores portuários é a utilização de fronteiras de eficiência. Este método conhecido como *frontier benchmarking* estabelece uma fronteira de desempenho eficiente baseada nas melhores práticas em um setor ou em uma amostra dele. Os ganhos de eficiência de uma empresa podem derivar de duas fontes: deslocamento da fronteira indicando ganho de eficiência no nível setorial e ganho de eficiência da própria firma em relação à própria fronteira.

Dentre os métodos mais utilizados para construção de uma fronteira de eficiência encontramos a Análise Envoltória de Dados (DEA – *Data Envelopment Analysis*), criada por CHARNES et al (1978), sendo um método não-paramétrico que se apresenta como uma boa ferramenta para realizar uma avaliação de desempenho multidimensional que busca refletir, da melhor forma possível, o nível de eficiência das unidades avaliadas. O método, em sua versão clássica, já é amplamente aplicado na análise de eficiência comparativa entre unidades homogêneas de produção.

De acordo com Lins (2000), pode-se destacar as seguintes características do método DEA:

- Difere dos métodos baseados em avaliação puramente econômica, que necessitam converter todos os inputs e outputs em unidades monetárias.
- Os índices de eficiência são baseados em dados reais (e não em fórmulas teóricas).
- Generaliza o método de Farrel, construindo um único output virtual e um único input virtual.
- É uma alternativa e um complemento aos métodos da análise da tendência central e análise custo benefício.
- Considera a possibilidade de que os “outliers” não representem apenas desvios em relação ao comportamento “médio”, mas possíveis *benchmarks* a serem estudados pelas demais DMUs (*Decision Making Units*).

- Ao contrário das abordagens paramétricas tradicionais, DEA otimiza cada observação individual com o objetivo de determinar uma fronteira linear por partes (“piece-wise linear”) que compreende o conjunto de DMUs Pareto-Eficiente.

Visto que, em geral, o transporte de carga por meio de contêineres possui características que proporcionam um melhor tratamento das variáveis dentro do modelo matemático de avaliação de desempenho, e que contêineres normalmente transportam as mercadorias de maior valor agregado dentro do modal marítimo, este trabalho aplica a metodologia DEA na avaliação dos terminais portuários brasileiros especializados na movimentação de contêineres.

De uma forma geral, os modelos DEA exprimem de forma pragmática os resultados obtidos, baseando-se somente nas relações matemáticas das variáveis utilizadas. Sendo um modelo matemático que perde poder de discriminação na medida em que o número de variáveis aumenta, possui limitações em relação à quantidade de variáveis que podem ser utilizadas.

Sendo assim, o modelo não utiliza todas as variáveis que envolvem o problema, sendo possível que em uma análise mais complexa não haja viabilidade em utilizar a quantidade de variáveis que possa refletir melhor a realidade.

Os conceitos de mapas cognitivos são utilizados para a elaboração de mapas que servem para estruturar o problema, buscando identificar as variáveis que são importantes para uma avaliação mais completa dos terminais, dentro de um conceito mais amplo de eficiência.

Portanto, o objetivo principal desta dissertação é de avaliar o desempenho dos terminais que movimentam contêineres no Brasil através da Análise Envoltória de Dados, utilizando mapas cognitivos para subsidiar os resultados obtidos pelo modelo matemático, gerando uma maior compreensão das diversas variáveis que influenciam o desempenho dos terminais brasileiros.

1.3 Estrutura do Texto

A dissertação será dividida em oito capítulos. O primeiro capítulo traz uma introdução geral na qual são tecidas as considerações iniciais, a motivação e os objetivos buscados.

O Capítulo 2 apresenta uma descrição atual do Sistema Portuário Brasileiro, suas características e a legislação que o regulamenta, dando-se ênfase ao setor que movimenta contêineres.

O Capítulo 3 discorre sobre os modelos DEA clássicos, apresentando a metodologia empregada na busca dos resultados relacionados à eficiência técnica.

O Capítulo 4 apresenta um levantamento dos estudos, internacionais e nacionais, que utilizaram DEA para avaliar o setor portuário, bem como uma detalhada revisão bibliográfica relacionada com as principais pesquisas sobre o assunto.

No Capítulo 5 é estudada a aplicação de DEA no setor portuário brasileiro, onde os modelos clássicos são utilizados em uma abordagem transversal, ou seja, pontual em relação ao tempo, utilizando os dados referentes ao ano de 2008. São abordadas conclusões relativas às características dos *Benchmarks* e apresentados *rankings* baseados nas eficiências obtidas pelos modelos.

No Capítulo 6 são aplicados mapas cognitivos para se estruturar a problemática que envolve o setor portuário contêiner nacional, onde diversas variáveis relevantes são identificadas.

O Capítulo 7 faz uma análise dos resultados gerados pelos modelos DEA a partir das diversas variáveis identificadas nos mapas cognitivos, onde se busca subsidiar os resultados de eficiência oriundos da programação matemática.

No Capítulo 8 são tecidas as conclusões do trabalho, em particular aquelas obtidas da análise dos resultados encontrados no Capítulo 7.

CAPÍTULO 2

O SISTEMA PORTUÁRIO BRASILEIRO

2.1 Introdução

Os portos representam a mais importante porta de entrada de mercadorias em um país. De acordo com a Secretaria Especial de Portos da Presidência da República - SEP/PR (2009), o setor portuário brasileiro movimenta anualmente cerca de 700 milhões de toneladas de mercadorias, respondendo por mais de 90% das exportações brasileiras.

Segundo a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), em média para o ano de 2008, levando-se em conta a natureza da carga, os granéis sólidos representaram 59%, os granéis líquidos representaram 27%, a carga containerizada representou 9% e a carga geral solta representou 5% do total movimentado, conforme pode-se observar na figura 2.1 (em porcentagem de toneladas).

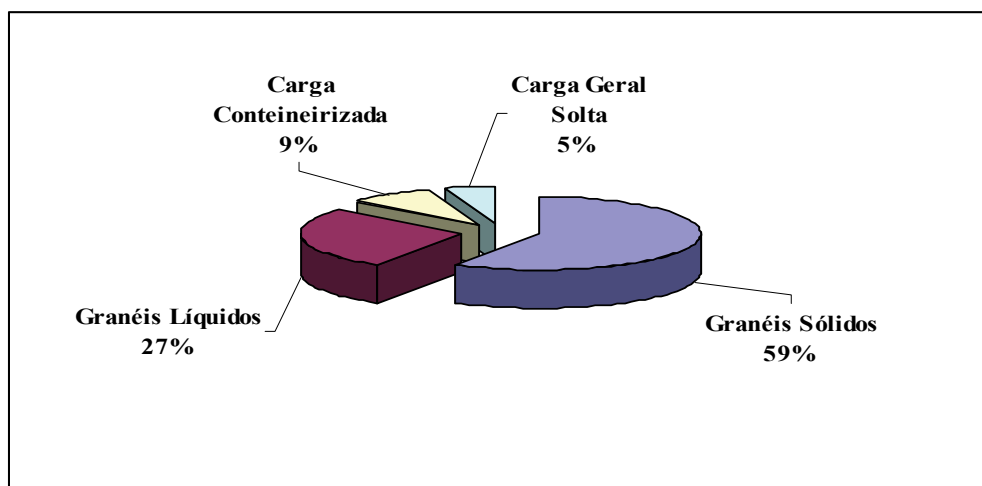


Figura 2.1 – Movimentação por Natureza de Carga (2008) Fonte: ANTAQ

2.2 Histórico

No Brasil, os portos surgiram como consequência do dinâmico movimento de exportação de matérias primas para a metrópole e importação de produtos portugueses, durante o período colonial.

Segundo Goularti Filho (2007), o surgimento dos diversos portos no litoral brasileiro está intimamente relacionado com a ocupação e o povoamento do território, pois o mar sempre foi um caminho natural e um elo entre a Colônia e a Coroa, e entre as várias vilas fundadas ao longo da costa brasileira.

Em 1808, a abertura dos portos às nações amigas, promovida pelo rei D. João VI, deu uma nova face ao comércio marítimo brasileiro, inserindo a então colônia no cenário do comércio internacional. Desde então, os portos assumiram uma importância crescente para o desenvolvimento nacional.

É possível observar três fases distintas do desenvolvimento portuário no país: a primeira abrangendo todo o período imperial até o início da República, a segunda entre a década de 1930 e o início dos anos 90, e a terceira do início da década de 1990 até o momento atual.

2.2.1 Primeira Fase

A abertura dos portos, como consequência da vinda da família real portuguesa para o Brasil, transformou profundamente as relações comerciais brasileiras e foi um marco importante para o processo de emancipação nacional que culminou com a declaração de independência em 1822.

De acordo com Goularti Filho (2007), durante o período colonial, os portos brasileiros eram de responsabilidade das Câmaras Municipais, contudo em 1820 a competência de todos os portos espalhados pelo litoral foi atribuída a um órgão governamental chamado Repartição da Marinha.

Com a independência, uma nova organização administrativa entrou em vigor e os portos passaram a ser de responsabilidade da Intendência dos Arsenais da Marinha, um órgão do Ministério da Marinha.

Em 1845, foi instituída a Capitania dos Portos, que se tornou responsável pelo policiamento e melhoramento dos portos.

Contudo, em 1869 foi editado o Decreto nº 1.746, que autorizava a concessão dos portos por 90 anos à iniciativa privada, cujo objetivo era permitir o financiamento privado de obras de expansão nos principais portos nacionais à época.

A Primeira República herdou um sistema portuário fragmentado e em precárias condições, com portos e trapiches espalhados ao longo da costa sem condições de suportar o aumento do fluxo de carga. Todos os portos, grandes e pequenos, necessitavam de melhoramentos.

Com base no decreto de concessão de 1869 e no decreto do contrato por administração de 1903, foram criadas várias companhias com a participação de empresários brasileiros, que tinham como objetivo construir e administrar os principais portos brasileiros.

De uma forma geral, essa fase que vai até as primeiras décadas do Século XX foi caracterizada pela expectativa quase exclusiva de investimentos do setor privado.

No final da década de 1920, fruto das grandes transformações econômicas geradas pela Primeira Grande Guerra Mundial, o panorama de investimentos nos portos começou a mostrar sinais de mudanças. Nessa época a economia brasileira passou por uma diversificação produtiva com o surgimento de setores industriais mais complexos e dinâmicos como cimento, ferro, aço, metal-mecânico, papel e celulose, produtos de borracha, químicos e frigoríficos, o que significava mais importações (SUZIGAN, 2000 apud GOULARTI FILHO 2007).

Para fazer frente a essa expansão da produção, e consequentemente uma maior movimentação de carga pelos portos, o governo começou a entender que os novos investimentos deveriam ser gerados pelo estado, pois não era mais possível esperar os investimentos da iniciativa privada.

2.2.2 Segunda Fase

Ainda segundo Goularti Filho (2007), a estrutura estatal que surgiu após a Revolução de 1930, além de ampliar a sua base de atuação, passou a centralizar de forma mais efetiva as atividades do setor portuário.

Um novo regime para os portos brasileiros foi criado a partir do Decreto nº 24.599, de 1934, o qual revogou as antigas leis de concessão promulgadas anteriormente, criando o Departamento Nacional de Portos e Navegação (DNPN). Nesse novo regime, os estados ou empresas privadas poderiam ser contratadas em um prazo de até 70 anos, visando o melhoramento e exploração dos portos.

O DNPN deu origem em 1943 ao Departamento Nacional de Portos, Rios e Canais (DNPRC), que em 1963 originou o DNPVN (Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis), o qual em 1975 foi transformado em Portobrás, uma empresa *holding*.

Com a criação da Portobrás, foi dado um importante passo para a integração do sistema portuário brasileiro. A empresa explorava o cais comercial como operador portuário e atuava ao mesmo tempo como autoridade portuária nacional, administrando os 35 principais portos comerciais do país por meio das companhias docas, que eram suas subsidiárias. A fiscalização dos portos sob concessões estaduais e os terminais privativos de empresas estatais e privadas também eram fiscalizados pela Portobrás.

Visando melhorar a situação da balança comercial nacional, os portos mais beneficiados inicialmente foram aqueles que estavam dentro dos corredores de exportação. Os portos ligados aos complexos siderúrgicos também foram aparelhados, já que os minérios também faziam parte da pauta de exportação. Também foram reaparelhados os portos que faziam parte da cadeia de suprimento de produtos ligados aos derivados de petróleo.

Após uma década de elevado crescimento econômico, os anos 80 foram marcados por uma acentuada crise econômica que teve como uma das suas conseqüências a considerável estagnação dos investimentos nos portos. Em contrapartida, a rápida introdução do contêiner como meio para transportar cargas de maior valor agregado exigia uma renovação e investimentos constantes dos elementos da infraestrutura portuária. A Portobrás efetivamente demonstrava impotência para solucionar os problemas portuários que enfrentava.

No final da década de 1980, muitos consideravam que a privatização dos portos seria a única saída para a modernização da infraestrutura portuária, e a eleição presidencial de 1989 foi decisiva nesse sentido.

Ao assumir a Presidência da República em março de 1990, o presidente Fernando Collor de Mello baixou a Medida Provisória nº 151 que, além de outras ações drásticas, extinguiu a Portobrás. Após aproximadamente 70 anos de gerenciamento estatal direto dos portos brasileiros, essa simples medida provisória desmontou toda a estrutura institucional desenvolvida nesses anos.

Com a extinção da Portobrás em 1990, o sistema portuário brasileiro passou por grave crise por conta da desordem administrativa gerada e pela acelerada deterioração da estrutura até então vigente. As obras foram paralisadas, as licitações foram suspensas e os projetos foram encerrados. Hierarquicamente, as companhias docas e os demais departamentos ficaram momentaneamente “soltos”, passando posteriormente para a subordinação do Departamento de Portos, dentro da Secretaria de Transportes, a qual fazia parte do Ministério da Infra-Estrutura.

2.2.3 Terceira Fase – O Sistema Atual

De acordo com Azevedo e Portugal (1998), a abertura comercial dos anos 1990 foi feita sem que os portos estivessem preparados para tamanho fluxo de mercadorias importadas e exportadas. A estrutura instituída para a administração portuária não fazia frente às grandes dificuldades e desafios do setor portuário.

Com o desmembramento do Ministério da Infra-Estrutura em 1993, os portos passaram a ser coordenados pelo Departamento Nacional de Transportes Aquaviários, um órgão do restaurado Ministério dos Transportes. A atuação desse departamento não acrescentou grandes melhorias em relação ao desenvolvimento dos portos.

Em 1993, uma importante mudança ocorreu: foi promulgada a lei nº 8.630, chamada de “Lei de Modernização dos Portos”, a qual, de uma forma geral, atribuiu à iniciativa privada uma ampla responsabilidade de investimentos, visando resolver parte dos problemas portuários.

A lei basicamente estabeleceu o seguinte:

a) criação da figura do operador portuário, que deriva da ampliação do direito à iniciativa privada de fazer as operações portuárias;

b) instituição do Conselho de Autoridade Portuária, o qual tem a função de decidir sobre as regras de funcionamento de cada porto;

c) criação da Administração Portuária, sob responsabilidade das companhias docas estatais; e

d) criação do Órgão Gestor da Mão-de-Obra (OGMO), entidade responsável em administrar o fornecimento da mão-de-obra do trabalhador portuário avulso.

Em 2001, a Lei nº 10.233 criou a ANTAQ, uma agência vinculada ao Ministério dos Transportes responsável pela regulação, controle tarifário, estudo e desenvolvimento do transporte hidroviário nacional. Suas áreas de atuação são a navegação fluvial e lacustre, os portos organizados, os terminais portuários privativos e o transporte aquaviário de cargas especiais e perigosas. Entretanto, essa autarquia não possui nenhuma capacidade de investimento.

Em 2007, a Medida Provisória nº 369/2007 criou a Secretaria Especial de Portos da Presidência da República (SEP/PR) com o objetivo de renovar o modelo de gestão do setor portuário brasileiro, no sentido de elevar o patamar de competitividade dos portos nacionais em relação aos portos mais eficientes do Mundo. Entre as atribuições e competência da Secretaria, visando assegurar a segurança e a eficiência do transporte aquaviário de cargas e de passageiros no país, está a formulação de políticas e diretrizes para o fomento do setor, além da execução de medidas, programas e projetos de apoio ao desenvolvimento da infraestrutura portuária, com investimentos orçamentários e do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC).

Ao se fazer um retrospecto, pode-se verificar que os problemas e desafios do setor portuário vêm de longa data. Segundo Goularti Filho (2007), o problema não reside na falta de uma lei, de uma nova autarquia ou de uma agência, o que falta são investimentos vultosos, pois os portos são estruturas gigantes. No decorrer da história do setor portuário brasileiro, os investimentos foram feitos, porém bem aquém das necessidades reais, ou seja, os problemas são temporariamente resolvidos ou minimizados, todavia, dada a velocidade do aumento do comércio externo, esses problemas retornam normalmente em um nível de complexidade ainda maior.

Assim como na primeira fase do desenvolvimento portuário nacional, a fase atual revela que novamente a expectativa dos investimentos está sob a responsabilidade do setor privado, o qual espera pelos recursos financeiros públicos para executar as obras mais urgentes.

2.3 Portos Nacionais

De acordo com a SEP/PR, O sistema portuário brasileiro é composto por 37 portos públicos, entre marítimos e fluviais. Desse total, 18 são delegados, concedidos ou tem sua operação autorizada à administração por parte dos governos estaduais e municipais. Os portos fluviais e lacustres são de competência do Ministério dos Transportes.

Existem ainda 42 terminais de uso privativo e três complexos portuários que operam sob concessão à iniciativa privada.

Ao todo, são sete Companhias Docas federais supervisionadas pela SEP/PR, assim distribuídas:

Companhia Docas do Pará (CDP) – que administra os portos de Belém, Santarém e Vila do Conde;

Companhia Docas do Ceará (CDC) - que administra o Porto de Fortaleza;

Companhia Docas do Rio Grande do Norte (Codern) – que administra os portos de Natal e Maceió, além do Terminal Salineiro de Areia Branca;

Companhia Docas do Estado da Bahia (Codeba) - que administra os portos de Salvador, Ilhéus e Aratu;

Companhia Docas do Espírito Santo (Codesa) - que administra os portos de Vitória e Barra do Riacho;

Companhia Docas do Rio de Janeiro (CDRJ) – que administra os portos do Rio de Janeiro, Niterói, Angra dos Reis e Itaguaí; e

Companhia Docas do Estado de São Paulo (Codesp) – que administra o Porto de Santos.

A figura 2.2 mostra os principais portos nacionais.

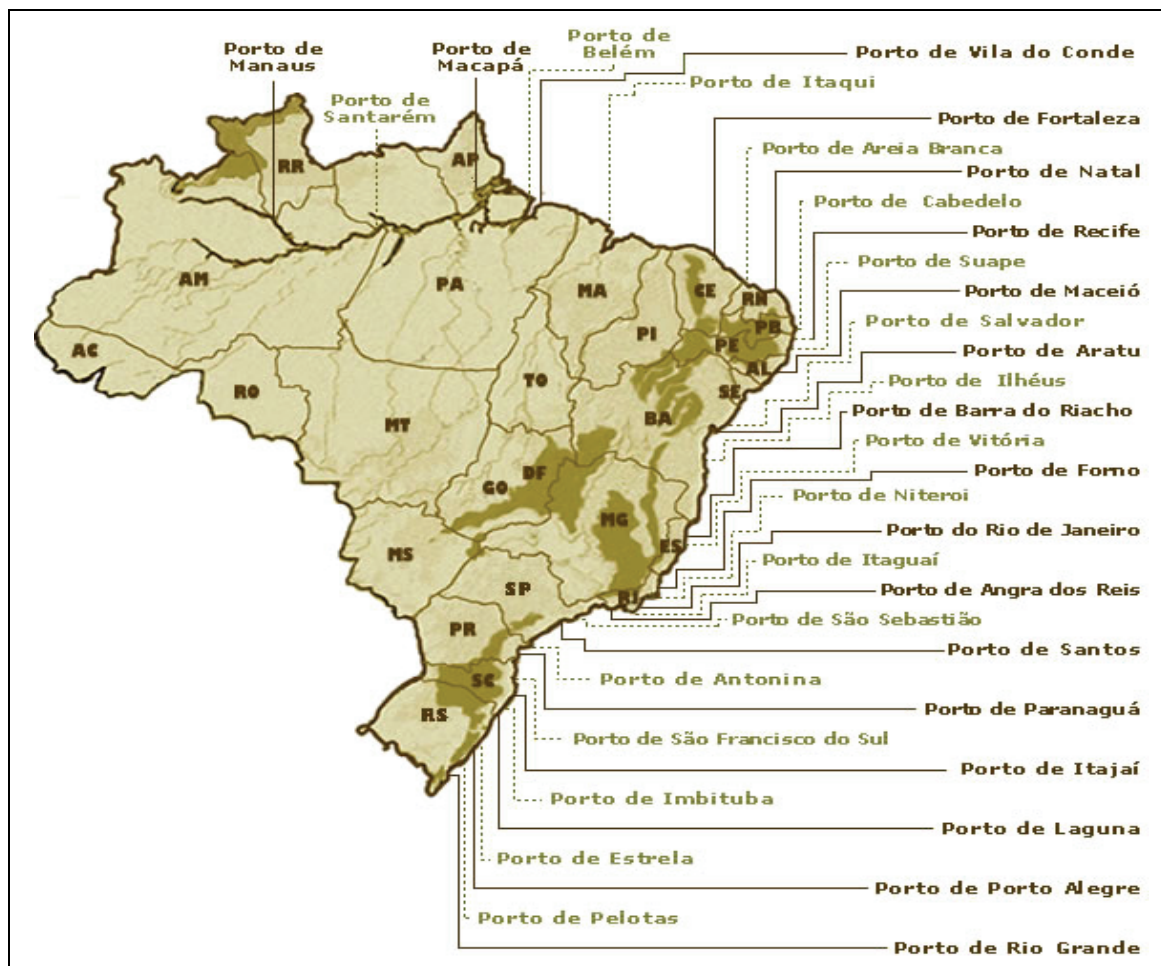


Figura 2.2 - Principais portos do Brasil. Fonte: SEP/PR

2.4 Terminais de Contêineres

Até o final da década de 1950, encher um navio cargueiro com mercadorias exigia centenas de estivadores e levava até uma semana de trabalho ininterrupto. A operação era extremamente ineficiente.

O transporte de carga por meio de contêineres tem como mentor o americano Malcom McLean, que em abril de 1956 foi responsável pela primeira viagem de carga containerizada da história, quando o navio *Ideal X* suspendeu do Porto de Newark, em Nova Jersey, com destino ao Porto de Houston, no Texas, carregando 58 contêineres.

Desde então, a caixa metálica se popularizou, e o transporte de mercadorias nunca mais foi o mesmo.

O impacto no comércio foi irreversível. O custo do frete caiu de 20% para 1% do valor final da mercadoria – uma queda de 95%. Os portos viram a produtividade avançar rapidamente a partir de 1970 e ajudaram a deslanchar o comércio global – as exportações mundiais cresceram 500% de 1980 até os dias atuais (GUANDALINI, 2007).

Segundo Hijjar (2006), o aumento da utilização de contêineres tem sido um dos principais fatores de estímulo ao transporte intermodal de cargas em todo o mundo. Através de sua utilização, a carga sai de sua origem e segue até seu destino final, podendo utilizar diferentes modais de transporte sem precisar ser manuseada ou fracionada. O uso do contêiner aumenta a eficiência no transbordo de carga, reduzindo o tempo gasto para a troca de modais de transporte.

Quanto da utilização do contêiner no Brasil, Santos foi o primeiro porto nacional a operar carga containerizada, quando em 1965 dois contêineres foram descarregados do navio MorMacdawn, vindo de Nova Iorque (EUA). Em agosto 1981 o primeiro terminal especializado de contêineres do país entrou em funcionamento: o Terminal de Contêineres de Santos.

Com a Lei de Modernização dos Portos de 1993, o setor portuário contêinerero passou por grandes mudanças. De acordo com Lacerda (2004), a partir de 1995, com as concessões de terminais portuários, a maior parte das operações de movimentação de contêineres nos portos passou a ser realizada por operadores privados. Foram arrendados à iniciativa privada, dentro das áreas dos portos organizados, terminais especializados na movimentação de contêineres nos portos de Rio Grande, Itajaí, Paranaguá, Santos, Sepetiba, Rio de Janeiro, Vitória, Salvador e Suape.

Na maior parte desses portos, existe apenas um arrendatário de terminal especializado na movimentação de contêineres. Em geral, os terminais arrendados dispõem de melhor estrutura para a movimentação de contêineres, sendo os de maior movimentação de carga no país.

A movimentação de contêineres em cais públicos continua sendo realizada em vários portos, como Santos, Manaus, Porto Velho, Fortaleza, Natal, Recife, Belém,

Cabedelo e Rio Grande. Todavia, normalmente o fluxo de contêineres é relativamente pequeno, e os embarques e desembarques muitas vezes são realizados com os equipamentos dos próprios navios, os quais ocupam espaços nas embarcações e reduzem a rentabilidade do transporte.

Quanto aos terminais arrendados contemplados por este trabalho, o Capítulo 5 trará informações mais específicas e detalhadas de suas localizações e características.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

3.1 Introdução

O setor portuário tem se desenvolvido bastante nos últimos anos, o que tem despertado o interesse crescente da comunidade acadêmica em relação à medição da eficiência das atividades produtivas dos portos. Este capítulo tratará especificamente da metodologia utilizada para a medição de eficiência dos terminais conteineros nacionais.

A Análise Envoltória de Dados (DEA - *Data Envelopment Analysis*) e a Análise da Fronteira Estocástica (SFA – *Stochastic Frontier Analysis*) são métodos que têm sido utilizados para estimar ou identificar a fronteira de desempenho eficiente da melhor prática em indústrias ou em uma amostra de empresas, e que vêm sendo cada vez mais utilizados como uma forma de abordagem holística que busca refletir melhor a realidade.

Essas técnicas possuem características que as tornam indicadas para a medição de desempenho dos portos e terminais que movimentam contêineres, utilizando fronteira por *benchmark*, chamadas *frontier benchmarking*.

A fronteira gerada pode ser classificada como uma função de produção, ou como uma função de custo. A fronteira de produção, que será o caso estudado, permite estimar a eficiência técnica. Esse tipo de fronteira é uma referência para a medida do desempenho de empresas, estabelecendo metas eficientes para cada unidade produtiva.

A Análise de Fronteira Estocástica é um método paramétrico que leva em conta aspectos de natureza estocástica na determinação da fronteira de eficiência. Nesse método é necessária a especificação de uma função de produção.

Já a Análise Envoltória de Dados é um método não-paramétrico que exige apenas a pressuposição de um número mínimo de regularidades sobre a tecnologia. Este método é amplamente aplicado na análise de eficiência comparativa entre unidades homogêneas de produção, denominadas Unidades de Tomada de Decisão (DMUs - *Decision Making Units*). Isto é, as unidades podem ser analisadas em conjunto, desde que usem as mesmas entradas (*inputs*) e produzam as mesmas saídas (*outputs*), com tecnologias similares de produção.

Além de permitir identificar uma fronteira de eficiência, esses métodos fornecem um escore para cada empresa analisada em relação à fronteira e possibilitam a avaliação da eficiência relativa de cada uma delas em relação à fronteira.

A Análise Envoltória, que será a ferramenta empregada neste trabalho, possui uma vantagem importante sobre os demais métodos: não requer a especificação de uma função de produção ou de custo, permitindo calcular e separar as eficiências alocativas e técnicas.

DEA foi inicialmente proposta por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) para avaliar e promover a eficiência no setor público, tendo sido utilizada pela primeira vez na avaliação de um programa educacional para estudantes diferenciados de escolas primárias norte-americanas, com apoio do governo federal daquele país. Essa técnica de construção de fronteiras de produção para unidades produtivas homogêneas empregando programação matemática produziu considerável interesse no setor acadêmico, e também foi rapidamente disseminada na avaliação da eficiência produtiva de organizações do setor privado, pertencentes aos mais variados segmentos sócio-econômicos.

As unidades produtivas (DMUs) podem ser organizações propriamente ditas, como também unidades internas de uma mesma organização, desde que utilizem processos tecnológicos semelhantes para transformar os mesmos insumos e recursos (*inputs*) em produtos e resultados semelhantes (*outputs*). Essas unidades têm sua eficiência dada pela razão ponderada da soma das saídas e entradas e são comparadas entre si identificando-se as unidades eficientes.

A eficiência relativa de uma organização é avaliada calculando-se a razão entre a produtividade observada dessa DMU_o e a maior produtividade observada no conjunto das DMUs sob análise. Em DEA, essa eficiência relativa visa construir fronteiras de eficiência, que separam as DMUs observadas em duas categorias: as eficientes, cujos planos de operação executados pertencem à fronteira de eficiência, e as ineficientes, cujos planos não estão na fronteira.

De acordo com a definição de Pareto-Koopmans (CHARNES *et al.*, 1985), uma organização é tecnicamente eficiente quando não for possível:

- Aumentar a quantidade de qualquer um dos produtos por ela gerado sem simultaneamente ser necessário reduzir a quantidade de outro produto gerado ou aumentar as quantidades dos insumos consumidos;
- Diminuir a quantidade de qualquer um dos insumos por ela consumido sem simultaneamente ser necessário aumentar a quantidade de outro insumo consumido ou diminuir as quantidades de produtos gerados.

Considerando que o objetivo de uma DMU ineficiente é passar a operar na fronteira de eficiência, DEA possibilita a identificação de alternativas para se atingir esse objetivo, gerando uma medida de eficiência relativa do plano de operação executado por cada organização em relação ao conjunto dos demais planos de operação observados.

Sendo assim, essa medida indica quais planos de operação executados estão sobre a fronteira de eficiência, podendo servir de referência para as organizações ineficientes. A Análise Envoltória de Dados também permite identificar as possíveis causas da ineficiência produtiva de um plano de operação e as ações corretivas para eliminar essa ineficiência.

Uma importante característica da metodologia DEA é que existe liberdade na escolha dos pesos dados aos *inputs* e *outputs* das unidades analisadas, de modo a se posicionarem o melhor possível na análise de eficiência. Isso gera frequentemente contradições com pareceres prévios ou informações adicionais disponíveis, por não considerarem fatores importantes de entrada ou saída e por permitirem que fatores de menor importância predominem. Variáveis importantes podem ser desprezadas (peso zero), o que seria inaceitável (SOLLERO, 2007).

3.2 Modelos DEA Clássicos

O estudo das medidas de eficiência baseado em técnicas não paramétricas teve início na década de 1950 com Farrel (CHARNES *et al.*, 1978). Ao invés de realizar uma comparação paramétrica com algum ideal inatingível, o autor defendeu a avaliação da medida de eficiência de uma firma comparando-a com o melhor nível de eficiência observado.

Segundo Farrel, a eficiência de uma firma podia ser avaliada por dois componentes: a eficiência técnica, que reflete a habilidade da firma em obter o máximo de produção, dado um conjunto de insumos, e eficiência alocativa, que reflete a habilidade da firma em utilizar os insumos em proporções ótimas, dados seus preços relativos. Essas duas medidas seriam combinadas para se obter uma medida de eficiência econômica total.

Farrel e Fieldhouse (apud SOLLERO, 2007) apresentaram uma métrica que considerava múltiplas entradas e múltiplas saídas e propuseram a construção de uma DMU eficiente “composta”, definida como a média ponderada das DMUs eficientes. Na literatura DEA, essa DMU composta é denominada de DMU “virtual”. As DMUs virtuais servem como pontos de referência para as DMUs ineficientes.

Com base nas análises de eficiência propostas por Farrel, Charnes, Cooper e Rhodes (1978) deram início ao estudo da abordagem não paramétrica para a análise de eficiência relativa de firmas com múltiplos insumos e produtos, denominando essa técnica de *Data Envelopment Analysis*.

De uma forma geral, a modelagem DEA tem os seguintes objetivos:

- Determinar a eficiência relativa das DMUs, comparando cada uma às demais unidades de produção da amostra;
- Identificar as origens e o nível de ineficiência relativa das DMUs, analisando matematicamente as dimensões atribuídas aos *inputs /output*; e
- Por meio da geração de alvos a serem atingidos, estabelecer estratégias de produção que maximizem a eficiência técnica das DMUs avaliadas e que corrijam as ineficiências existentes.

Existem duas formulações equivalentes para DEA:

- O Modelo do Envelope, que define uma região viável de produção e trabalha com a projeção de cada DMU na fronteira dessa região; e
- O modelo dos Multiplicadores, que trabalha com a razão de somas ponderadas de *inputs* e *outputs*, com a ponderação escolhida de forma mais favorável a cada DMU.

Ambas as formulações podem ser orientadas a *input* ou a *output*. Na orientação a *input* busca-se alcançar a fronteira eficiente minimizando as entradas e mantendo constante o nível das saídas observadas. Na orientação a *output*, para alcançar a fronteira eficiente maximizam-se as saídas mantendo constante o nível das entradas observadas.

Em DEA existem três etapas básicas que são necessárias à implementação do modelo (ANGULO MEZA, 1998):

- Definição e seleção das DMUs:

O conjunto de DMUs adotado deve ter a mesma utilização de entradas e saídas, variando apenas a intensidade. O conjunto deve ser homogêneo, isto é, realizar as mesmas tarefas, com os mesmos objetivos, trabalhar nas mesmas condições de mercado e ter autonomia na tomada de decisões.

- Seleção de Variáveis:

A escolha das variáveis de entrada e saída relevantes à determinação da eficiência relativa das DMUs deve ser feita a partir de uma ampla lista de possibilidades. Ao considerar um maior número de variáveis, é possível obter um maior conhecimento sobre as DMUs, explicando melhor suas diferenças.

- Escolha e aplicação do modelo:

Os modelos DEA mais conhecidos são o CCR (CHARNES, COOPER E RHODES, 1978), também conhecido como CRS (*Constant Return of Scale* – Retorno de Escala Constante), e o modelo BCC (BANKER, CHARNES E COOPER, 1984), também conhecido como VRS (*Variable Return of Scale* – Retorno de Escala Variável). Esses modelos são considerados clássicos e serão abordados a seguir.

3.2.1 Modelo CCR

O Modelo CCR tem a característica de construir uma superfície linear por partes, não paramétrica, envolvendo os dados, trabalhando com retornos constantes de escala, isto é, para qualquer variação nas entradas (*inputs*), é produzida uma variação proporcional nas saídas (*outputs*).

Nesse modelo, cada DMU tem liberdade para escolher seu próprio conjunto de multiplicadores, com o objetivo de se situar o melhor possível em relação às demais unidades. Logo, cada DMU tem liberdade de atribuir os pesos para cada variável da forma que lhe for mais vantajosa, buscando maximizar a eficiência.

A eficiência com a participação de múltiplos *inputs* e *outputs* é definida como a relação entre a soma ponderada dos *outputs* (saídas virtuais) e a soma ponderada dos *inputs* (entradas virtuais):

$$Eficiência = \frac{\text{soma ponderada das saídas}}{\text{soma ponderada das entradas}}$$

Considerando que existem n DMUs a serem avaliadas, cada uma com m entradas e s saídas e assumindo retorno constante de escala, a medida de eficiência relativa é:

$$Eficiência DMU_j = \frac{\sum_{r=1}^s w_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m f_i x_{ij}}$$

Onde:

$r = 1, \dots, s$

$i = 1, \dots, m$

$j = 1, \dots, n$

y_{rj} = saída r produzida pela DMU j

x_{ij} = entrada i utilizada pela DMU j

w_r = peso dado a saída r

f_i = peso dado a entrada i

(3.1)

O nível de eficiência relativa para uma DMU_o testada é obtido resolvendo-se o modelo de programação fracionária (3.2).

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } \frac{\sum_{r=1}^s w_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m f_i x_{io}} \quad \text{sujeito a} \\
 & \frac{\sum_{r=1}^s w_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m f_i x_{ij}} \leq 1, \\
 & w_r, f_i \geq 0
 \end{aligned}
 \tag{3.2}$$

Onde:
 $r = 1, \dots, s$
 $i = 1, \dots, m$
 $j = 1, \dots, n$
 y_{rj} = saída r produzida pela DMU j
 x_{ij} = entrada i utilizada pela DMU j
 w_r = peso dado a saída r
 f_i = peso dado a entrada i

Esse problema de programação fracionária tem infinitas soluções ótimas, sendo necessário fixar um valor constante para o denominador da função objetivo a fim de linearizar as restrições do problema, visando transformá-lo em um problema de programação linear. Sendo assim, a seguinte equação, denominada de “restrição de normalização” é utilizada para linearizar o problema, lançando mão da seguinte substituição de variáveis:

$$v_i = \pi f_i, \quad u_r = \pi w_r, \quad \text{onde } \pi = \left(\sum_{i=1}^m f_i x_{io} \right)^{-1} \text{ e } \left(\sum_{i=1}^m v_i x_{io} \right) = 1$$

• MODELO CCR-MULTIPLICADORES COM ORIENTAÇÃO A INPUT

Este modelo é formalizado nas equações (3.3) a seguir:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \\
 & \text{sujeito a} \\
 & \sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1 \\
 & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad \forall j, \\
 & e \\
 & v_i, u_r \geq 0, \forall i, r.
 \end{aligned}
 \tag{3.3}$$

Onde:
 $r = 1, \dots, s$
 $i = 1, \dots, m$
 $j = 1, \dots, n$
 y_{rj} = saída r produzida pela DMU j
 x_{ij} = entrada i utilizada pela DMU j
 u_r = peso dado a saída r
 v_i = peso dado a entrada i

Nesse modelo, busca-se maximizar a eficiência minimizando o nível de *inputs*, mantendo-se, porém, o nível de *outputs* constante. Em virtude da linearização do problema, a função objetivo em (3.3) maximiza a “saída virtual” de forma que a “entrada virtual” seja igual a 1. A restrição **R2** estabelece que a saída virtual de cada DMU_j observada seja menor ou igual à sua entrada virtual. Os multiplicadores v_i e u_r são as variáveis de decisão do modelo, originando a denominação “modelo dos multiplicadores”.

• **MODELO DOS MULTIPLICADORES COM ORIENTAÇÃO A OUTPUT**

A formulação do modelo orientado a *output* é mostrada a seguir:

$$\begin{aligned}
 &\text{Min } \sum_{i=1}^m v_i x_{io} \\
 &\text{sujeito a} \\
 &\sum_{r=1}^s u_r y_{ro} = 1 \quad \text{R1} \\
 &\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n \quad \text{R2} \\
 &u_r \text{ e } v_i \geq 0 \quad \forall r, i \quad \text{R3}
 \end{aligned} \tag{3.4}$$

O que se almeja nesse modelo é maximizar a eficiência maximizando o nível de *outputs*, mantendo-se, porém, o nível de *inputs* constante.

A mudança de orientação no modelo é mostrada pela minimização da entrada virtual na função objetivo, pela restrição **R1**, que fixa a saída virtual em 1, e pela restrição **R2** a qual estabelece que a saída virtual deve ser menor ou igual à entrada virtual para cada DMU.

O problema de Programação Linear é resolvido n vezes de modo a obter a medida de eficiência relativa de todas DMUs, sendo que para cada DMU analisada (DMU₀) são atribuídos pesos às entradas e saídas de modo a maximizar sua medida de eficiência.

A DMU₀ é considerada eficiente se essa medida é igual a 1 e ineficiente se menor que 1. Para cada DMU ineficiente, o modelo DEA identifica um conjunto de

unidades eficientes que pode ser utilizado como referência, ou seja, *benchmarks* para melhorar a eficiência da DMU observada.

- **MODELO CCR-ENVELOPE ORIENTAÇÃO A INPUT**

Este modelo é formalizado como a seguir:

$$\begin{aligned}
 & \text{Min } \theta_o, \text{ sujeito a} \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta_o x_{io}, \quad \forall i, \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro}, \quad \forall r. \\
 & \lambda_j \geq 0 \quad \forall j \\
 & \theta_o \text{ irrestrita.}
 \end{aligned}
 \tag{3.5}$$

θ = medida de eficiência relativa, proporção em que os *inputs* podem ser reduzidos.
 λ = variável dual, representando a intensidade da participação da DMU j na construção da DMU composta.

Segundo o teorema da dualidade forte os modelos dos multiplicadores e do envelope têm o mesmo valor ótimo para a função objetivo, contudo, fornecem informações diferentes e relevantes para a compreensão dos resultados gerados.

O modelo dos multiplicadores fornece informações sobre os pesos atribuídos a cada DMU, bem como o escore de eficiência onde são identificadas as unidades ineficientes e as eficientes (referências). A proporção da participação dessas referências em relação à projeção das DMUs ineficientes na fronteira é obtida com a formulação do dual do modelo CCR-multiplicadores, mostrado em (3.5).

O valor ótimo de θ^* é um escalar que define a menor parcela das entradas que pode ser usada para produzir pelo menos a mesma quantidade de saídas dentro do conjunto de possibilidades de produção.

Os λ_j com valores diferentes de zero formam o conjunto de referência da DMU_o, ou seja, as DMUs localizadas na fronteira eficiente em relação às quais a DMU_o (observada) é avaliada.

- **MODELO CCR-ENVELOPE ORIENTAÇÃO A OUTPUT**

O modelo CCR-Envelope com orientação a *output*, mostrado em (3.6), corresponde ao dual do modelo dos multiplicadores com orientação a *output*.

Max ϕ , sujeito a

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \leq \phi_o y_{ro} , \quad \forall r,$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{ij} \geq x_{io} , \quad \forall i.$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \forall_j$$

ϕ irrestrita.

(3.6)

Ressalta-se que o modelo do envelope caracteriza-se por fornecer informações relevantes no que diz respeito à participação do grupo de referência, ou seja, o grupo de DMUs eficientes, em relação à DMU observada.

Se o valor da variável dual λ , relacionada a uma DMU eficiente, for igual a zero, esse *benchmark* não referencia a DMU observada. Caso o valor de λ seja diferente de zero e diferente de um, a DMU eficiente referencia a DMU observada.

3.2.2 Modelo BCC

O modelo BCC foi desenvolvido como uma variação dos modelos CCR para tratar os casos com rendimentos de escala variáveis, introduzindo-se uma variável (u_o) na função objetivo do modelo dos multiplicadores e uma restrição ($\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$) no modelo do envelope.

A restrição imposta ao modelo do envelope, chamada de “*restrição de convexidade*”, define que as DMUs ineficientes só são comparadas com DMUs que produzem um nível de *outputs* similar ao delas, garantindo que a DMU composta, para a projeção do ponto na fronteira, seja obtida através de uma combinação linear convexa das DMUs observadas.

Os modelos BCC dos multiplicadores e envelope com orientação a *inputs* são mostrados a seguir.

• **BCC MULTIPLICADORES ORIENTAÇÃO A INPUTS**

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} + u_o \\
 & \text{sujeito a} \\
 & \sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1 \\
 & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + u_o \leq 0 \quad \forall j, \\
 & u_o \text{ irrestrita,} \\
 & e \quad v_i, u_r \geq 0, \forall i, r.
 \end{aligned} \tag{3.7}$$

• **BCC ENVELOPE ORIENTAÇÃO A INPUTS**

$$\begin{aligned}
 & \text{Min } \theta_o, \text{ sujeito a} \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta_o x_{io}, \quad \forall i, \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro}, \quad \forall r \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\
 & \lambda_j \geq 0 \quad \forall j \quad \theta_o \text{ irrestrita.}
 \end{aligned} \tag{3.8}$$

As formulações dos modelos BCC dos multiplicadores e do envelope com orientação a *outputs* são apresentadas a seguir.

• **BCC MULTIPLICADORES ORIENTAÇÃO A OUTPUTS**

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } \sum_{r=1}^s v_r x_{ro} + v_o \\
 & \text{sujeito a} \\
 & \sum_{i=1}^m u_r y_{ro} = 1 \\
 & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + v_o \leq 0 \quad \forall j, \\
 & v_o \text{ irrestrita,} \\
 & e \quad v_i, u_r \geq 0, \forall i, r.
 \end{aligned} \tag{3.9}$$

• **BCC ENVELOPE COM ORIENTAÇÃO A *OUTPUTS***

Max ϕ , sujeito a

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \leq \phi_o y_{ro} , \quad \forall r,$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \geq x_{io} , \quad \forall i$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \forall_j$$

ϕ irrestrita.

(3.10)

3.3 Considerações sobre os Modelos Clássicos

A Figura 3.1 mostra as fronteiras CCR e BCC em um modelo bidimensional com orientação a *output*.

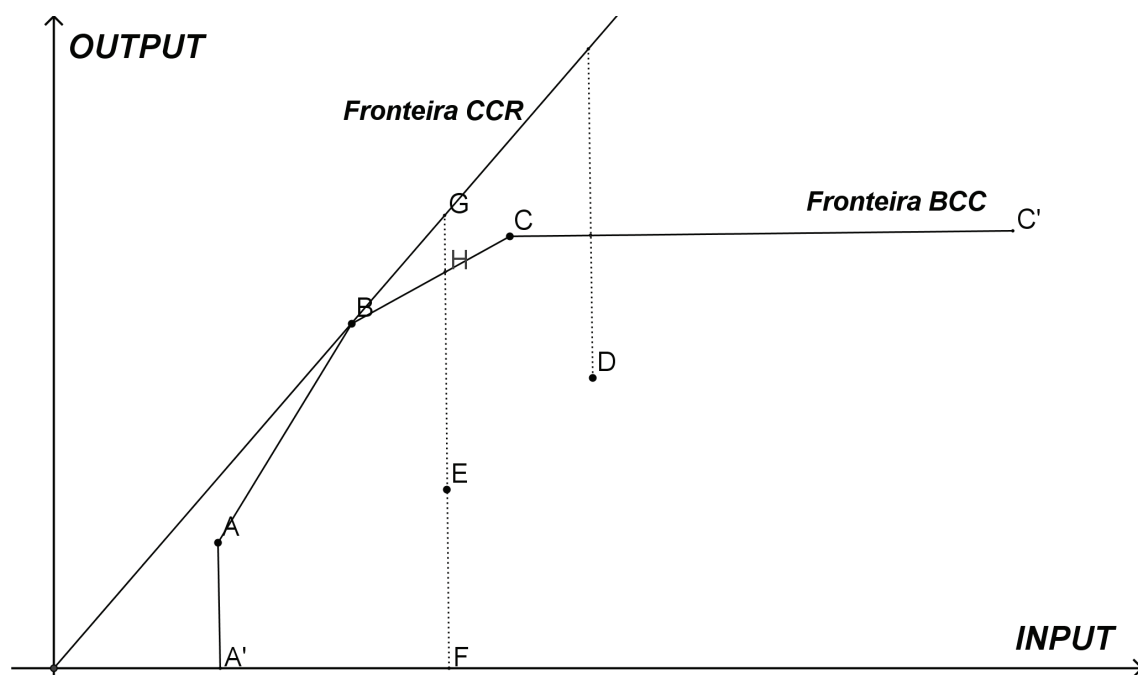


Figura 3.1 - Fronteiras CCR e BCC

A fronteira obtida do modelo CCR é definida pela reta que passa pela origem e pela DMU B (unidade eficiente). A fronteira originada pelo modelo BCC é definida pelos segmentos A'A, AB, BC e CC'.

Neste caso, a eficiência da DMU E é dada pelas razões: FE/FG para o modelo CCR e FE/FH para o modelo BCC. A diferença entre os dois modelos está na restrição de convexidade imposta na formulação BCC.

No modelo BCC a tecnologia é mais restritiva que a do modelo CCR. Logo, na orientação a *output*, o valor ótimo λ^* do modelo BCC é menor ou igual ao valor ótimo λ^* do modelo CCR, e para orientação a *input*, o valor ótimo θ^* do modelo BCC é maior ou igual ao valor ótimo θ^* do modelo CCR.

Como apontado por PAIVA (apud SOLLERO, 2007), “as diferenças fundamentais entre os modelos estão relacionadas a:

- *superfície de envelopamento (tipos de combinação e suposições sobre o retorno de escala); e*
- *tipo de projeção do plano ineficiente à fronteira.*

Os modelos CCR e BCC trabalham com diferentes tipos de tecnologias e, conseqüentemente, geram fronteiras de eficiência diferentes 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 voltada 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 e, na segunda orientação, a maior redução equiproporcional do consumo para a produção observada.

Portanto, uma unidade é considerada eficiente quando utiliza a menor quantidade de recursos possível para uma determinada produção ou gera a maior quantidade de produtos possível para um determinado nível de insumos.

A projeção radial das DMUs na fronteira eficiente, pelos modelos clássicos DEA, muitas vezes não consegue identificar as partes da fronteira que são Pareto-Koopmans eficientes. Não é raro que DMUs sejam projetadas em regiões da fronteira Pareto-ineficientes.

Na Fig. (3.1) as regiões definidas por AA' e CC' são ineficientes e constituem a chamada região Pareto-ineficiente. Pode-se observar que no trecho CC' é possível

reduzir os insumos mantendo o nível de produtos constante, e no trecho AA' é possível aumentar os produtos mantendo o nível de insumos constante.

Visando resolver esse tipo de problema, e reduzir o efeito da liberdade atribuída aos pesos, faz-se necessário efetuar alguns ajustes nos Modelos Clássicos para se elevar a acurácia dos resultados obtidos.

3.4 Ajuste do Modelo

A princípio, nos modelos CCR e BCC a produção de uma DMU não interfere na produção das demais unidades, garantindo liberdade total de produção.

A estrutura matemática desses modelos cria a possibilidade de que uma DMU considerada eficiente atribua pesos nulos a algumas variáveis, sendo desconsideradas na avaliação da eficiência daquela unidade, podendo causar uma avaliação incompleta.

Por outro lado, se uma DMU é projetada radialmente em uma região Pareto-ineficiente da fronteira, ocorrem folgas diferentes de zero sendo necessária redução adicional não radial de alguma entrada ou então a expansão não radial de alguma saída.

Para se contornar esses problemas, normalmente são utilizados dois tipos de abordagem aos modelos DEA: restrições aos pesos e formulação não arquimediana.

3.4.1 Restrições aos Pesos – Entradas e Saídas Virtuais

Conforme tratado anteriormente, a atribuição de pesos nulos a algumas variáveis, ou pesos considerados inaceitáveis por especialistas, ocorre devido à irrestrita flexibilidade de alocação dos pesos na determinação da medida de eficiência das DMUs, o que pode resultar na avaliação irreal de taxas elevadas de eficiência desprezando entradas ou saídas indesejáveis.

Os pesos representam um sistema relativo de valor para cada DMU avaliada (DMU_0) os quais fornecem a melhor medida possível para a DMU_0 mantendo a coerência do sistema, ou seja, garantindo valores viáveis para todas as outras DMUs.

Restrições aos pesos permitem incorporar preferências gerenciais em termos de nível relativo de importância dos diversos *inputs* e *outputs*.

Existem três alternativas, consolidadas na literatura, para impor restrições aos pesos, incorporando juízo de valor ao modelo DEA:

1. Restrição direta aos pesos;
2. Utilização de regiões de segurança; e
3. Restrição às entradas e saídas virtuais.

Neste trabalho, a alternativa de restrição aos pesos utilizada foi a restrição às entradas e saídas virtuais, visto tratar-se de uma abordagem que propicia de forma simplificada a incorporação de preferências gerenciais aos modelos.

Ao utilizar restrições aos pesos virtuais, as entradas e saídas virtuais, ou seja, os *inputs* e *outputs* virtuais de uma DMU, são os produtos dos níveis de *inputs/outputs* pelos seus respectivos pesos ótimos. Eles indicam a contribuição de cada entrada e saída para a sua taxa de eficiência, e são adimensionais. Quanto maior o nível de *input/output* virtual mais importante sua contribuição à taxa de eficiência da DMU analisada.

Restrições aos pesos virtuais podem ser interessantes quando valores “externos” necessitam ser traduzidos em restrições de pesos num modelo de DEA, ajudando a identificar áreas fracas e fortes de desempenho.

De acordo com SARRICO e DYSON (apud SOLLERO,2007) o método desenvolvido para restringir a flexibilidade dos *inputs/outputs* virtuais em DEA é baseado no uso de proporções aplicadas ao modelo CCR (3.3), onde o operador pode impor limites que reflitam juízo de valor, como a seguir:

$$a_r \leq \frac{y_{rj} u_r}{\sum_{r=1}^s y_{rj} u_r} \leq b_r \quad \text{para um fator da saída}$$

e

$$c_i \leq \frac{x_{ij} v_i}{\sum_{i=1}^m x_{ij} v_i} \leq d_i \quad \text{para um fator da entrada.} \quad (3.12)$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon \quad \forall r \text{ e } i,$$

onde $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}$ representa a saída virtual total da DMU_j.

No lugar de restringir os pesos reais de DEA, restringe-se a proporção da saída virtual total da DMU_j relativa saída r , ou seja, a "importância" atribuída à saída r pela DMU_j, no intervalo $[a_r, b_r]$, sendo os limites determinados por especialista ou pelo usuário.

De acordo com Lins (2000), os resultados padrão obtidos em DEA cuja interpretação altera-se quando são impostas restrições nos pesos são:

- a) Os escores de Eficiência: Isto fornece uma medida da distância entre os níveis reais de *input-output* de uma DMU e os níveis eficientes;
- b) Os Alvos (Targets): São os níveis dos *inputs* e *outputs* que fariam eficiente a uma DMU ineficiente; e
- c) O conjunto de referência: As DMUs de referência são eficientes com estruturas de pesos para os *inputs* e os *outputs* ótimas para uma DMU ineficiente j_0 .

Uma das vantagens da utilização de restrições às entradas e saídas virtuais é que os limites a serem atribuídos aos pesos virtuais são adimensionais, variando de 0 (zero por cento de participação do peso virtual) a 1 (cem por cento de participação do peso virtual), oferecendo uma forma simplificada de estabelecer a importância que se deseja atribuir a uma variável.

3.4.2 Formulação Não Arquimediana

Visando garantir que todas as DMUs calculadas como eficientes estejam efetivamente projetadas na fronteira Pareto-Eficiente, de acordo com o conceito de Pareto-Koopmans, usa-se a formulação chamada de não arquimediana para o modelo do envelope, a qual utiliza a maximização das folgas das variáveis na função objetivo a fim de gerar resultados que eliminem a possibilidade de considerar uma DMU ineficiente como eficiente.

Sendo assim, o modelo CCR fica com a seguinte formulação:

$$\text{Max } \phi_o + \varepsilon \left[\sum_{j=1}^n S_j^- + \sum_{j=1}^n S_j^+ \right]$$

tal que :.

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + S_i^- = x_{io}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - S_i^+ = \phi_o y_{ro}$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \forall_j$$

$$S^-, S^+ \geq 0$$

$$\phi_o \text{ irrestrito}$$

O modelo BCC fica assim formulado:

$$\text{Max } \phi_o + \varepsilon \left[\sum_{j=1}^n S_j^- + \sum_{j=1}^n S_j^+ \right]$$

tal que :.

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + S_i^- = x_{io}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - S_i^+ = \phi_o y_{ro}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \forall_j$$

$$S^-, S^+ \geq 0$$

$$\phi_o \text{ irrestrito}$$

Onde ε representa um infinitesimal com ordem de grandeza muito pequena em relação a ϕ_o , e S_i^-, S_i^+ são as folgas das DMUs ineficientes quando projetadas na fronteira de eficiência.

CAPÍTULO 4

APLICAÇÕES DE DEA NO SETOR PORTUÁRIO

4.1 Revisão Bibliográfica – Levantamento de Estudos Utilizando DEA no Setor Portuário

Nos últimos anos a Análise Envoltória de Dados tem sido freqüentemente utilizada por pesquisadores de vários países para analisar a produção portuária. É possível encontrar na literatura especializada um razoável número de referências a estudos que aplicam a metodologia DEA no setor portuário, enfatizando a carga containerizada.

A utilização de DEA apresenta a vantagem de se poder escolher de forma multidimensional os *inputs* e *outputs* a serem considerados, de acordo com as características da produção portuária, possibilitando fornecer uma avaliação global mais real do desempenho do porto.

Segue abaixo um breve resumo dos principais trabalhos internacionais que fizeram uso de DEA no setor portuário:

- O artigo de Roll e Hayuth (1993) é considerado o trabalho pioneiro na defesa da aplicação de DEA ao contexto da produção portuária. No entanto, a abordagem fez uma exposição basicamente teórica ao invés de uma aplicação mais concreta.
- Martinez-Budria et al (1999) classificaram um total de 26 portos containeros em três grupos: alta, média e baixa complexidade. Depois de examinar a eficiência desses portos utilizando modelos DEA-BCC, os autores concluíram que os portos de alta complexidade estão associados com alta eficiência, em comparação com a eficiência média e baixa encontrada nos outros grupos de portos.
- Tongzon (2001) utilizou-se de modelos DEA-CCR e DEA-Aditivo para analisar a eficiência de quatro portos australianos e 12 portos containeros internacionais, para o ano de 1996. Os resultados dão conta de que os portos de Hong Kong, Cingapura, Hamburgo, Keelung, Zeebrugge e Tanjung Priok alcançaram eficiência de 100% na amostra, independente de se assumir uma abordagem com Retorno Variável de Escala (VRS ou BCC) ou com Retorno Constante de Escala

(CRS ou CCR). Por outro lado, os Portos de Melbourne, Rotterdam, Yokohama e Osaka foram os que apresentaram maiores ineficiências técnicas, tanto usando VRS quanto CRS, dando espaço a enormes possibilidades de melhoria em relação aos inputs “área do terminal”, “nº de funcionários” e “mão-de-obra”.

- Vallentine e Gray (2001) aplicaram o modelo DEA-CCR a 31 portos contêineres entre os 100 maiores do Mundo, em 1998. O objetivo do trabalho foi comparar a eficiência de diferentes portos, com determinados tipos de propriedades e estrutura organizacional para determinar se existia alguma relação entre eles. Os autores concluíram que uma análise de *Clusters* seria uma ferramenta útil para identificar estruturas organizacionais diferentes.
- Itoh (2002), para o período 1990–1999, realizou uma análise na qual foi aplicado o modelo DEA Window Analysis (um modelo longitudinal, dependente do tempo), relacionado com oito portos contêineres internacionais do Japão. Tóquio mostrou-se eficiente em termos de sua infraestrutura e produtividade durante todo o período, enquanto Nagoya mostrou-se eficiente durante a parte inicial do período abrangido pela análise. Por outro lado, as eficiências de Yokohama, Kobe e Osaka apresentaram redução ao longo do período em estudo.
- Barros (2003a), com o intuito de determinar qual relação existia entre a estrutura governamental portuguesa que foi estabelecida para o setor portuário contêiner, os incentivos promulgados no âmbito dessa estrutura e o impacto final sobre a eficiência dos portos, aplicou DEA ao setor portuário português de movimentação de contêineres, no período de 1999 a 2000. O autor concluiu que os incentivos regulatórios estabelecidos foram bem sucedidos na promoção do aprimoramento da eficiência do setor, mas que isso poderia ser melhorado através da aplicação de recomendações destinadas à redefinição do papel da Agência Portuário-Marítima Portuguesa (órgão regulador responsável por questões portuárias).
- Barros (2003b) desta vez utilizou dados referentes ao período de 1990 a 2000, aplicando DEA ao setor portuário contêiner português a fim de estimar a eficiência dos portos e, em seguida, determinar a origem de qualquer ineficiência identificada. Concluiu-se que os investimentos financeiros, que

fazem parte do programa de mercado comum da União Européia, estimularam uma maior eficiência no setor portuário, particularmente como resultado de uma maior concorrência enfrentada pelos portos de Portugal localizados perto da fronteira com a Espanha. Através da aplicação de Regressão Tobit, verificou-se que os terminais especializados na movimentação de contêineres são mais eficientes do que os portos que trabalham com múltiplas cargas. Também se conclui que a maior eficiência está intimamente ligada à quota de mercado (*Market Share*) do porto e que o maior envolvimento do setor público no segmento portuário se relaciona negativamente com a eficiência.

- Barros e Athanassiou (2004) aplicaram DEA para estimar a eficiência relativa de uma amostra composta por portos da Grécia e de Portugal. O objetivo deste trabalho era facilitar o estabelecimento de *benchmarks* para os portos, expondo áreas de melhorias de práticas de gestão e estratégias que pudessem ser identificadas, de acordo com a política portuária européia. Por fim, os autores concluem que a aplicação desta forma de *benchmarking* pode gerar de fato benefícios econômicos para os portos.
- Park e De (2004), tendo em vista as limitações decorrentes da avaliação da eficiência dos portos utilizando-se exclusivamente dados referentes à capital e mão-de-obra, utilizaram um método de DEA chamado Método das Quatro-Fases. O modelo incluía componentes individuais DEA que determinavam a eficiência global e a relacionada com a produtividade, rentabilidade, e negociabilidade. Ao ser aplicado esse método aos portos contêineres da Coreia do Sul, os autores concluíram que a melhoria da negociabilidade dos portos deveria ser a prioridade máxima das autoridades portuárias coreanas.
- Cullinane et al.(2004) verificaram que a análise Cross-Seccional (transversal de dados, ou seja, pontual em relação ao tempo) inevitavelmente irá fornecer estimativas de eficiência de qualidade inferior àquelas baseadas em Panel Data (de caráter longitudinal, ou seja, que utiliza uma janela de tempo). Concluiu-se que, ao aplicar essas duas abordagens DEA, colocando lado a lado modelos transversais e modelos longitudinais, o desenvolvimento da eficiência da cada porto ou terminal contêineres pode ser controlado ao longo do tempo, sendo

possível alcançar conclusões interessantes e formulações úteis de políticas públicas e práticas de gestão.

- Turner, Windle e Dresner (2004) aplicaram DEA para verificar as alterações na produtividade relacionadas à infraestrutura nos portos dos Estados Unidos da América, no período de 1984 a 1997. Foi também utilizada a estimativa de produtividade como a variável dependente em um modelo de Regressão de Tobit, que procurou determinar os fatores causais que afetavam os escores derivados da análise DEA. Verificou-se a existência de importantes economias de escala presentes no setor contêiner norte-americano, e concluiu-se também que o acesso à rede ferroviária é um determinante essencial da produtividade relacionada à infraestrutura dos portos que movimentam contêineres naquele país.
- Bonilla et al (2004) aplicaram uma versão de DEA que incluía uma tolerância estatística de inexatidões em dados de *inputs* e *outputs*, visando à investigação da eficiência do tráfego de mercadorias dentro do sistema portuário. A amostra compreendia 23 portos e os dados considerados referiam-se ao período de 1995 a 1998. Tratava-se de uma análise fora do comum visto que os portos da amostra lidavam com graneis sólidos, graneis líquidos e carga-geral, ao invés de serem restritos a uma única forma de carga (geralmente contêineres). Os portos espanhóis mais e menos eficientes foram identificados e, usando uma Análise de Sensibilidade, foram identificados os portos que eram mais sensíveis às variações nos volumes de tráfego entre os diferentes tipos de cargas manipuladas.
- Cullinane, Ji e Wang (2005) analisaram a relação entre a privatização e a eficiência relativa dentro do setor portuário contêiner. A amostra compreendeu os 30 maiores portos contêineres do Mundo em 2001, incluindo os cinco maiores portos que movimentavam contêineres na China. DEA foi aplicada para uma boa variedade de configurações de *Panel Data*, considerando o período de 1992 a 1999. Concluiu-se que não há provas de que um maior envolvimento privado do setor portuário contêiner irreversivelmente conduz à melhoria da eficiência.

- Cullinane, Song e Wang (2006) usaram um conjunto de dados para os portos e terminais contêineres mais importantes do Mundo, avaliando e comparando as eficiências relativas derivadas da aplicação de DEA e do Modelo de Livre Eliminação de Hull (FDH –*Free Disposal Hull*). Os resultados gerados foram diferentes de acordo com cada metodologias de programação matemática empregada. Concluiu-se que a definição adequada das variáveis de entrada e saída dos modelos é um elemento crucial para a aplicação dessas técnicas.
- Cullinane et al (2005) aplicaram DEA e Análise de Fronteira Estocástica (SFA – *Stochastic Frontier Analysis*) a um conjunto formado pelos maiores portos contêineres do Mundo, comparando-se os resultados obtidos. Encontrou-se um elevado grau de correlação entre as estimativas de eficiência derivadas dos dois modelos aplicados, sugerindo que os resultados são relativamente sólidos e coerentes tanto para os modelos DEA quanto para os modelos SFA. Por fim, observou-se que o uso da abordagem transversal (*Cross-Sectional*) apresenta limitações relevantes para a avaliação de desempenho em relação à abordagem longitudinal (*Panel Data*), a qual reflete resultados mais coerentes com a realidade uma vez que contempla uma janela de tempo.
- Cullinane e Wang (2006) utilizaram DEA com abordagem transversal para avaliar a eficiência relativa, para o ano de 2002, de uma amostra compreendendo 69 terminais contêineres europeus com movimentação anual superior a 10.000 TEUs (*Twenty-foot Equivalent Unit*). A principal constatação foi que há uma ineficiência significativa no setor portuário contêiner europeu, com a eficiência média dos terminais em estudo na faixa de 48% (supondo CRS ou CCR) e 42% (supondo VRS ou BCC). A maioria dos terminais em estudo apresentou retornos de escala crescentes, com os maiores terminais sendo associados aos mais altos escores de eficiência. Outra conclusão interessante foi que existiam variações significativas da eficiência média de terminais contêineres situados em regiões diferentes, com as Ilhas Britânicas apresentando-se como mais eficientes e os terminais da Escandinávia e do Leste Europeu mostrando-se menos eficientes.

- Sharma e Yu (2008) verificaram que a aplicação tradicional de DEA poderia gerar resultados tendenciosos em razão do conjunto de DMUs de uma amostra poder apresentar grandes diferenças em relação ao tamanho, ambiente e práticas operacionais. Com o intuito de superar essa problemática, fundiram DEA a uma técnica de *Data Mining* chamada SOM (*Self-Organization Map*). DEA foi utilizada para estratificar os portos em camadas de eficiência, e SOM foi utilizado para classificar (*clustering*) esses portos contêineres em grupos mais homogêneos, de acordo com suas capacidades máximas e suas propriedades similares de *inputs*. Foram criados assim *Benchmarks* mais coerentes com a realidade, baseados nas camadas de eficiência geradas por DEA.

A produção nacional de trabalhos que utilizaram a metodologia DEA para avaliar o desempenho de portos e terminais é modesta. Segue abaixo o resumo dos principais trabalhos brasileiros sobre o assunto:

- Rios, Maçada e Becker (2004) possivelmente geraram o primeiro trabalho brasileiro de avaliação dos portos nacionais utilizando DEA. Nesse trabalho 13 terminais contêineres brasileiros foram avaliados, dos quais somente três apresentaram-se eficientes. Foi utilizado o modelo DEA-CCR orientado por *output*. Observou-se que a maioria dos terminais ineficientes possuía uma infraestrutura bem superior à necessária para suportar a movimentação de contêineres. Os portos com maior movimentação anual de contêineres (acima de 400.000 TEUs) mostraram-se menos eficientes do que os portos com movimentação considerada média (em torno de 250.000 TEUs).
- Rios e Maçada (2006) mediram e avaliaram a eficiência relativa dos terminais de contêineres do Mercosul, utilizando DEA e Regressão Tobit. Foram entrevistados executivos dos diversos terminais analisados, os quais concluíram que os resultados obtidos pela utilização de DEA e Regressão Tobit apresentaram-se plenamente coerentes com a realidade. A movimentação de contêineres por navio por hora (chamada de prancha-média) foi considerada o principal indicador utilizado para expressar a eficiência do terminal.

- Sousa Junior, Prata e Nobre Junior (2008) avaliaram os terminais contêineres e os terminais que movimentavam carga geral, graneis líquidos e graneis sólidos da Região Nordeste do Brasil. Esta análise foi incomum visto que quase toda literatura relacionada com a avaliação de portos por meio de DEA está voltada para a análise de portos e terminais especializados em contêineres. Foram gerados escores de eficiência dos portos em relação às diversas cargas movimentadas: Carga geral, graneis sólidos e graneis líquidos. Devido à utilização de variáveis de *inputs* relacionadas unicamente com a infraestrutura, os resultados da eficiência média refletiam somente essa dimensão, ou seja, não foram consideradas as variáveis ligadas aos aspectos operacionais dos portos.
- Wanke, Hijjar e Barros (2008) avaliaram 25 terminais brasileiros, agrupados por portos, quanto aos níveis de eficiência técnica e seus determinantes. Os autores consideraram de forma global todos os tipos de carga movimentada: contêineres, carga geral, granel sólido e líquido. Os resultados indicaram que os terminais começaram a sentir limitações em relação à capacidade operacional, em especial nos portos do norte e Sul do país, em virtude do aumento do volume de carga decorrente do incremento do comércio exterior. Segundo os autores, em curto prazo o crescimento do volume de carga comercializada só será possível se houver uma maior consolidação das cargas nos navios, ou seja, a partir da utilização de navios de maior porte, mais carregados. Isso se deve ao fato de que a expansão de capacidade mais permanente, como aumentar o número de berços, necessita grandes investimentos que consomem substancialmente mais tempo para planejamento, desenvolvimento e execução. Os autores também concluíram que um maior entendimento dos principais fatores determinantes da produtividade nos terminais também pode ajudar nesse planejamento a médio e longo prazo, como oportunidades para privatizações e a busca por acessos ferroviários aos portos.

Sintetizando a revisão da literatura, o quadro 4.1 apresenta os trabalhos internacionais e o quadro 4.2, os nacionais, que utilizaram a metodologia DEA para avaliar o desempenho do setor portuário, constando os modelos clássicos e as variáveis utilizadas:

Quadro 4.1: Resumo dos Estudos Internacionais de DEA em Portos

TRABALHOS INTERNACIONAIS			
Autores	Modelo DEA Clássico	INPUTS	OUTPUTS
Roll e Hayuth (1993)	CCR	• Capital • N° de funcionários • Tipo de carga	• Nível de Serviço • Movimentação de carga • Satisfação dos usuários • N° de atracções
Martinez-Budria et al (1999)	BCC	• Despesas com pessoal • Taxas de depreciação	• Total de carga movimentada • Receita obtida no aluguel de facilidades • Outros gastos
Tongzon (2001)	CCR	• N° de guindastes • N° de berços de atracção • N° de rebocadores • N° de funcionários • Área do terminal • Delay time	• TEUs • Movimentação TEUs por hora de trabalho/navio
Vallentine e Gray (2001)	CCR	• Tamanho do Cais • Investimento	• N° de contêineres • Total de toneladas Movimentadas
Itoh (2002)	CCR e BCC	• Área do terminal • N° de berços • N° de funcionários • N° de guindastes	• TEUs
Barros (2003a)	CCR e BCC	• N° de trabalhadores • Capital (valor líquido dos ativos do porto)	• N° de atracções • Circulação de carga • Tonelagem bruta • Market Share • Contêineres movimentados • Carga-geral movimentada • Carga líquida • Carga seca • Tráfego Ro/Ro • Rendimento líquido

Autores	Modelo DEA Clássico	INPUTS	OUTPUTS
Barros (2003b)	XXX	• N° de trabalhadores • Capital (valor líquido dos ativos do porto)	• N° de atracções • Circulação de carga • Capacidade bruta de carga dos Navios • Contêineres movimentados • Carga-geral movimentada • Graneis líquidos movimentados • Graneis sólidos movimentados
Barros e Athanassiou (2004)	CCR e BCC	• N° de trabalhadores • Capital (valor líquido dos ativos do porto)	• N° de atracções • Circulação de carga (toneladas) • Carga manipulada (toneladas) • Contêineres manipulados (toneladas)
Park e De (2004)	CCR e BCC	• Capacidade dos berços em receber navios. • Capacidade de manuseio de carga.	• Movimentação de carga • N° de chamadas de navios • Receitas - Satisfação do cliente
Cullinane et al. (2004)	CCR e BCC	• Tamanho do Cais de atracação • Área do terminal • N° de guindastes de Cais • N° de guindastes de pátio • N° de Straddle Carriers	• TEUs
Turner, Windle e Dresner (2004)	CCR	• Tamanho do berço • Área do terminal • N° de guindastes	• TEUs
Bonilla et al (2004)	BCC	• Valor, em Euros, dos equipamentos gerais utilizados nos terminais (verificou-se alta correlação com o comprimento do cais, n° de guindastes, área do terminal, gastos gerais e n° de trabalhadores).	• Quantidade movimentada, por tipo de carga, em toneladas.
Cullinane, Ji e Wang (2005)	CCR e BCC	• Comprimento do terminal • Área do terminal • N° de guindastes de Cais • N° de guindastes de pátio • N° de Straddle Carriers	• TEUs

Autores	Modelo DEA Clássico	INPUTS	OUTPUTS
Cullinane et al (2005)	CCR e BCC	• Comprimento do terminal • Área do terminal • N° de guindastes de Cais • N° de guindastes de pátio • N° de Straddle Carriers	• TEUs
Cullinane, Song e Wang (2006)	CCR e BCC	• Comprimento do terminal • Área do terminal • N° de guindastes de Cais • N° de guindastes de pátio • N° de Straddle Carriers	• TEUs
Cullinane e Wang (2006)	CCR e BCC	• Comprimento do terminal • Área do terminal • N° de Equipamentos	• TEUs
Sharma e Yu (2008)	CCR	• Comprimento do terminal • Área do terminal • N° de guindastes de Cais • N° de guindastes de pátio • N° de empilhadeiras de contêineres (Reach Stackers) • N° de Straddle Carrier (Aranhas)	• TEUs

Quadro 4.2: Resumo dos Estudos Nacionais de DEA em Portos

TRABALHOS NACIONAIS			
Autores	Modelo DEA Clássico	INPUTS	OUTPUTS
Rios, Maçada e Becker (2004)	CCR	• N° de Guindastes • N° de Berços • Área do Terminal • N° de Funcionários	• TEUs
Rios e Maçada (2006)	CCR e BCC	• N° de Guindastes • N° de Berços • Área do Terminal • N° de Funcionários • N° de Equipamentos de Pátio	• TEUs • Movimentação TEUs por hora de trabalho/navio

Autores	Modelo DEA Classico	INPUTS	OUTPUTS
Sousa Junior, Prata e Nobre Junior (2008)	CCR	Para portos que movimentam Contêineres: • Tamanho do Cais Para portos que movimentam Carga Geral, Granéis Sólidos e Líquidos: • Tamanho do Cais • Profundidade média do porto	Para portos que movimentam Contêineres: • TEUs Para portos que movimentam Carga Geral: • Quantidade movimentada em toneladas
Wanke, Hajar e Barros (2008)	CCR	• N° de Berços • Área do Terminal • Quantidade de Vagas de Estacionamento para Caminhões	• Quantidade de toneladas movimentadas por ano • N° de navios embarcados

4.2 Aspectos Gerais

Uma grande vantagem ao compararmos DEA com os métodos de medição de desempenho paramétricos, considerados tradicionais, reside no fato de que essa metodologia possibilita analisar e comparar o desempenho de diversos terminais dentro de uma amostra ao mesmo tempo em que gera um escore de eficiência para cada terminal.

Os resultados gerados por DEA podem fornecer referências (*Benchmarks*) para os próprios operadores dos terminais a fim de se descobrir exatamente onde residem as deficiências, visando melhorar a produção. Além disso, os resultados derivados de uma abordagem DEA podem fornecer subsídios relevantes para gestão dos terminais para o desenvolvimento de políticas portuárias. Como o nível de privatização dos portos torna-se um assunto cada vez mais em voga, DEA pode representar uma ferramenta importante para examinar se a privatização realmente melhora a eficiência portuária, comparando portos públicos e privados com as mesmas funções de produção (CULLINANE et al, 2005).

Com base na discussão teórica sobre a utilização de DEA e as pesquisas que têm sido realizadas aplicando-se essa técnica para medir o desempenho de terminais que movimentam contêineres, Wang et al (2002) argumenta o seguinte:

1. Ao se aplicar DEA, deve-se ter prudência na escolha das DMU: só é razoável comparar diferentes DMU se as funções de produção forem semelhantes. Em outras

palavras, seria um desperdício de tempo comparar um terminal contêiner com um terminal que movimenta granel líquido. Além disso, a maioria dos estudos anteriores parece concentrar seu foco nos terminais e não no porto como um todo, até porque um grande porto pode ter vários terminais com especialidades diferentes. Conforme conclui Alderton (1999): “existem poucos portos que podem ser medidos com base no porto como um todo. Dados mais comparáveis devem concentrar-se na base do terminal”.

2. Normalmente apenas a eficiência técnica dos terminais pode ser medida por DEA. Isto por conta dos diferentes sistemas de preço, políticas gerenciais, etc. que podem ser verificados para diferentes DMUs. Este argumento é amplamente apoiado pelo fato da maioria dos estudos anteriores concentrarem seu foco na eficiência técnica e não na eficiência alocativa. Uma exceção pode ser encontrada no trabalho de Martinez-Budria et al. (1999), uma vez que seu estudo utilizou dados de dentro do mesmo país (Espanha). Logo, é possível calcular custos em uma moeda comum e no mesmo contexto econômico, desde que haja acesso a essas informações. Aparentemente, não foi feita nenhuma tentativa para calcular a eficiência alocativa em portos distribuídos em diferentes países.

3. Muitos autores têm escolhido variáveis de *input* e *output* diferentes para construir seus modelos DEA. As escolhas das variáveis são de grande importância para a aplicação de DEA, sendo que “a identificação de *inputs* e *outputs* na avaliação das DMUs é tão difícil quanto crucial” (THANASSOULIS, 2001). Combinando os conceitos tradicionais de produção e as características de produção de um porto, pode-se argumentar que as variáveis contendo informações sobre recursos humanos (quantidade de estivadores, gestão de pessoal, etc.), recursos naturais e recursos artificiais (área terminal, número de guindastes, número de berços, número de rebocadores, etc.) devem ser incorporadas ao modelo DEA como variáveis de *input*. Quanto as variáveis de *output*, é coerente incluir, por exemplo, variáveis de fluxo de carga (tais como movimentação de contêineres) e a qualidade do serviço para o cliente, embora esta seja de difícil quantificação. No entanto, como se poderia esperar, a escolha das variáveis de

input e *output* é também influenciada, num sentido prático, pela disponibilidade de dados.

4. Não existe uma padronização de escolha de modelos DEA para diferentes tipos de DMUs. Os modelos DEA devem ser cuidadosamente escolhidos de acordo com a natureza das amostras, isto é, de acordo com as características dos diferentes conjuntos de unidades a serem avaliadas. Contudo, de um modo geral, deve-se utilizar, sempre que possível, modelos que trabalhem com retorno de escala constante (CRS ou CCR) e modelos com retornos de escala variável (VRS ou BCC). A vantagem de considerar ambos os tipos de modelo reside no fato de que os resultados podem fornecer para cada DMU informações sobre até que ponto é possível melhorar o seu desempenho observando-se a projeção da DMU ineficiente na fronteira de produção de uma forma constante (no modelo de CRS), ou em que medida ela pode melhorar o seu desempenho em comparação com seu homólogo eficiente mais semelhante, em uma fronteira variável (no modelo VRS).

5. É bastante interessante observar se um terminal tende a melhorar seu desempenho durante períodos diferentes, obtendo informações que forneçam as razões por trás dessa variação. Sendo assim, os modelos utilizando dados referentes a uma janela de tempo onde são observados períodos diferentes (Painel de Dados) são os mais adequados para serem analisados usando um modelo DEA. Entretanto, nem sempre é possível se dispor de bancos de dados que forneçam informações corretas ao longo de um período de tempo. A abordagem transversal, embora seja pontual em relação ao tempo, fornece informações com um grau de acurácia, de certa forma, inferior à abordagem longitudinal, porém as informações fornecidas são relevantes e devem ser consideradas na ausência da utilização de um Painel de Danos. Convém salientar que deve ser exercida prudência em relação aos dados utilizados em um modelo DEA, principalmente no que diz respeito ao período a ser considerado na pesquisa. Se os dados a serem trabalhados não forem atuais, reais e padronizados, é bem possível que a eficiência encontrada para as DMUs esteja bastante susceptível a erros grosseiros.

Ressalta-se que a maior parte das aplicações de DEA na avaliação de desempenho de terminais portuários utiliza os modelos clássicos, os quais podem mostrar inconsistências com relação aos alvos Pareto-Koopmans ineficientes além de permitirem total liberdade na alocação de pesos às variáveis.

Essa característica dos modelos clássicos de permitir à unidade sob análise total liberdade na escolha dos pesos atribuídos às variáveis de *input* e *output* gera contradições com frequência, visto que o modelo pode não considerar fatores importantes de entrada ou saída, permitindo também que fatores de menor importância sejam predominantes. Variáveis tecnicamente reconhecidas como importantes podem ter valor atribuído igual a zero, o que geralmente não pode ser aceitável.

Como mencionado no capítulo anterior, a fim de solucionar esse problema, limitando a liberdade completa de variação dos pesos permitida pelo modelo clássico, neste trabalho foi utilizada a abordagem com a restrição dos pesos virtuais.

Esses pesos representam um sistema relativo de valor para cada DMU avaliada, fornecendo a melhor medida possível de eficiência para cada unidade, buscando manter a coerência do sistema, isto é, preservando valores viáveis para todas as outras DMUs.

4.3 Definição das Variáveis

A escolha das variáveis a serem utilizadas é de vital importância para o sucesso e confiabilidade do modelo DEA visto que, mesmo que os dados referentes às variáveis sejam reais, a definição errada do que possa ser *output* ou *input* pode gerar resultados enganosos e mal interpretados. Ressalta-se que as variáveis escolhidas devem ser revestidas de significado e refletir as características de produção do porto.

A relação número de DMUs x Variáveis deve ser cuidadosamente observada já que um pequeno número de DMUs pode gerar uma alta proporção de unidades eficientes, assim como o incremento de muitas variáveis reduz a capacidade do modelo DEA de discriminar as DMUs eficientes das ineficientes (LINS E MEZA, 2000).

Cooper et al. (2000) recomenda que, para que haja uma abordagem prudente, o tamanho mínimo da amostra deve ser dado pela seguinte fórmula:

$$N \geq \max\{m \times s, 3(m + s)\}$$

Onde:

- N é o número mínimo de DMUs da amostra;
- m é o número de *inputs*; e
- s é o número de *outputs*.

4.3.1 Inputs

De acordo com Dowd e Leschine (1990), a produtividade de um terminal portuário depende da utilização eficiente da área do terminal, dos equipamentos e da mão-de-obra. Logo, a medida de produtividade de um terminal seria um meio de se quantificar a eficiência na utilização desses três recursos.

Cullinane *et al* (2002) sugerem que os custos referentes à mão-de-obra e os custos de capital formam a maior parte da estrutura do custo total de operação de um porto ou terminal portuário. O *input* relacionado com mão-de-obra diz respeito ao total de salários pagos aos funcionários, bem como também contempla a remuneração total de diretores e/ou executivos para o exercício de serviços gerenciais. Já o *input* relacionado com capital refere-se ao valor dos equipamentos fixos e móveis de movimentação de carga, assim como o valor dos edifícios e áreas utilizadas para as operações dos terminais.

Todavia, esses custos fazem parte de um conjunto de informações de difícil acesso aos pesquisadores visto que trata de dados geralmente considerados sigilosos pelos terminais.

Conforme observado na revisão bibliográfica, a maioria dos trabalhos de pesquisa realizados até aqui fazem menção às instalações físicas necessárias para a operação dos terminais, incluindo comprimento de cais, a área de pátio do terminal e equipamentos diretamente utilizados com o manuseio de contêineres.

Ao se tratar de cais acostável, duas abordagens podem ser enfocadas:

- Cullinane *et al.* (2002) e Notteboom *et al.* (2000) consideram o somatório do comprimento total dos berços de atracação como a variável de input.

- Tongzon (2001) considera o número de berços como a variável de input.

Uma vez que o número de berços dentro de um porto ou terminal pode ser eventualmente alterado de acordo com as exigências de operação, não sendo possível estabelecer uma relação estável entre o número de berços de um terminal e a capacidade de movimentação de carga, uma vez que berços diferentes podem atender navios de capacidade de carga diferentes, os trabalhos de pesquisa normalmente consideram o comprimento total dos berços de atracação, ou seja, o comprimento total do cais como variável de entrada a ser inclusa na análise.

Quanto à área do terminal, ela é fundamental para a operação de armazenamento e manuseio temporário da carga, tanto para embarque quanto para desembarque. Dependendo da área para se movimentar contêineres, um terminal vai apresentar maior ou menor capacidade de carga, sendo que a utilização adequada dessa área certamente gerará um melhor fluxo de carga. Dessa forma, esse elemento representa uma importante variável de entrada para a verificação do nível de eficiência técnica do terminal.

Conforme mencionado anteriormente, é desejável que o elemento mão-de-obra também seja incorporado ao modelo como uma variável de *input*. Pesquisas anteriores abordaram a inclusão desse *input* de duas formas diferentes:

- Abordagem Indireta: é a que busca agregar ao modelo informações de mão-de-obra indiretamente. Por exemplo, Notteboom *et al.* (2000) assinala que existe uma relação bastante estável e estreita entre o número de guindastes e o número de trabalhadores de um terminal de contêineres (excetuando-se o pessoal administrativo e comercial). Entretanto, esses equipamentos não são os únicos que contribuem para a produtividade do terminal, embora os guindastes de cais sejam de suma importância no processo de movimentação de contêineres. Dentro dessa abordagem, é coerente também considerar os guindastes de pátio, incluindo guindastes do tipo RTG (Rubber-Tyred Gangry) e do tipo RMG (Rail-Mounted Gangry), bem como Straddle Carriers e Reach Stackers, pois operam diretamente na manipulação dos contêineres em um pátio.

- Abordagem Direta: é a que leva em consideração a contagem absoluta do número de estivadores e outros tipos de funcionários que trabalham nos terminais (Tongzon, 2001; Cullinane *et al*, 2002, Barros 2003a, 2003b, 2004). Todavia, por serem consideradas informações sigilosas, é observada grande dificuldade em se obter corretas informações sobre o número absoluto de trabalhadores de um porto ou terminal.

Sendo assim, informações de mão-de-obra também podem ser determinadas em função dos equipamentos de um porto.

4.3.2 *Outputs*

Quando Chang (apud CULLINANE *et al*, 2005) buscou derivar uma função de produção portuária, ele argumentou que o *output* deveria ser medido em termos da tonelagem total manuseada nesse porto. Contudo, ao tratarmos de terminais que movimentam contêineres, essa abordagem é questionável já que a unidade de transporte de carga é o contêiner, que pode levar diferentes tipos de carga como materiais mais pesados ou mais leves, não alterando de forma relevante seu manuseio e estocagem. Logo, não há muita lógica em se utilizar a tonelagem total como *output*.

De acordo com a pesquisa bibliográfica, o indicador mais importante e amplamente aceito como *output* de um terminal contêinerero é a movimentação de contêineres. A maior parte dos estudos utilizando DEA para medir a eficiência dos portos e terminais trata a movimentação de contêineres como uma variável de *output*. Ela é a base para a comparação de portos contêinereros, especialmente quando se leva em conta o tamanho relativo, volume de investimento ou níveis de atividade.

Há também a alternativa de se representar o output em termos de valores monetários indicados pelas receitas associadas a essas movimentações. No trabalho de Cullinane *et al* (2002) foi utilizada uma abordagem focada em valores monetários para o *output*, considerando o volume de negócios derivado da prestação de serviços do terminal. Contudo, como se trata de valores monetários, há normalmente um alto grau sigilo e uma grande dificuldade de se ter acesso às informações.

Ainda segundo Cullinane *et al* (2004), existe uma distinção exata entre eficiência e produtividade, de forma que variáveis que representam a eficácia e a produtividade de um terminal devem ser incorporadas ao modelo como variáveis de *output*.

A quantidade de TEUs movimentados tem sido escolhida como o melhor e mais tratável indicador de eficácia e produtividade de um porto ou terminal. Esta escolha pode ser justificada baseando-se no fato que um terminal contêiner eficaz pode atrair mais clientes e que existe uma relação positiva entre uma maior movimentação de contêineres em um porto e a eficácia da produção desse porto.

O TEU (*Twenty-foot Equivalent Unit*) é uma unidade que representa a capacidade de carga de um contêiner intermodal com vinte pés de comprimento. Essa caixa de metal tamanho padrão pode ser facilmente transferida entre diferentes modos de transporte padrão, e é amplamente usada para descrever a capacidade dos navios porta-contêineres e dos terminais contêineres. A grande maioria dos contêineres movimentados no Mundo tem comprimento de 20 pés (6,1 metros), largura de 8 pés (2,4 metros) e altura, normalmente, de 8,5 pés (2,6 metros). Portanto, se um contêiner tiver 40 pés de comprimento, ele representará dois TEUs e se um navio tiver capacidade para transportar 5.000 TEUs, ele carregará no máximo 5.000 contêineres.

4.4 Orientação do Modelo

Existem duas formas de se orientar os modelos DEA: orientação a *inputs* ou a *outputs*.

Os modelos orientados a *inputs* visam minimizar a utilização dos recursos tal que o nível dos *outputs* não seja reduzido. Busca-se a resposta para a pergunta: “quanto reduzir os *inputs* sem afetar as quantidades de *outputs*?”. Esses modelos, em geral, relacionam-se com questões gerenciais e operacionais dos terminais como, por exemplo, a quantidade de equipamentos e funcionários que o porto deve utilizar.

Modelos assim orientados podem fornecer informações preciosas sobre as folgas das variáveis, indicando a quantidade ideal de *inputs*, de acordo com a programação matemática, que devem ser utilizados para que uma DMU possa alcançar a fronteira de eficiência.

Os modelos orientados a *output* por sua vez buscam maximizar os *outputs* sem alterar o nível dos *inputs* e estão intimamente ligados às ações estratégicas e de planejamento dos terminais como, por exemplo, a necessidade de dragagem dos canais marítimos de acesso a fim de possibilitar o trânsito de navios de maior calado e capacidade de carga, visando aumentar a movimentação de contêineres do terminal.

É importante ressaltar que normalmente um terminal que movimenta contêineres é projetado para utilizar suas instalações durante um longo tempo, atendendo a demanda de contêineres com um planejamento de longo prazo. Isto é, quando um terminal é construído, sua capacidade de movimentação de contêineres é estimada dentro de um espaço de tempo. Normalmente, um porto ou terminal contêinerero é capaz de prever aproximadamente sua movimentação de contêiner para pelo menos o ano seguinte, visto que um terminal de contêineres tem uma base de clientes bastante estável formada pelas companhias de navegação que transportam essa carga. Obviamente, para o curto prazo, os terminais contêinereros também devem buscar se preparar o máximo possível para lidar com mudanças drásticas iminentes provocadas por fatores repentinos, como crises financeiras regionais e globais.

O estudo de dados históricos ou o acompanhamento da evolução econômica regional relacionada à área de atuação de um terminal contêinerero é uma forma bem prática para se tentar prever a movimentação futura de contêineres.

Em virtude da rápida expansão dos negócios globais e do comércio internacional, muitos terminais devem buscar analisar com maior frequência sua capacidade a fim de assegurar que possam prestar serviços satisfatórios aos seus clientes, mantendo sua vantagem competitiva.

Por vezes, torna-se inevitável a necessidade de se construir um novo terminal ou de se aumentar sua capacidade. Todavia, antes de se executar grandes investimentos como esses, é vital para o porto ou terminal contêinerero saber se ele tem usado plenamente suas instalações e se seus *outputs* têm sido maximizados quando comparados aos seus *inputs*.

Sendo assim, dependendo do que se deseja em termos de resultados, os dois tipos de orientação podem perfeitamente ser utilizados para analisar a eficiência relativa gerada pelo modelo DEA.

CAPÍTULO 5

APLICANDO DEA AOS TERMINAIS BRASILEIROS

5.1 Introdução

De acordo com o Anuário Estatístico Portuário da ANTAQ, do total de carga movimentada nos portos brasileiros em 2008, 14% caracterizava-se como carga geral, que basicamente seguiu como carga solta (38%) ou foi transportada por contêineres (62%), tendo sido movimentados nos portos e terminais brasileiros um total de 7.018.959 TEUs. Isso representa um aumento de 6,7% em relação a 2007, sendo que os terminais localizados na área do porto organizado de Santos participaram com 38,2% do total nacional movimentado, seguido do Terminal de Contêineres de Paranaguá (TCP) e do TECON RIO GRANDE, com participações de 8,6% e 8,5%, respectivamente.

Tendo em vista a importância da carga containerizada no contexto portuário e considerando que a eficiência de um terminal deve ser abordada de uma forma multidimensional, neste capítulo serão aplicados modelos DEA como ferramentas para a avaliação dos terminais nacionais de contêineres.

5.2 Seleção das DMUs

Foram selecionados 17 terminais ao longo da costa brasileira e dois no Rio Amazonas (em Manaus), totalizando 19 terminais containerizados. A figura 5.1 apresenta a localização desses terminais.

A maior parte das DMUs do modelo representam os terminais localizados na área dos portos organizados, haja vista que, de acordo com a Associação Brasileira dos Terminais de Contêineres de Uso Público (ABRATEC), esses portos e os terminais neles localizados são responsáveis por mais de 95% da movimentação nacional de contêineres. São exceções na amostra o Porto de Pecém (CE) e os Terminais de Uso Privativo (TUP) de Chibatão (AM), Superterminais (AM) e Portonave (SC), que não estão localizados na área de portos públicos organizados.

O critério para a seleção dos terminais baseou-se na quantidade de contêineres movimentados por ano, onde foram selecionados aqueles que movimentaram mais de 100.000 TEUs em 2008, sendo considerados de grande importância e de elevada relevância para o comércio nacional e internacional.

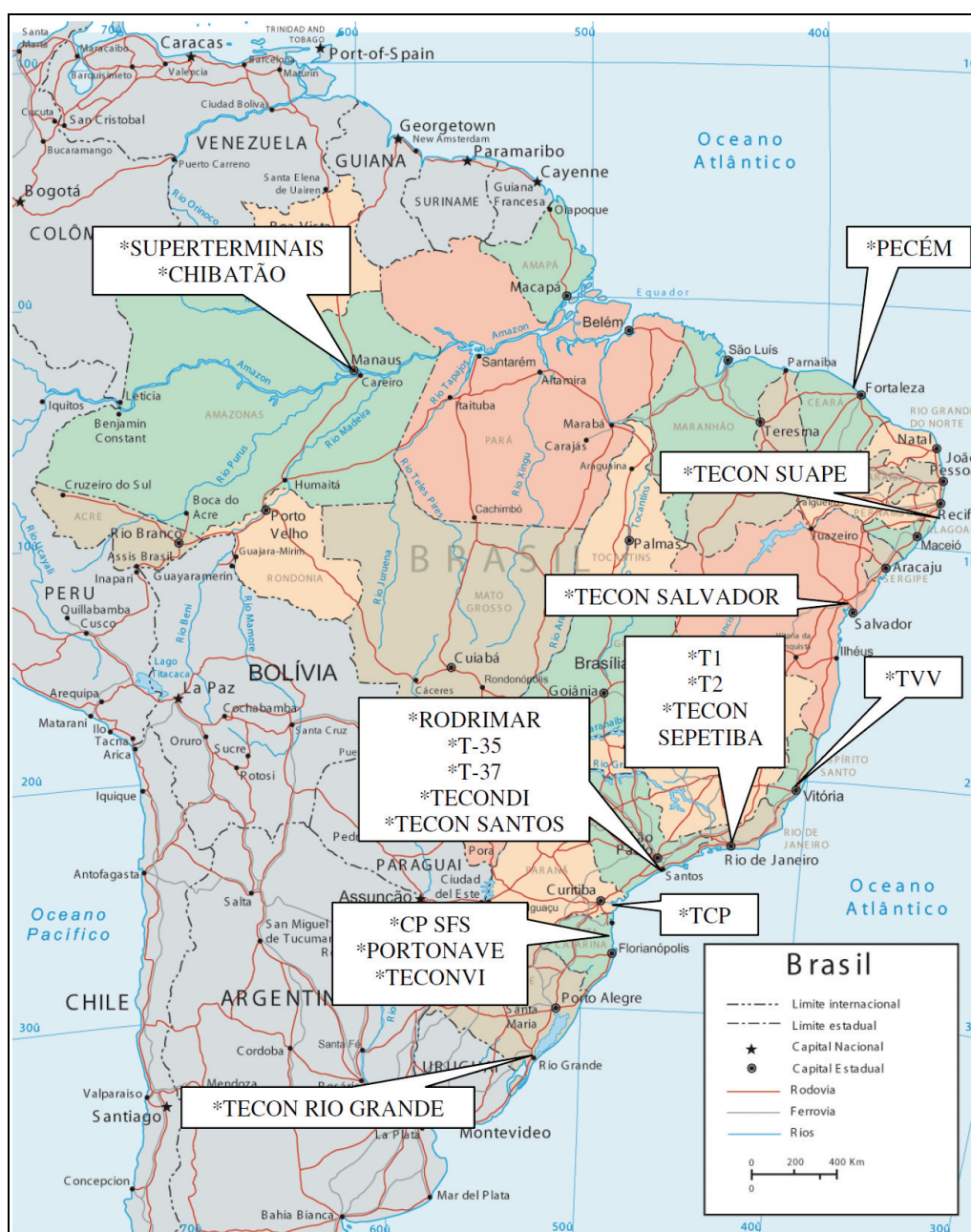


Figura 5.1: Localização dos terminais selecionados para a análise.

Visando realizar uma comparação internacional com o que há de mais moderno em termos de terminais containeros, nesta pesquisa também foram incluídos dois grandes e modernos terminais chineses situados em HongKong. O quadro 5.1 relaciona os terminais internacionais e o quadro 5.2 os nacionais.

Quadro 5.1: Terminais internacionais analisados

CHINA	HONG KONG	CT 3
	HONG KONG	CT 8W

Quadro 5.2: Terminais nacionais analisados

Região	UF	Porto	Terminal
Nordeste	Bahia	Salvador	TECON SV (BA)
	Pernambuco	Suape	TECON SU (PE)
	Ceará	Pecém	PECÉM (CE)
Norte	Amazonas	Superterminais- AM	Superterminais (AM)
	Amazonas	Chibatão - AM	Chibatão (AM)
Sudeste	São Paulo	Santos	RODRIMAR (SP)
	São Paulo	Santos	T-35 (SP)
	São Paulo	Santos	T-37 (SP)
	São Paulo	Santos	TECON ST (SP)
	São Paulo	Santos	TECONDI (SP)
	Espírito Santo	Vitória	TVV (ES)
	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	T1 - LIBRA (RJ)
	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	T2 - MULTIRIO (RJ)
	Rio de Janeiro	Itaguaí	TECON SEP (RJ)
Sul	Rio Grande do Sul	Rio Grande	TECON RG (RG)
	Paraná	Paranaguá	TCP (PR)
	Santa Catarina	Itajaí	TECONVI (SC)
	Santa Catarina	São Francisco do Sul	CP SFS (SC)
	Santa Catarina	Navegantes - SC	Portonave (SC)

5.3 Seleção das Variáveis

Conforme tratado no capítulo anterior, a seleção das variáveis para uma modelagem DEA é de vital importância para que os resultados obtidos sejam coerentes e reflitam da melhor forma possível a realidade. Dessa forma, as seguintes variáveis foram escolhidas:

5.3.1 *Inputs*

Foram selecionadas como variáveis de *inputs*, o “comprimento do cais”, a “área do terminal” e a “quantidade de equipamentos”.

O comprimento do cais diz respeito ao comprimento do cais atracável ou acostável, isto é, ao comprimento de cais que efetivamente pode ser utilizado, excetuando-se aqui os trechos que não servem à atracação de navios.

A área do terminal representa a área efetiva de operações com contêineres, ou seja, a área total de pátios ou armazéns construídos e prontos para operar. Não são consideradas aqui as áreas administrativas e terrenos para expansão.

A quantidade de equipamentos refere-se somente ao número de equipamentos do terminal envolvidos diretamente com a movimentação dos contêineres navio-cais e vice-versa. Essa variável representa de forma indireta a mão-de-obra que trabalha exclusivamente no manuseio de contêineres em um terminal portuário, levando-se em conta a relação predeterminada do número de trabalhadores com a quantidade total de equipamentos relevantes que trabalham nos terminais, de acordo com Notteboom *et al* (2000).

A variável “Equipamentos” representa o somatório geral dos equipamentos mais relevantes para a movimentação da carga, não considerando as outras instalações do pátio de contêineres. O quadro 5.3 apresenta as quantidades dos principais equipamentos dos portos e terminais a serem analisados.

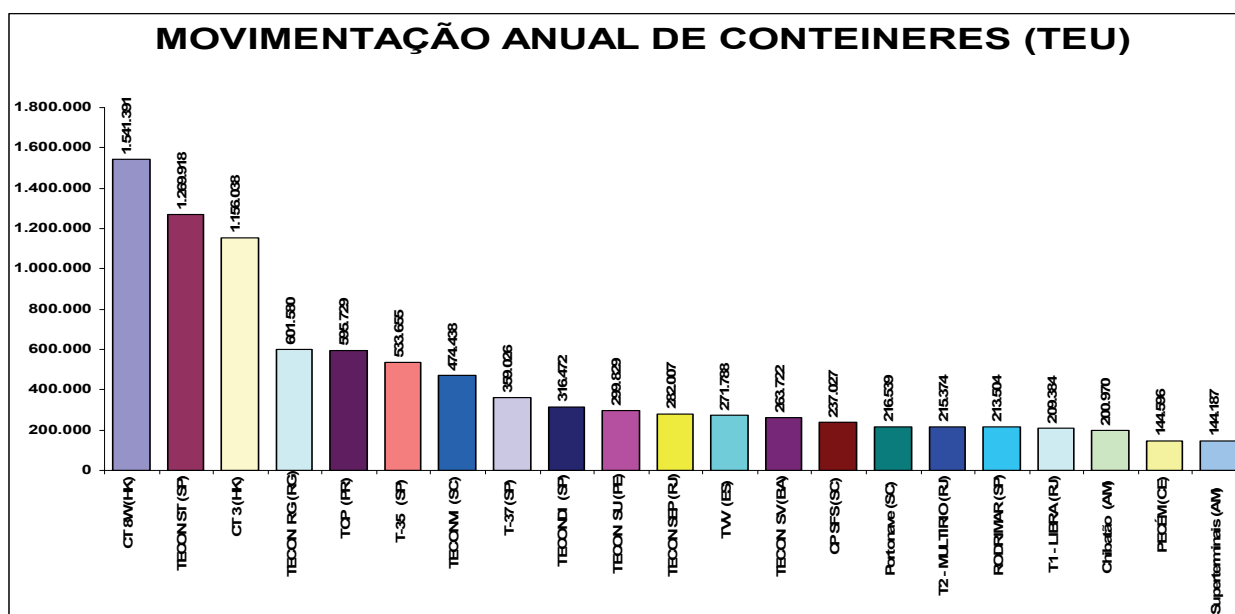
Quadro 5.3: Principais equipamentos a serem utilizados na análise.

Equipamentos				
Terminal	Reach Stacker	Guindastes Cais	Guindastes Pátio	Total
TECONVI (SC)	18	5	0	23
TCP (PR)	26	3	7	36
TECON RG (RG)	25	7	4	36
TECON SV (BA)	5	2	12	19
RODRIMAR (SP)	14	3	0	17
T-35 (SP)	12	4	12	28
T-37 (SP)	7	3	8	18
TECON ST (SP)	41	12	22	75
TECONDI (SP)	14	4	0	18
CP SFS (SC)	11	3	0	14
TECON SU (PE)	14	4	4	22
TVV (ES)	9	4	4	17
T1 - LIBRA (RJ)	11	4	0	15
T2 - MULTIRIO (RJ)	12	5	0	17
TECON SEP (RJ)	14	4	4	22
PECÉM (CE)	10	2	0	12
Portonave (SC)	2	5	8	15
Chibatão (AM)	22	3	0	25
Superterminais (AM)	10	0	0	10
CT 3	20	6	21	47
CT 8W	25	8	30	63

Fonte: Pesquisa do autor

5.3.2 Outputs

O gráfico 5.1 mostra a quantidade de TEUs movimentados, em 2008, nos terminais da amostra, incluindo os terminais chineses.

**Gráfico 5.1:** Movimentação anual de contêineres em 2008 Fonte: ANTAQ

Dada sua grande importância e representatividade dentro da produção em um terminal contêiner, foi considerado como *output* único a quantidade de TEUs movimentados pelos terminais no ano de 2008.

5.4 Dados

As informações contidas neste trabalho foram colhidas junto às administrações portuárias por meio de contato telefônico e e-mail, bem como por meio de pesquisa nos sites dos terminais, na internet. Outra parcela de informações foi extraída do livro Portos e Terminais Marítimos do Brasil, do site da ANTAQ e do site da ABRATEC.

Sendo assim, o quadro 5.4 apresenta os dados referentes aos *inputs* e *output* de forma consolidada, os quais foram aplicados no modelo matemático.

Quadro 5.4: Informações consolidadas sobre os *inputs* e *outputs*

Terminal	Inputs			Output
	Comprimento Cais	Área (m ²)	Equipamentos	Qtde. TEUs
TECONVI (SC)	740	180.000	23	474.438
TCP (PR)	564	302.800	36	595.729
TECON RG (RG)	850	240.000	36	601.580
TECON SV (BA)	450	73.433	19	263.722
RODRIMAR (SP)	325	70.000	17	213.504
T-35 (SP)	700	250.000	28	533.655
T-37 (SP)	370	130.000	18	359.026
TECON ST (SP)	980	484.000	75	1.269.918
TECONDI (SP)	410	100.000	18	316.472
CP SFS (SC)	380	86.000	14	237.027
TECON SU (PE)	660	280.000	22	299.829
TVV (ES)	464	108.000	17	271.788
T1 - LIBRA (RJ)	545	140.000	15	209.384
T2 - MULTIRIO (RJ)	533	180.000	17	215.374
TECON SEP (RJ)	540	400.000	22	282.007
PECÉM (CE)	350	90.000	12	144.596
Superterminais (AM)	240	104.000	10	144.187
Chibatão (AM)	432	125.000	25	200.970
Portonave (SC)	900	270.000	15	216.539
CT 3	305	167.000	47	1.156.038
CT 8W	740	285.000	63	1.541.391

As informações referentes aos terminais CT 3 e CT 8W foram extraídas de sites relacionados aos terminais de HongKong, principalmente do site do Marine Department of HongKong e da PSA International, controladora dos referidos terminais.

5.5 Orientação do modelo

Conforme mencionado no capítulo anterior, o modelo pode ser orientado a *input* ou a *output*, dependendo se o objetivo está na redução dos insumos ou no aumento dos produtos.

Tendo em vista as características do setor contêiner nacional, neste trabalho foi usado o modelo orientado a *output* visto que não se deseja reduzir o nível de *inputs* ou recursos, ou seja, não interessa diminuir a área do terminal, o comprimento do cais ou o número de equipamentos, mas o que se deseja é verificar qual deve ser o nível de movimentação anual de contêineres com a estrutura existente.

5.6 Utilização dos Modelos DEA

Para a análise realizada nesta dissertação, foram aplicados os modelos clássicos DEA, a saber:

- CCR ou CRS (*Constant Return of Scale*) que gera uma fronteira de eficiência com retornos constantes de escala; e
- BCC ou VRS (*Variable Return of Scale*) que gera uma fronteira de eficiência com retornos variáveis de escala.

Como tratado anteriormente, uma das maiores limitações dos modelos DEA Clássicos reside na liberdade que as DMUs possuem para atribuir pesos às variáveis que melhor lhes favoreça. Com isso, é normal serem gerados pesos nulos ou quase nulos para variáveis importantes, fazendo que os resultados dos modelos se afastem da realidade.

Nesses casos, é possível ser utilizada uma formulação que utiliza restrições à liberdade dada aos pesos, a qual permite discriminar e propor correções às discrepâncias em relação à realidade modelada.

Conforme mencionado anteriormente, em virtude da maior facilidade de compreensão e implementação, este trabalho utilizou a restrição à participação virtual (p-virtual), na qual se delimitou a participação proporcional dos três *inputs* visando alcançar um resultado de eficiência mais real e coerente.

5.6.1 Aplicando o Modelo CCR

Em um primeiro momento, os 19 terminais nacionais foram avaliados utilizando-se o modelo CCR. O quadro 5.5 fornece o ranking de eficiência e a distribuição dos pesos virtuais referentes às três variáveis de *inputs* gerados pelo modelo dos multiplicadores.

Quadro 5.5: Eficiência e distribuição dos pesos virtuais gerados pelo modelo dos multiplicadores.

Terminais	Eficiência	Cais (m)	Área (m²)	Equipamentos (Und)
TECONVI (SC)	1	0,0912	0,0018	0,9070
TCP (PR)	0,9199	0,3499	0,0028	0,6473
TECON RG (RG)	0,8723	0	0,4936	0,5064
TECON SV (BA)	1	0,3589	0,6411	0,0000
RODRIMAR (SP)	0,9302	0,2979	0,7021	0,0000
T-35 (SP)	0,9428	0,0722	0,0024	0,9254
T-37 (SP)	1	0,0603	0,0013	0,9384
TECON ST (SP)	1	0,3095	0,0048	0,6856
TECONDI (SP)	1	0	0,4482	0,5518
CP SFS (SC)	0,9194	0	0,4732	0,5268
TECON SU (PE)	0,6643	0,0856	0,0019	0,9125
TVV (ES)	0,8544	0	0,4816	0,5184
T1 - LIBRA (RJ)	0,6766	0,0000	0,0009	0,9990
T2 - MULTIRIO (RJ)	0,6154	0,0892	0,0011	0,9097
TECON SEP (RJ)	0,6343	0,0711	0,0025	0,9264
PECÉM (CE)	0,5948	0	0,4180	0,5820
Superterminais(AM)	0,7155	0,0698	0,0007	0,9295
Chibatão (AM)	0,5365	0,3006	0,6994	0,0000
Portonave (SC)	0,6991	0	0,0019	0,9981

Pode-se observar que a distribuição dos pesos para as variáveis dos terminais apresentou elevado nível de desequilíbrio, onde foram atribuídos pesos nulos ou muito pequenos para algumas variáveis. Por exemplo, TECON RG, relativamente às outras DMUs, possui um grande comprimento de cais (850 m): isso impacta bastante a combinação dos pesos das demais variáveis dessa unidade, gerando, no afã de se

maximizar a eficiência relativa, uma distribuição que considerou nulo o peso da referida variável. Esse também é um problema que se observa em outros terminais como o TECONDI, CP SFS, TVV, T1-LIBRA, PECÉM e PORTONAVE.

Pode-se igualmente observar desequilíbrios em relação à variável “Área” (TECONVI, TPC, etc) e à variável “Equipamentos” (TECON SV, RODRIMAR e CHIBATÃO).

Possivelmente qualquer indivíduo que detenha algum conhecimento de operação portuária observaria que é incoerente atribuir peso zero (ou muito pequeno) a variáveis tão importantes, o que afetaria consideravelmente a credibilidade do modelo.

5.6.1.1 Utilização das Restrições aos Pesos Virtuais

Visando resolver as discrepâncias mencionadas, são atribuídas restrições aos pesos virtuais, aonde são impostos limites, em porcentagem, para a distribuição de pesos a serem atribuídos às variáveis.

Dentro de um critério de importância e coerência, foram incorporadas ao modelo restrições oriundas da experiência do pesquisador, que elaborou esta dissertação, as quais foram ratificadas pelo especialista em portos, Prof. Gilberto Fialho. Para consubstanciar os limites impostos, foi realizada uma análise de sensibilidade que consta no Anexo 1. O quadro 5.6 apresenta as restrições que foram atribuídas aos *inputs*.

Quadro 5.6: Restrições atribuídas aos pesos virtuais dos *inputs*

VARIÁVEL	PARTICIPAÇÃO NA DISTRIBUIÇÃO DOS PESOS VIRTUAIS:
Comprimento de Cais	Igual ou superior a 10%;
Área do Terminal	Igual ou superior a 30%;
Equipamentos	Igual ou superior a 30%

Os valores atribuídos às restrições originaram-se da observação da importância de cada variável no contexto da movimentação de contêineres dentro de um terminal. Sendo assim, pode-se observar que, relativamente, as variáveis “Área do Cais” e “Equipamentos” possui uma certa precedência em relação à variável “Comprimento do

Cais”, visto que a frota atual de navios containeros que operam no Brasil possui uma capacidade superior de transporte de carga, demandando um acréscimo de área de armazenagem e uma quantidade maior de equipamentos eficientes para um mesmo comprimento de cais de atracação.

O quadro 5.7 apresenta o novo ranking e distribuição de pesos de acordo com as restrições impostas.

Quadro 5.7: Nova distribuição de pesos imposta pelas restrições

Terminais	Eficiência	Cais (m)	Área (m²)	Equipamentos (Und)
TECONVI (SC)	0,9729	0,1000	0,3000	0,6000
TCP (PR)	0,8649	0,2722	0,3000	0,4278
TECON RG (RG)	0,8637	0,1000	0,5264	0,3736
TECON SV (BA)	0,9936	0,1000	0,6000	0,3000
RODRIMAR (SP)	0,8777	0,1000	0,6000	0,3000
T-35 (SP)	0,8838	0,1000	0,3000	0,6000
T-37 (SP)	1	0,1273	0,4909	0,3818
TECON ST (SP)	1	0,2114	0,4771	0,3116
TECONDI (SP)	1	0,1271	0,4895	0,3834
CP SFS (SC)	0,9020	0,1000	0,4944	0,4056
TECON SU (PE)	0,5731	0,1000	0,3000	0,6000
TVV (ES)	0,8369	0,1000	0,5028	0,3972
T1 - LIBRA (RJ)	0,6220	0,1000	0,3000	0,6000
T2 - MULTIRIO (RJ)	0,5527	0,1000	0,3000	0,6000
TECON SEP (RJ)	0,5160	0,1000	0,3000	0,6000
PECÉM (CE)	0,5796	0,1000	0,3000	0,6000
Superterminais(AM)	0,6463	0,1000	0,3000	0,6000
Chibatão (AM)	0,5099	0,1805	0,5195	0,3000
Portonave (SC)	0,5462	0,1000	0,3000	0,6000

Dessa forma, somente os terminais T-37, TECON ST e TECONDI apresentaram-se eficientes, sendo que os mais ineficientes foram CHIBATÃO, TECON SEP e PORTONAVE.

5.6.1.2 Os referenciais para o Modelo CCR

O quadro 5.8 representa os resultados oriundos do modelo do envelope, o qual fornece informações relativas aos terminais eficientes que são referência para os ineficientes.

Quadro 5.8: Estabelecimento de referencias para os terminais ineficientes.

Terminais	Eficiência	T-37 (SP)	TECON ST (SP)	TECONDI (SP)
TECONVI (SC)	0,9729	1,3583	0	0
TCP (PR)	0,8649	0,7389	0,3335	0
TECON RG (RG)	0,8637	1,3465	0	0,6733
TECON SV (BA)	0,9936	0	0	0,8386
RODRIMAR (SP)	0,8777	0	0	0,7687
T-35 (SP)	0,8838	1,6819	0	0
T-37 (SP)	1	1	0	0
TECON ST (SP)	1	0	1	0
TECONDI (SP)	1	0	0	1
CP SFS (SC)	0,9020	0,2794	0	0,5134
TECON SU (PE)	0,5731	1,4572	0	0
TVV (ES)	0,8369	0,4613	0	0,5029
T1 - LIBRA (RJ)	0,6220	0,9377	0	0
T2 - MULTIRIO (RJ)	0,5527	1,0853	0	0
TECON SEP (RJ)	0,5160	1,5222	0	0
PECÉM (CE)	0,5796	0,6949	0	0
Superterminais(AM)	0,6463	0,6214	0	0
Chibatão (AM)	0,5099	0,5265	0	0,6482
Portonave (SC)	0,5462	1,1043	0	0

Sendo assim, podemos observar que o terminal T-37, pelas suas características, foi referencial para 14 terminais, o TECONDI foi para seis e o TECON ST somente para o TCP.

5.6.1.3 Estimativa de Movimentação para chegar à eficiência

Uma informação bastante interessante que pode ser extraída do modelo, a partir da projeção radial das DMUs na fronteira de eficiência, é a quantidade de carga que

deve ser movimentada por cada terminal ineficiente para que, mantendo-se o mesmo nível de *inputs*, o terminal possa alcançar a fronteira de eficiência e ser considerado eficiente.

O quadro 5.9 fornece a movimentação de contêineres atual e a movimentação projetada, apresentando qual deveria ser o percentual de acréscimo de movimentação das DMUs ineficientes para que elas pudessem alcançar a fronteira.

Dessa forma, os terminais TECONVI e TECON SV precisam aumentar muito pouco suas movimentações (3% e 1%, respectivamente) para entrarem para o grupo dos terminais eficientes. Entretanto, os terminais CHIBATÃO e TECON SEP seriam os dois que mais precisariam incrementar a movimentação de contêineres, necessitando de um acréscimo de 96% e 94%, respectivamente.

Quadro 5.9: Necessidade de acréscimo de movimentação nos terminais

Terminais	Eficiência	Projeção (TEU)	Atual (TEU)	Acréscimo Necessário
TECONVI (SC)	0,9729	487.653	474.438	3%
TCP (PR)	0,8649	688.764	595.729	16%
TECON RG (RG)	0,8637	696.511	601.580	16%
TECON SV (BA)	0,9936	265.409	263.722	1%
RODRIMAR (SP)	0,8777	243.263	213.504	14%
T-35 (SP)	0,8838	603.840	533.655	13%
T-37 (SP)	1	359.026	359.026	0%
TECON ST (SP)	1	1.269.918	1.269.918	0%
TECONDI (SP)	1	316.472	316.472	0%
CP SFS (SC)	0,9020	262.792	237.027	11%
TECON SU (PE)	0,5731	523.167	299.829	74%
TVV (ES)	0,8369	324.757	271.788	19%
T1 - LIBRA (RJ)	0,6220	336.652	209.384	61%
T2 - MULTIRIO (RJ)	0,5527	389.662	215.374	81%
TECON SEP (RJ)	0,5160	546.523	282.007	94%
PECÉM (CE)	0,5796	249.489	144.596	73%
Superterminais(AM)	0,6463	223.113	144.187	55%
Chibatão (AM)	0,5099	394.156	200.970	96%
Portonave (SC)	0,5462	396.470	216.539	83%

5.6.1.4 Conclusões sobre o modelo CCR

De uma forma geral, o modelo CCR parece não se mostrar o mais indicado para gerar o ranking de eficiência técnica, visto que os terminais efetivamente trabalham em escalas muito diferentes, tendendo a considerar mais eficiente as unidades de maior escala em detrimento as de menor porte (WANKE, 2009).

Neste estudo existem terminais que trabalham com grandes, médias e pequenas escalas. Logo, parece ser mais interessante trabalhar com o modelo BCC, buscando criar uma fronteira de eficiência variável e mais próxima à realidade, permitindo que terminais que movimentam em torno de 150.000 TEUs, ou 300.000 TEUs por ano possam ser avaliados no mesmo conjunto onde existem terminais que movimentam mais de 1.000.000 de TEUs por ano, podendo apresentarem-se tecnicamente eficientes, mostrando-se como referências aos terminais de porte semelhante.

5.6.2 Aplicando o Modelo BCC

Ao ser aplicado o modelo com retorno de escala variável, foram consideradas as mesmas restrições aos pesos virtuais utilizadas no modelo CCR.

Quadro 5.10: Eficiência e distribuição dos pesos virtuais gerados pelo modelo dos multiplicadores.

Terminais	Eficiência	Cais (m)	Área (m ²)	Equipamentos (Und)
TECONVI (SC)	1	0,1072	0,3503	0,5425
TCP (PR)	0,8685	0,1000	0,3000	0,6000
TECON RG (RG)	0,9041	0,1000	0,5738	0,3262
TECON SV (BA)	1	0,1000	0,6000	0,3000
RODRIMAR (SP)	1	0,3496	0,3504	0,3000
T-35 (SP)	0,9328	0,1000	0,3000	0,6000
T-37 (SP)	1	0,1273	0,4909	0,3818
TECON ST (SP)	1	0,1273	0,4909	0,3818
TECONDI (SP)	1	0,1000	0,5303	0,3697
CP SFS (SC)	1	0,1000	0,3677	0,5323
TECON SU (PE)	0,5941	0,1000	0,3000	0,6000
TVV (ES)	0,8486	0,1000	0,3754	0,5246
T1 - LIBRA (RJ)	0,6405	0,1000	0,3000	0,6000
T2 - MULTIRIO (RJ)	0,5571	0,1000	0,3000	0,6000
TECON SEP (RJ)	0,5408	0,1039	0,3000	0,5961
PECÉM (CE)	1	0,1000	0,5629	0,3371
Superterminais(AM)	1	0,1792	0,3000	0,5208
Chibatão (AM)	0,5138	0,1631	0,5369	0,3000
Portonave (SC)	0,5471	0,1000	0,3000	0,6000

Sendo assim, o quadro 5.10 mostra o ranking e a distribuição de pesos virtuais gerados ao se utilizar o modelo dos multiplicadores.

Em virtude da nova fronteira de eficiência que foi formada, o número de terminais que se apresentaram eficientes é bem maior que aquele gerado pelo modelo CCR. Dessa forma, observamos que terminais de menor porte como PECÉM e Superterminais apresentaram-se eficientes nesse novo ranking.

Pode-se constatar que, em média, o nível de eficiência aumenta quando se utiliza o modelo BCC.

5.6.2.1 Os Referenciais para o Modelo BCC

A aplicação do modelo do envelope fornece informações bastante relevantes. Além da identificação dos *benchmarks*, ou seja, dos terminais eficientes que são referenciais, também é possível interpretar qual a participação de cada referencial na construção da projeção eficiente de uma DMU ineficiente em virtude da propriedade da convexidade, que é uma característica desse modelo.

Como o somatório dos pesos virtuais de cada DMU é igual a 1, e baseando-se em características de similaridade entre as unidades, é possível verificar o quanto um terminal eficiente influencia um ineficiente.

O quadro 5.11 fornece os referenciais e a porcentagem que cada um deles influencia os terminais que não são tecnicamente eficientes.

Dessa forma, pode-se observar que o TECONVI, por suas características, participou com 96,19% na construção do referencial do TECON SU e com 23,88% em relação ao T2-MULTIRIO, por exemplo.

Por outro lado, pode-se verificar que o TECON SEP possui 61,19% do seu referencial baseado no TECONVI, 28,73% baseado no T-35 e 10,07% baseado no TECON ST.

Novamente o terminal T-37, por suas características de combinação de *inputs* e *outputs*, apresentou-se como o principal referencial no modelo BCC.

Quadro 5.11: Referenciais para os terminais ineficientes

Terminais	Eficiência	TECONVI (SC)	TECON SV (BA)	RODRIMAR (SP)	T-37 (SP)
TECONVI (SC)	1	1	0	0	0
TCP (PR)	0,8685	0	0	0	0,6411
TECON RG (RG)	0,9041	0	0	0	0,6216
TECON SV (BA)	1	0	1	0	0
RODRIMAR (SP)	1	0	0	1	0
T-35 (SP)	0,9328	0	0	0	0,7661
T-37 (SP)	1	0	0	0	1
TECON ST (SP)	1	0	0	0	0
TECONDI (SP)	1	0	0	0	0
CP SFS (SC)	1	0	0	0	0
TECON SU (PE)	0,5941	0,9619	0	0	0
TVV (ES)	0,8486	0	0	0	0,4126
T1 - LIBRA (RJ)	0,6405	0	0	0	0,7367
T2 - MULTIRIO (RJ)	0,5571	0,2388	0	0	0,7612
TECON SEP (RJ)	0,5408	0,6119	0	0	0,2873
PECÉM (CE)	1	0	0	0	0
Superterminais(AM)	1	0	0	0	0
Chibatão (AM)	0,5138	0	0	0	0,0462
Portonave (SC)	0,5471	0,3184	0	0	0,6816
Terminais	TECON ST (SP)	TECONDI (SP)	CP SFS (SC)	PECÉM (CE)	Superterminais (AM)
TECONVI (SC)	0	0	0	0	0
TCP (PR)	0,3589	0	0	0	0
TECON RG (RG)	0,3383	0,0402	0	0	0
TECON SV (BA)	0	0	0	0	0
RODRIMAR (SP)	0	0	0	0	0
T-35 (SP)	0,2339	0	0	0	0
T-37 (SP)	0	0	0	0	0
TECON ST (SP)	1	0	0	0	0
TECONDI (SP)	0	1	0	0	0
CP SFS (SC)	0	0	1	0	0
TECON SU (PE)	0,0381	0	0	0	0
TVV (ES)	0	0,4144	0,1730	0	0
T1 - LIBRA (RJ)	0	0	0,2633	0	0
T2 - MULTIRIO (RJ)	0	0	0	0	0
TECON SEP (RJ)	0,1007	0	0	0	0
PECÉM (CE)	0	0	0	1	0
Superterminais(AM)	0	0	0	0	1
Chibatão (AM)	0,0763	0,8775	0	0	0
Portonave (SC)	0	0	0	0	0

O TECON ST, maior terminal de contêineres brasileiro, participou com mais de 20% de referência para os outros três terminais nacionais que mais movimentaram contêineres em 2008 (TECON RG, TCP e T-35). A princípio, esse percentual de

participação não é maior pelo fato daquele terminal estar operando com uma escala bastante superior a esses.

Por suas características peculiares, os terminais TECON SV, RODRIMAR, PECÉM e Superterminais, embora sejam eficientes, não se apresentaram como referência para nenhum outro terminal.

5.6.2.2 Análise Gráfica

A análise gráfica representa uma interessante ferramenta exploratória para a interpretação das variáveis do modelo. Sabe-se que um modelo DEA tem tantas dimensões quanto seu número de variáveis. Contudo, a utilização de submodelos bidimensionais e tridimensionais é bastante interessante para a interpretação do modelo de uma forma geral.

Para uma análise gráfica mais refinada, foi utilizado o software IDEAL (Interactive Data Envelopment Analysis Laboratory), desenvolvido pela COPPE – UFRJ, único programa capaz de gerar a visualização tridimensional da fronteira de produtividade.

Outra característica e vantagem dos modelos clássicos quando analisados tridimensionalmente é que as DMUs verificadas eficientes com três variáveis continuam sendo eficientes quando se acrescentam outras variáveis.

O gráfico 5.2 mostra todas as combinações de *inputs* com o *output* “TEUs movimentados por ano”. Dependendo da combinação, o gráfico tridimensional gera nove, cinco ou uma face Pareto-Eficientes, cujos vértices são formados pelos *benchmarks*, ou seja, as unidades eficientes que se tornam os referenciais para as DMUs ineficientes. Essas unidades ineficientes são projetadas naquelas faces e os pesos, dentro das restrições impostas, são gerados de forma a minimizar a distância entre a DMU e a face mais próxima na fronteira.

Pode-se observar que o TECON SANTOS, por movimentar uma quantidade de carga substancialmente superior à movimentada pelos demais terminais, mostrou-se eficiente nas três combinações.

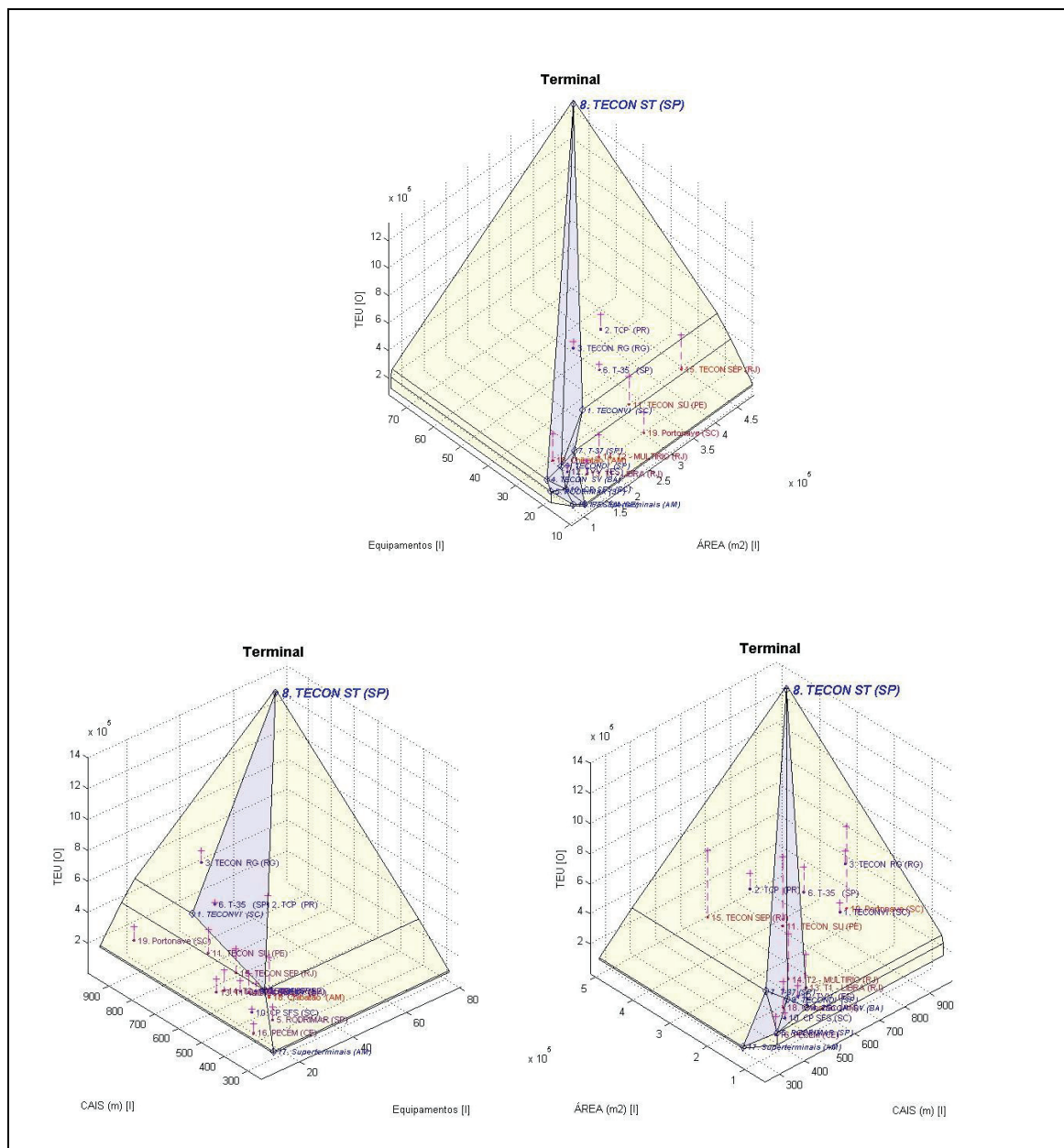


Gráfico 5.2: Apresentação tridimensional das fronteiras de eficiência Fonte: IDEAL

O gráfico 5.3 mostra a parte inferior do gráfico tridimensional onde é considerada a combinação dos *inputs* “equipamentos” e “área”, em relação à quantidade de TEUs movimentados. Pode-se observar que oito terminais, além do TECON SANTOS, mostraram-se como referenciais.

Ressalta-se que as DMUs com valores extremos, como limites superiores de *outputs* e limites inferiores de *inputs*, tendem a aparecer sempre como vértices do polígono, portanto, eficientes. Sendo assim, os terminais de PECÉM (com a menor área)

e Superterminais (com menor quantidade de equipamentos), apesar da relativa baixa movimentação de carga, apresentaram-se eficientes.

Isso significa dizer que para o nível de *inputs* observados nesses terminais, a movimentação de contêineres é maximizada para a escala em que eles trabalham.

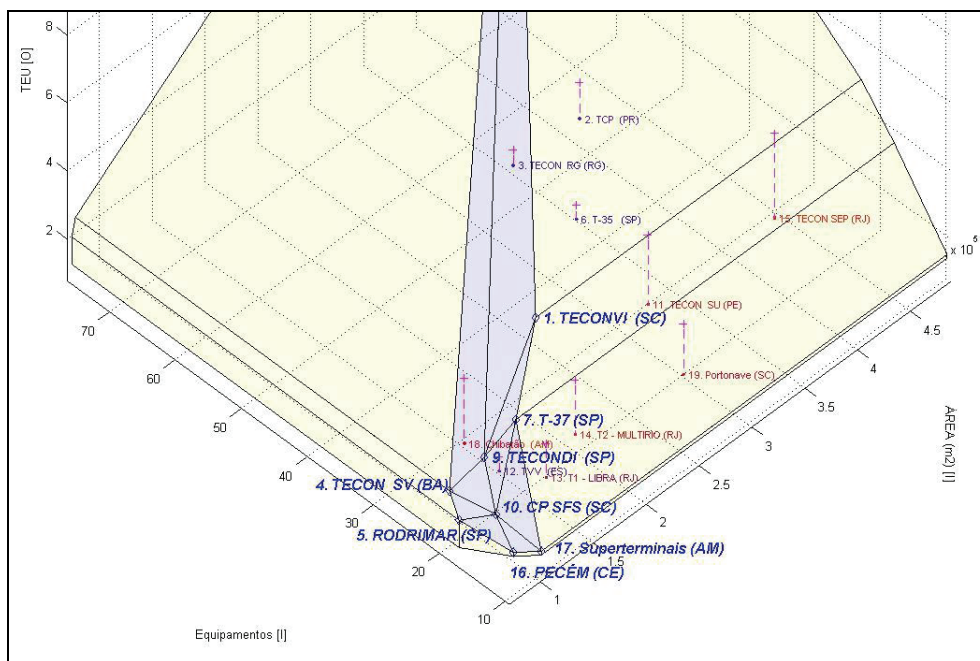


Gráfico 5.3: Fronteiras para Equipamentos x Área x TEUs Fonte: IDEAL

Quando são analisadas as dimensões “comprimento do cais” e “quantidade de equipamentos”, em relação à movimentação de TEUs, é verificada a presença de somente uma face Pareto-Eficiente, embora haja quatro unidades eficientes. O gráfico 5.4 faz a apresentação tridimensional.

A fronteira de eficiência possui em seus vértices os terminais TECON SANTOS, T-37 e TECONVI que maximizaram a utilização dos seus recurso em prol de uma maior movimentação de contêineres. A outra unidade eficiente é o Superterminais que não é referencial para nenhuma das DMUs ineficientes, mas que apresenta os menores valores de *inputs*, com menor cais e menor número de equipamentos.

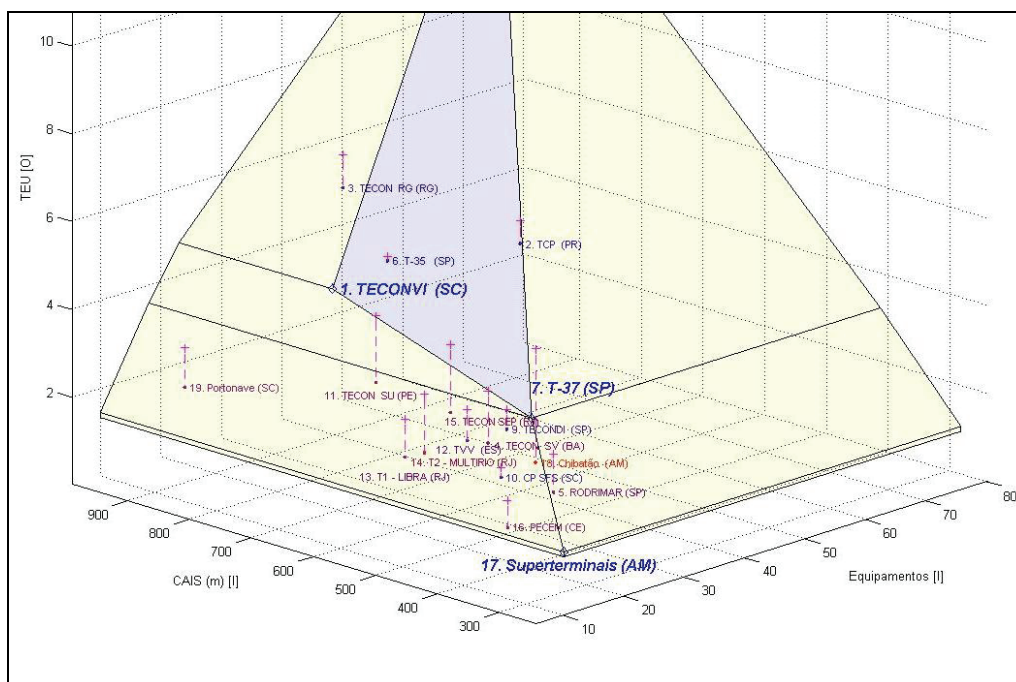


Gráfico 5.4: Fronteiras para Cais x Equipamentos x TEUs

Fonte: IDEAL

O gráfico 5.5 apresenta as fronteiras de eficiência geradas a partir da combinação das variáveis “comprimento de cais”, “área do terminal” e “movimento anual de TEUs”. Foram geradas cinco faces Pareto-Eficientes a partir de seis vértices, os quais incluem, além do TECON SANTOS (maior movimentação de carga), os terminais RODRIMAR (menor área) e Superterminais (menor cais).

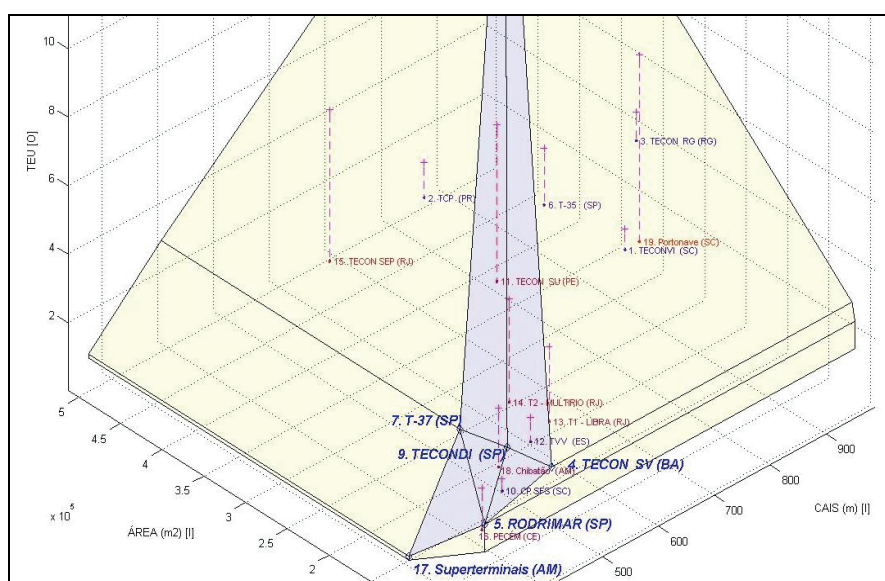


Gráfico 5.5: Fronteiras para Área x Cais x TEUs

Fonte: IDEAL

5.6.2.3 Estimativa de Movimentação para chegar à eficiência

De acordo com a projeção radial de eficiência do modelo BCC, é possível analisar o quanto cada terminal ineficiente precisa aumentar a movimentação de TEUs por ano, mantendo-se o mesmo nível de *inputs*, ou seja, a mesma estrutura, de forma que possa apresentar-se como eficiente. O quadro 5.12 mostra esses resultados.

Quadro 5.12: Necessidade de acréscimo de movimentação nos terminais

Terminais	Eficiência	Projeção (TEU)	Atual (TEU)	Acréscimo Necessário
TECONVI (SC)	1	474.438	474.438	0%
TCP (PR)	0,8685	685.914	595.729	15%
TECON RG (RG)	0,9041	665.426	601.580	11%
TECON SV (BA)	1	263.722	263.722	0%
RODRIMAR (SP)	1	213.504	213.504	0%
T-35 (SP)	0,9328	572.080	533.655	7%
T-37 (SP)	1	359.026	359.026	0%
TECON ST (SP)	1	1.269.918	1.269.918	0%
TECONDI (SP)	1	316.472	316.472	0%
CP SFS (SC)	1	237.027	237.027	0%
TECON SU (PE)	0,5941	504.710	299.829	68%
TVV (ES)	0,8486	320.290	271.788	18%
T1 - LIBRA (RJ)	0,6405	326.908	209.384	56%
T2 - MULTIRIO (RJ)	0,5571	386.587	215.374	79%
TECON SEP (RJ)	0,5408	521.423	282.007	85%
PECÉM (CE)	1	144.596	144.596	0%
Superterminais(AM)	1	144.187	144.187	0%
Chibatão (AM)	0,5138	391.177	200.970	95%
Portonave (SC)	0,5471	395.768	216.539	83%

Observa-se que alguns terminais estão bem próximos da eficiência técnica. Este é o caso do TCP e do TECON RG, que precisam aumentar em 15% e 11%, respectivamente, a movimentação de TEUs.

O terminal T-35 é um caso especial. Ele é praticamente contíguo ao terminal T-37, no porto de Santos e ambos pertencem à mesma empresa. Por conta disso, normalmente os equipamentos, área e cais do T-35 são utilizados pelo T-37 e vice-

versa, sendo que podemos, a grosso modo, considera-los como um terminal único. Pelo modelo matemático, seria necessário aumentar em 7% a movimentação do T-35 para que este alcançasse a fronteira de eficiência, isto significaria um acréscimo de movimentação em torno de 37.400 TEUs por ano. Caso fosse considerada uma transferência de 37.400 TEUs do T-37 para o T-35, aquele terminal continuaria sendo eficiente e este alcançaria a eficiência técnica. Logo, podemos considerar que todos os terminais de contêineres do porto de Santos são tecnicamente eficientes.

Os terminais cariocas necessitariam, em média, aumentar em mais de 60% suas movimentações. Embora sejam de empresas diferentes, os terminais T1 – LIBRA e T2 - MULTIRIO eventualmente realizam operações conjuntas como as que ocorrem nos terminais santistas T-37 e T-35, contudo o nível de eficiência não é incrementado de forma relevante em virtude da relativa baixa movimentação de carga. O TECON SEPETIBA, por suas dimensões, é o terminal que necessitaria maior incremento de carga, sendo necessário aumentar em 85% a movimentação anual de contêineres a fim de alcançar a fronteira de eficiência.

O modelo permite concluir que assim como o TECON SEPETIBA, o TECON SUAPE, em Pernambuco, necessitaria aumentar substancialmente sua movimentação de carga tendo em vista seus níveis de insumos que refletem sua infraestrutura, ou seja, é um terminal recente e moderno, projetado para ser grande, mas que não atrai carga suficiente para apresentar-se como eficiente.

Em relação ao terminal de Chibatão, a grande quantidade de equipamentos e, de certa forma, o comprimento do cais geram a necessidade de que haja um volume muito maior de movimentação de carga para que esse terminal alcance a eficiência. Informações colhidas junto a executivos do setor contêineres dão conta de que em virtude da concorrência com o Terminal Superterminais, também localizado na capital amazonense, Chibatão tem investido pesadamente em equipamentos a fim de estabelecer-se como o principal terminal para o recebimento de matéria-prima e escoamento da produção da Zona Franca de Manaus.

Quanto ao Portonave, a pesquisa contemplou o primeiro ano de operação efetiva desse moderno terminal. Obviamente a demanda de carga inicial foi bem aquém da capacidade para a qual o terminal foi projetado. Sendo assim, a necessidade de aumento

de carga mostra-se natural. O assoreamento do canal de acesso no rio Itajaí-Assu em virtude das enchentes que assolaram o estado de Santa Catarina no final do ano de 2008 corroborou para uma menor movimentação, visto que restringiu bastante o acesso de navios containeros ao terminal.

5.6.3 Escala de Eficiência

Ao se trabalhar com os modelos CCR e BCC, pode-se verificar a eficiência de escala (EE) de cada terminal analisando o coeficiente resultante da divisão da eficiência do modelo CCR pela eficiência do modelo BCC:

$$Eficiência\ de\ Escala = \frac{Eficiência\ CCR}{Eficiência\ BCC}$$

Quando esse coeficiente é igual a 1, há eficiência de escala, ou seja, a DMU está operando na escala ótima e qualquer ineficiência observada no modelo CCR e/ou BCC é derivada tão somente das características dos *inputs* e *outputs*.

Quando esse coeficiente é menor que 1, observa-se ineficiência de escala, a qual ocorre em situações onde existem retornos de escala crescentes ou decrescentes.

É possível verificar se os retornos de escala são crescentes ou decrescentes, pelo modelo CCR, bastando para isso observar o somatório dos λ (pesos ou facetas) de cada DMU, pelo modelo do envelope:

- Se o somatório de λ for igual a 1, há retorno constante de escala;
- Se o somatório de λ for menor que 1, há retorno crescente de escala; e
- Se o somatório de λ for maior que 1, há retorno decrescente de escala.

O quadro 5.13 apresenta como os terminais se comportaram em relação à eficiência de escala.

Quadro 5.13: Eficiência e Retornos de Escala

Terminais	Eficiência CCR	Eficiência BCC	Eficiência de Escala	$\Sigma\lambda$ CCR	U*	Retorno de Escala
TECONVI (SC)	0,9729	1	0,9729	1,3583	1	DECRESCENTE
TCP (PR)	0,8649	0,8685	0,9959	1,0724	1	DECRESCENTE
TECON RG (RG)	0,8637	0,9041	0,9554	2,0198	1	DECRESCENTE
TECON SV (BA)	0,9936	1	0,9936	0,8386	-1	CRESCENTE
RODRIMAR (SP)	0,8777	1	0,8777	0,7687	-1	CRESCENTE
T-35 (SP)	0,8838	0,9328	0,9474	1,6819	1	DECRESCENTE
T-37 (SP)	1	1	1	1	1	CONSTANTE
TECON ST (SP)	1	1	1	1	1	CONSTANTE
TECONDI (SP)	1	1	1	1	1	CONSTANTE
CP SFS (SC)	0,9020	1	0,9020	0,7928	-1	CRESCENTE
TECON SU (PE)	0,5731	0,5941	0,9647	1,4572	1	DECRESCENTE
TVV (ES)	0,8369	0,8486	0,9862	0,9642	-1	CRESCENTE
T1 - LIBRA (RJ)	0,6220	0,6405	0,9711	0,9377	-1	CRESCENTE
T2 - MULTIRIO (RJ)	0,5527	0,5571	0,9921	1,0853	1	DECRESCENTE
TECON SEP (RJ)	0,5160	0,5408	0,9541	1,5222	1	DECRESCENTE
PECÉM (CE)	0,5796	1	0,5796	0,6949	-1	CRESCENTE
Superterminais(AM)	0,6463	1	0,6463	0,6214	-1	CRESCENTE
Chibatão (AM)	0,5099	0,5138	0,9924	1,1747	1	DECRESCENTE
Portonave (SC)	0,5462	0,5471	0,9982	1,1043	1	DECRESCENTE

Na prática esses resultados fornecem informações bastante pertinentes sobre o comportamento das DMUs sob a ótica da eficiência técnica: possuir retorno crescente de escala significa dizer que se a DMU aumentar sua escala de atividades, há evidências de que ela aumentará sua eficiência técnica, contudo para se tornar eficiente, ela deve adequar seus níveis de insumos e produtos.

Cooper et al (2000) fornece um exemplo bastante interessante em relação à fusão de instituições bancárias no Japão, concluindo que não bastava somente juntar os insumos e produtos de duas instituições bancárias ineficientes (ambas com retornos de escala crescente) para que a organização fundida fosse eficiente. De fato a eficiência aumentou, contudo não alcançou 100% pois seria necessário reduzir os insumos de forma a adequá-los à fronteira de eficiência.

Por outro lado, as DMUs que apresentam retorno decrescente de escala tendem a aumentar sua eficiência ao reduzir sua escala de atividades. Por exemplo, instituições

que apresentam esse tipo de retorno de escala, ao se desmembrarem e se dividirem, tendem gerar DMUs mais eficientes. Contudo, assim como no caso do retorno crescente de escala, é necessário ajustar os insumos e produtos para que as instituições sejam eficientes.

Somente os terminais santista T-37, TECON ST e TECONDI apresentaram eficiência de escala, ou seja, funcionaram em uma escala de eficiência técnica ótima pois independente da forma de avaliação, quer seja por retorno constante de escala quanto por retorno variável de escala, demonstraram ser eficientes.

TCP, TECON SV, T2-MULTIRIO, Chibatão e Portonave apresentaram eficiências de escala bem próximas a 100%. Como comentado anteriormente, esses terminais estavam operando próximos da escala ótima. Logo, vale ressaltar que os terminais que apresentaram baixos escores de eficiência e alta eficiência de escala, como por exemplo o T2-MULTIRIO, tem como origem das ineficiências as relações de insumos e produtos, e não a questão da escala de operação do terminal.

Os terminais TECON SV, RODRIMAR, CP SFS, TVV, T1-LIBRA, PECÉM e Superterminais apresentaram ineficiência de escala indicando retorno crescente de escala. Isto significa que há evidências de que um aumento na escala de operação do terminal pode representar um aumento da eficiência global do mesmo.

Em relação aos terminais TECONVI, TCP, TECON-RG, T-35, TECON SU, T2-MULTIRIO, TECON SEP, Chibatão e Portonave o inverso ocorre, pois eles apresentaram retorno decrescente de escala, ou seja, para esses terminais há evidências de que uma diminuição da escala de operação pode levar os terminais a um aumento da eficiência.

5.6.4 Terminais de HongKong

Nas últimas décadas, a economia chinesa vem crescendo de forma bastante acelerada, constituindo-se em uma das mais importantes economias do planeta, destacando-se de forma bastante relevante no cenário comercial internacional.

Esse vigor econômico não seria possível se o país não contasse com um sistema portuário eficiente para receber uma grande quantidade de matérias-primas e, principalmente, para escoar os produtos produzidos naquele país.

A maior parte dos produtos manufaturados chineses é transportada pelo modal aquaviário (UNCTAD, 2008). Movimentando mais de 120 milhões de TEUs por ano, seis dos dez portos que mais movimentam contêineres no mundo estão na China. A movimentação de carga pelos terminais chineses é gigantesca: somente HongKong, em 2008, movimentou algo em torno de 24,5 milhões de TEUs, ou seja, três vezes e meia a quantidade de TEUs movimentados em todos os portos brasileiros.

Dentro desse contexto de elevada movimentação de contêineres e alta produtividade, foram selecionados dois terminais de contêineres modernos de HongKong para fazer parte do modelo visando verificar como os terminais brasileiros se apresentavam quando comparados a referências internacionais.

Visto que a nova amostra, incluindo os terminais CT 3 e CT 8W, possui uma grande diferença no que se refere à escala de operação portuária, optou-se pela utilização do modelo BCC, visando a construção de uma fronteira de eficiência variável de acordo com a escala.

Dessa forma, o quadro 5.14 representa o novo ranking de eficiência obtido, com os atributos de referência oriundos do modelo do envelope.

Constata-se que os dois terminais chineses apresentaram-se eficientes, sendo que o terminal CT3 tornou-se a referência para 14 dos 20 terminais comparados. Este resultado foi fruto da combinação das variáveis, visto que o CT 3 apesar de possuir um comprimento de cais, área e quantidade de equipamentos relativamente pequeno movimenta uma grande quantidade de TEUs.

O terminal CT 8W apresenta-se como referência somente para o TECON ST, principalmente em virtude da sua grande escala de operação. De todas as DMUs da amostra, TECON ST era a única que tinha a dimensão estrutural semelhante ao CT 8W.

Quadro 5.14: Eficiência e referenciais para os terminais ineficientes – incluindo terminais de HongKong

Terminais	Eficiência	RODRIMAR (SP)	CP SFS (SC)	PECÉM (CE)	Superterminais(AM)	CT 3	CT 8W
TECONVI (SC)	0,7329	0	0,5535	0	0	0,4465	0
TCP (PR)	0,5172	0	0	0	0,0042	0,9958	0
TECON RG (RG)	0,5390	0	0,0435	0	0	0,9565	0
TECON SV (BA)	0,9459	0,9307	0	0	0	0,0693	0
RODRIMAR (SP)	1	1	0	0	0	0	0
T-35 (SP)	0,6158	0	0	0	0,2861	0,7139	0
T-37 (SP)	0,8835	0	0	0	0,7409	0,2591	0
TECON ST (SP)	0,8221	0	0	0	0	0	1
TECONDI (SP)	0,8700	0	0,8621	0	0	0,1379	0
CP SFS (SC)	1	0	1	0	0	0	0
TECON SU (PE)	0,4384	0	0	0	0,4666	0,5334	0
TVV (ES)	0,7531	0	0,8652	0	0	0,1348	0
T1 - LIBRA (RJ)	0,5939	0	0,8743	0	0	0,1257	0
T2 - MULTIRIO (RJ)	0,4797	0	0	0	0,6988	0,3012	0
TECON SEP (RJ)	0,3933	0	0	0	0,4339	0,5661	0
PECÉM (CE)	1	0	0	1	0	0	0
Superterminal (AM)	1	0	0	0	1	0	0
Chibatão (AM)	0,3420	0	0,6186	0	0	0,3814	0
Portonave (SC)	0,4903	0	0	0	0,7060	0,2940	0
CT 3 (HK)	1	0	0	0	0	1	0
CT 8W (HK)	1	0	0	0	0	0	1

Em relação aos terminais nacionais, o Superterminais (AM) apresentou-se como referência para sete terminais nacionais, tendo participação superior a 40% na referência ao terminal T-37, TECON SU, T2-MULTIRIO, TECON SEP e Portonave.

O Cais Público de São Francisco do Sul (CP SFS) foi referencial para seis terminais nacionais, influenciando com mais de 50% a cinco deles: TECONVI, TECONDI, TVV, T1-LIBRA e Chibatão. Embora não seja essencialmente um clássico terminal contêiner como as demais DMUs deste trabalho, O CP SFS é administrado pela autarquia estadual Administração do Porto de São Francisco do Sul – APSFS, a qual opera com fortes características de terminal privado.

O terminal RODRIMAR é referência somente para TECON SV (93,07%), e PECÉM, embora eficiente, não se mostrou como referencial para nenhum outro terminal.

O quadro 5.15 apresenta a estimativa de movimentação de carga para que os terminais alcancem a fronteira de eficiência. Assim como a análise feita na subseção 5.5.2.3, é possível verificar por meio da projeção radial qual deveria ser o incremento da

movimentação de carga em cada terminal ineficiente a fim de se alcançar a eficiência técnica.

De um modo geral, os resultados mostram que os grandes terminais brasileiros deveriam aumentar consideravelmente suas movimentações.

Quadro 5.15: Eficiência e referenciais para os terminais ineficientes – incluindo terminais de HongKong

Terminais	Eficiência	Projeção (TEU)	Atual (TEU)	Acréscimo Necessário
TECONVI (SC)	0,7329	647.335	474.438	36%
TCP (PR)	0,5172	1.151.837	595.729	93%
TECON RG (RG)	0,5390	1.116.032	601.580	86%
TECON SV (BA)	0,9459	278.795	263.722	6%
RODRIMAR (SP)	1	213.504	213.504	0%
T-35 (SP)	0,6158	866.557	533.655	62%
T-37 (SP)	0,8835	406.375	359.026	13%
TECON ST (SP)	0,8221	1.544.661	1.269.918	22%
TECONDI (SP)	0,8700	363.740	316.472	15%
CP SFS (SC)	1	237.027	237.027	0%
TECON SU (PE)	0,4384	683.884	299.829	128%
TVV (ES)	0,7531	360.872	271.788	33%
T1 - LIBRA (RJ)	0,5939	352.533	209.384	68%
T2 - MULTIRIO (RJ)	0,4797	449.004	215.374	108%
TECON SEP (RJ)	0,3933	717.014	282.007	154%
PECÉM (CE)	1	144.596	144.596	0%
Superterminal (AM)	1	144.187	144.187	0%
Chibatão (AM)	0,3420	587.581	200.970	192%
Portonave (SC)	0,4903	441.642	216.539	104%
CT 3 (HK)	1	1.156.038	1.156.038	0%
CT 8W (HK)	1	1.541.391	1.541.391	0%

O maior terminal da América Latina, o TECON SANTOS deveria incrementar em 22% sua movimentação e, em média, os demais grandes terminais nacionais, TCP e TECON RG, deveriam quase que duplicar suas movimentações. Alguns terminais de menor porte como o TECON SALVADOR e os terminais santistas T-37 e TECONDI necessitariam de um aumento de carga relativamente pequeno (entre 6 e 15%) em virtude da sua escala de trabalho.

A introdução dos terminais chineses no modelo confirma que um elemento fundamental para a eficiência do terminal reside no volume de movimentação de contêineres.

A economia chinesa sobrepuja bastante a brasileira em relação às importações e principalmente às exportações de carga containerizada. A necessidade de se movimentar uma maior quantidade de carga certamente demanda uma melhor utilização dos *inputs* e, conseqüentemente, um maior nível de eficiência técnica.

Por outro lado, como será abordado mais adiante neste trabalho, a questão da infraestrutura de acesso terrestre e aquaviário ao terminal, por exemplo, é essencial quando se trata de eficiência portuária.

Dessa forma, a princípio, os terminais nacionais não parecem ser os principais responsáveis pelos baixos escores de eficiência gerados quando comparados com os terminais de HongKong, visto que outras variáveis devem ser consideradas nessa análise de desempenho.

CAPÍTULO 6

USO DE MAPAS COGNITIVOS NA ESTRUTURAÇÃO DO PROBLEMA PORTUÁRIO

6.1 Introdução

Ao se avaliar os terminais com os modelos DEA, pode-se observar que foi utilizado um pequeno número de variáveis que, de acordo com a literatura, refletem de forma mais contundente o nível de eficiência das DMUs.

Contudo, observando a complexidade do setor contêiner, é fácil constatar que outras variáveis importantes fazem parte da estrutura do problema e que seria desejável considerá-las, pois afetam de forma direta a avaliação de desempenho dos terminais.

O modelo matemático utilizou o conceito de eficiência segundo Farrel (apud CHARNES, 1978), o qual a definiu como o reflexo da habilidade de uma firma em obter o máximo de produção, dado um conjunto de insumos. Foi adotado um critério econômico e utilitário, que revela a capacidade administrativa de produzir o máximo de resultados com o mínimo de recursos, energia e tempo.

A fim de se estruturar de forma sistemática o problema, buscando entender a importância de outras variáveis para a avaliação dos terminais, a elaboração de Mapas Cognitivos foi utilizada como ferramenta.

6.2 Uso de Mapas Cognitivos

Segundo Gomes (Apud ZAWADZKI e BELDERRAIN, 2008), o mapeamento cognitivo consiste em uma técnica que “permite retratar idéias, sentimentos, valores e atitudes e seus inter-relacionamentos, de forma que torne possível um estudo e uma análise posterior, utilizando para tal uma representação gráfica”.

De acordo com Rosenhead (2001), a estruturação de problemas é uma das etapas do processo de tomada de decisão que objetiva estruturar assuntos, problemas e situações para os quais se buscam propostas de decisões. Logo, o objetivo principal da utilização de mapas cognitivos não é resolver o problema.

Por meio da utilização de mapas é possível entender como diferentes aspectos de um problema podem relacionar entre si, sendo que ao longo do seu processo de construção é possível compreender melhor tanto uma situação bastante complexa como até mesmo uma simples situação de menor complexidade.

Essa ferramenta é indicada para se estruturar problemas estabelecendo relações de causalidade, levando-se em conta todo o leque de aspectos (subjetivos ou objetivos) que podem afetar diretamente um processo de tomada de decisão.

Para a confecção dos mapas, foi utilizado o software IHMC CmapTools, adaptado para a construção de mapas cognitivos.

Há dois objetivos principais na confecção de Mapas Cognitivos neste trabalho:

Primeiramente busca-se representar de forma simples e clara os vários aspectos da problemática que envolve o setor contêiner, uma vez que elementos como a intuição, o bom senso e a subjetividade são considerados. Sendo assim, reconhece-se que as variáveis utilizadas no modelo matemático representam somente uma parcela do total de variáveis importantes do problema, devendo-se também ser consideradas outras variáveis para que haja uma avaliação mais real da eficiência.

Em segundo lugar, procura-se criar uma estruturação que possa servir como base para trabalhos futuros visto que, segundo Zawadzki e Belderrain (2008), os métodos que são aplicados com o objetivo de estruturar problemas procuram viabilizar uma estrutura ideal a fim de que os grupos que em uma futura instância venham a tomar decisões se deparem com um problema que já tenha sido estrategicamente mapeado.

Na verdade, para se entender o setor portuário que movimenta contêineres, focando as ações necessárias para se elevar a eficiência dos terminais, é necessário conhecer mais profundamente as dificuldades e os diversos fatores relevantes dentro dos processos que ocorrem.

De uma forma geral, os problemas podem apresentar-se das seguintes formas:

- **Estruturados:** É possível se identificar de forma fácil uma estratégia de ação;
- **Semi-estruturados:** Quando uma estratégia de ação não está explícita, mas pode ser encontrada; e

- ***Não estruturados:*** Quando não se consegue identificar e definir exatamente o que precisa ser melhorado ou corrigido. Logo, um complexo trabalho de estruturação será necessário para se encontrar alguma estratégia de ação.

É comum dar-se pouca importância à fase de estruturação do problema, pois normalmente encara-se os problemas como já sendo estruturados. Contudo, a maior parte dos problemas reais não se apresenta dessa forma. De um modo geral, é comum gastar-se muito mais tempo tentando empreender ações para resolver um problema do que na fase de estruturação e compreensão do mesmo.

Como consequência de uma abordagem simplória de um problema, torna-se possível perder o foco do problema real, correndo-se o risco de solucionar o problema errado em virtude da falta de compreensão de todo o contexto onde está inserida a questão principal do problema.

Basicamente, um problema deve ser estruturado quando o mesmo ainda não está pronto para fazer parte de um modelo.

6.3 Construção dos Mapas Cognitivos

Segundo Eden (1988), o mapeamento cognitivo pode ser visto como uma tentativa de isolar e representar as idéias de uma pessoa e dispô-las de maneira hierarquizada, obedecendo à lógica de que os resultados/fins/objetivos mais importantes são hierarquicamente superiores no mapa. Dessa forma, teremos no topo os objetivos; no centro, as questões-chave ou estratégicas; e na base, as possíveis ações que sugerem soluções para as questões-chave a que estão ligadas.

O mapa pode ser representado como um grafo orientado, composto por nós e arcos direcionados: os nós representam as idéias (também chamadas de constructos ou conceitos) que refletem diretamente o pensamento do indivíduo e os arcos direcionados representam as conexões dessas idéias. Sendo assim, um mapa tem a forma de uma rede de frases ligadas entre si por meio dos arcos. Esse mapa deve ser orientado à ação, tornando dessa forma o modelo mais dinâmico e objetivo.

Ressalta-se que as ligações entre os diferentes conceitos devem apresentar forma hierárquica, indicando de que forma um conceito pode gerar ou ter implicações sobre os outros, posicionando no mapa um conceito em relação aos demais.

Os mapas cognitivos foram elaborados de acordo com entrevistas pessoais concedidas por alguns dos principais atores do setor containerizado: o presidente de uma das maiores transportadoras mundiais especializada em contêineres, um executivo de um moderno terminal de contêineres brasileiro, um professor especialista em infraestrutura portuária e o Diretor de Portos da agência reguladora federal. As opiniões e idéias do pesquisador que elaborou esta dissertação também foram incorporadas ao trabalho, gerando o quinto mapa cognitivo.

Esta pesquisa utilizou mapas cognitivos do tipo causal, os quais são centrados no raciocínio causal que liga entidades ao longo do tempo, ou no raciocínio que embasa decisões.

O quadro 6.1 mostra as principais características de um mapeamento cognitivo.

Quadro 6.1: Características de um mapa cognitivo.

OBJETIVO	OBTENÇÃO DE DADOS	RELAÇÃO ENTRE CONCEITOS	FORMATO TÍPICO	RESULTADO OBTIDO PELA ANÁLISE
Identificar as relações de influência e causalidade entre os conceitos.	Entrevista pouco estruturada, do tipo <i>Brainstorming</i> para identificação dos Elementos Primários de Avaliação (EPA) Entrevista estruturada para identificar os vínculos causais entre os conceitos.	A causa B. Porque A é importante? Como atingir B?	Redes de associação entre conceitos com o uso de setas indicando o sentido de causalidade, atreladas a sinais (+ ou -), de acordo com a natureza da relação.	Redes de causalidades construídas para explicar um evento. Seqüências de ações que conduzem a resultados desejados. Lógica que embasa decisões sobre cursos alternativos de ação para atingir metas desejadas.

Fonte: Zawadzki e Belderrain (2008)

Baseando-se nessas características e utilizando a metodologia proposta por Rosenhead (2001), os mapas cognitivos foram elaborados de acordo com a sequência de construção que segue:

1. Definição do rótulo do problema
2. Identificação dos Elementos Primários de Avaliação (EPA)
3. Construção e hierarquização dos conceitos

A fim de conduzir todo o processo de elaboração do mapa, o pesquisador assumiu a função de facilitador/mapeador, extraindo dos entrevistados as perspectivas acerca dos problemas relacionados à eficiência dos terminais, dando forma ao mapa ao abordar aspectos subjetivos do pensamento de cada indivíduo.

O rótulo do problema escolhido pelo facilitador foi “AUMENTAR A EFICIÊNCIA DOS TERMINAIS DE CONTÊINERES”, que é o foco da avaliação de desempenho deste trabalho.

A partir do rótulo do problema, os diversos entrevistados geraram diferentes “conceitos cabeça”, ou seja, idéias que não geram nenhuma implicação e não originam ligações de influência, representando os objetivos a serem atingidos.

Uma vez definido o rótulo do problema, foi realizado um *brainstorming* com cada entrevistado e também foi utilizado um conjunto de perguntas que serviu para identificar os elementos primários de avaliação (EPAs), os quais foram a base para a construção do mapa.

Buscou-se estabelecer diversos elementos primários de avaliação, pois de acordo com Zawadzki e Belderrain (2008), uma característica dos mapas que possuem pequena quantidade de EPAs é a pobreza de informações, o que pode gerar o comprometimento da definição do problema.

A partir dos EPAs, os conceitos foram construídos com frases curtas que forneceram um aspecto de ação ao pensamento dos entrevistados.

Os primeiros conceitos geraram a seguinte pergunta:

“Como fazer para atingir este conceito?”

Esta pergunta foi efetuada repetidas vezes gerando novos conceitos, chamados conceitos “meio”. Quando a pergunta alcançava um nível de detalhamento tal que fugia ao objetivo deste trabalho, consideravam-se as respostas esgotadas, gerando assim conceitos denominados de “conceitos cauda”, ou seja, constructos que representavam opções para se encerrar um caminho que emanava dos diferentes EPAs.

Ressalta-se que visando dar dinamismo e simplicidade aos mapas, tendo em vista a complexidade da problemática portuária, não foram feitas perguntas do tipo *“Por que este conceito é importante?”*.

Os constructos foram interligados por ligações de influência, repetindo-se este processo para todos os conceitos que foram originados de um EPA, gerando um arranjo organizado do Mapa cognitivo.

O uso dos Mapas Cognitivos para a estruturação do problema relacionado com a eficiência dos terminais permitiu que os vários entrevistados apresentassem seus pontos de vista, ao mesmo tempo em que estes tiveram a oportunidade de observar o mesmo problema pela ótica dos outros participantes da pesquisa.

A utilização dessa ferramenta possibilitou concluir que há diversas outras variáveis que devem ser consideradas quando se aborda o complexo problema da eficiência portuária, ainda mais quando se considera que há diferentes interesses em jogo e que grupos heterogêneos de decisores podem ter visões e objetivos conflitantes.

6.4 Perspectiva dos Entrevistados

O grupo entrevistado era heterogêneo, sendo formado por representantes de diversas organizações que representavam diferentes interesses. Embora, neste caso, a elaboração de um mapa cognitivo de grupo seja complexo, isso tende a beneficiar o processo de estruturação de problemas uma vez que diversos pontos de vista sobre o mesmo problema são expostos.

Para todos os entrevistados o rótulo do problema foi apresentado como: **“AUMENTAR A EFICIÊNCIA DOS TERMINAIS DE CONTÊINERES”**.

Neste trabalho, os conceitos foram gerados a partir do rótulo do problema e os constructos vão expondo o “como fazer”, até se alcançar os “conceitos cauda”.

A seguir são apresentadas as considerações relevantes, referentes a cada entrevistado, as quais geraram os mapas cognitivos individuais que constam no Anexo 2.

6.4.1 Perspectiva do Armador

O Armador, ou transportador, é o elemento responsável pelo transporte da carga containerizada por meio de navios, fretados ou próprios, de um porto a outro, sendo de essencial importância na cadeia de transporte do setor contêiner.

Dessa forma, buscou-se verificar a ótica de uma grande transportadora que operasse na costa brasileira. Foi entrevistado o Sr. Nelson Carlini, presidente da CMA CGM BRASIL, do grupo CMA CGM, terceiro maior armador mundial de contêineres.

O seguinte “conceito cabeça” foi estabelecido pelo entrevistado: “Facilitar o fluxo de navios e atrair o estabelecimento de linhas regulares”.

Segundo o armador, seriam necessários investimentos nos portos e terminais para aumentar o tamanho do cais a fim de que os navios mais modernos pudessem atracar sem maiores dificuldades. Os investimentos precisariam abranger a área e a retroárea do terminal de forma que elas fossem aumentadas ou melhor aproveitadas, visando um melhor fluxo de carga. A utilização/aquisição de equipamentos adequados e eficientes seria de grande importância. Esses investimentos também incluiriam a melhoria dos acessos aquaviários aos portos, com o alargamento e dragagem dos canais de acesso, a fim de que estes pudessem proporcionar, dentro do possível, o cruzamento de navios e o acesso de navios de maior calado. Foi ressaltado que a questão da dragagem seria de importância essencial para que não houvesse um subaproveitamento dos navios mais modernos que transportam contêineres, gerando uma conseqüente perda de economia de escala proporcionada por uma menor quantidade de carga movimentada em relação à capacidade do navio.

Outra ação importante de acordo com o armador seria melhorar o nível de atuação direta do governo. Neste caso, o governo deveria envidar esforços para que o

nível de burocracia fosse reduzido, gerando maior flexibilidade para a movimentação de contêineres. O funcionamento da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e dos órgãos alfandegários (Receita Federal, Polícia Federal, etc) em expediente de 24 horas seria de grande importância para a operação dos terminais que trabalham com essa rotina diária.

Uma melhor atuação das Organizações Gestoras de Mão-de-Obra (OGMO) em relação aos trabalhadores avulsos também teria um alto grau de importância, como por exemplo a adequação da utilização dos ternos, que são as equipes de trabalhadores designadas para uma determinada tarefa. Segundo o entrevistado, normalmente para uma tarefa onde é necessário um terno de três Trabalhadores Portuários Avulsos (TPAs), são escalados mais de dez homens. Com isso, os custos portuários inevitavelmente se elevam.

Outra ação de grande importância seria a existência de medidas para se atrair o capital privado. Como os investimentos em infraestrutura são altos e variados, a melhoria das ações regulatórias por parte do governo bem como a redução do preço do frete através da redução dos custos de movimentação da carga provavelmente elevariam os níveis de investimento privado.

6.4.2 Perspectiva do Terminal

O terminal contêiner é o elemento dentro da cadeia de transporte responsável basicamente por receber, manobrar e despachar de forma segura e rápida a carga containerizada. Nos terminais, a carga é recebida e despachada por meio de navios, caminhões e trens, permanecendo eventualmente e por um pequeno período de tempo armazenada na área do terminal.

Procurou-se um terminal especializado na movimentação de contêineres para que fosse possível verificar a perspectiva desse importante ente da cadeia. Dessa forma, foi entrevistado o Sr. Cláudio Humberto Flores, Gerente de Operações do Terminal T1-LIBRA, no Rio de Janeiro, um dos principais terminais da Região Sudeste do país.

Foi estabelecido o seguinte “conceito cabeça”: “Aumentar a quantidade de contêineres movimentados”.

De acordo com o entrevistado, para que haja um aumento da quantidade de contêineres movimentados, assim como pela ótica do armador, seria necessário reduzir a burocracia implementando-se um expediente de 24 horas para os órgãos de fiscalização do governo (Receita Federal e a ANVISA), bem como informatizar os processos e procedimentos burocráticos de liberação da carga.

Investimentos na infraestrutura e na mão-de-obra seriam igualmente importantes. Quanto à infraestrutura, investimentos no aumento e na adequação do comprimento do cais de atracação, no aumento da quantidade de equipamentos e no aumento da área de armazenamento. Em relação à mão-de-obra, investimentos no desenvolvimento de programas para qualificá-la e a concessão de incentivos para os trabalhadores.

O aumento da quantidade de rotas marítimas e frequência dos navios seria o outro conceito de importância relevante para o incremento da movimentação de carga e, por conseguinte, o aumento da eficiência. Para isso, seria necessário aumentar a demanda de contêineres para o terminal, o que seria fruto do desenvolvimento do hinterland do porto, que obviamente é algo mais complexo e abrangente. Da mesma forma, outro conceito importante seria o aumento da competitividade do terminal, gerado pela otimização da produtividade, ou seja, receber e despachar contêineres da forma mais expedita possível. Também seria importante a concessão de incentivos fiscais pelo governo e a minimização da incidência de greves.

6.4.3 Perspectiva do Especialista em Infraestrutura Portuária

A opinião de um especialista em infraestrutura portuária é de grande relevância na construção de um conjunto de idéias que possa refletir melhor os elementos importantes em relação à eficiência de um terminal.

Dessa forma, foi procurado um especialista com sólida experiência em operações portuárias e que também estivesse envolvido com o meio acadêmico. Sendo

assim, foi entrevistado o Professor Gilberto Fialho, Professor associado da Escola Politécnica da UFRJ e DSc. em Engenharia Oceânica.

Foram estabelecidos três “conceitos cabeça”: “Melhorar as ações de segurança referentes à entrada e saída dos navios”, “Operar contêineres com qualidade e em quantidade de forma que satisfaçam os clientes” e “Minimizar os problemas ambientais”.

Para se melhorar as ações de segurança, seria necessário melhorar o sistema de controle dos navios que entram e saem do terminal a fim de se minimizar a chance de acidentes, melhorar as condições de segurança referentes aos profissionais responsáveis pela condução dos navios aos terminais (serviço de praticagem) e realizar dragagem de forma contínua nos canais de acesso e no cais de atracação.

Quanto ao segundo “conceito cabeça”, seria necessário atentar para as características de atendimento direto ao navio, melhorando o uso da mão-de-obra avulsa com a otimização do terno, bem como melhorando o uso do cais, dos equipamentos e da área do terminal.

Em relação à minimização dos problemas ambientais, ou seja, dos problemas que influenciam o ambiente urbano das cidades, segundo o especialista, seria essencial diminuir a perturbação causada no trânsito pelos caminhões que transportam carga, por meio da melhoria dos acessos rodoviários ao terminal, e evitar a poluição hídrica dos canais de acesso. De igual importância, seria incrementar a conscientização dos empreendedores sobre a responsabilidade com o meio ambiente, de forma que houvesse um elevado e real nível preocupação com os impactos ambientais advindos dos projetos dos terminais.

6.4.4 Perspectiva do Superintendente da Agência Reguladora

A ANTAQ é a agência federal reguladora das atividades aquaviárias no Brasil, logo, foi bastante interessante verificar a ótica dessa autarquia, que representa o estado brasileiro e que tem atribuições diretas ligadas ao desempenho dos portos.

Foi entrevistado o Superintendente de Portos, Sr. Giovanni Paiva, em reunião ocorrida em Brasília-DF, na sede daquela agência.

Cinco “conceitos cabeça” foram estabelecidos, de acordo com o rótulo proposto: “Melhorar a atuação das OGMOs”, “Estimular a integração dos diversos órgão governamentais que atuam nos portos”, “Melhorar serviços de praticagem”, “Adequar a profundidade e largura dos canais marítimos de acesso para o fluxo de navios pretendido” e “Movimentar contêineres de forma adequada”.

De acordo com o entrevistado, a melhoria das ações das OGMOs se daria pelo incremento da qualificação dos trabalhadores por meio da melhoria da sistemática de treinamento dos TPAs, assim como adequando os quadros de TPAs às reais necessidades do terminal de forma que os custos fossem reduzidos. Da mesma forma, seria necessária a conciliação entre o Ministério dos Transportes e o Ministério do Trabalho e da Justiça, de forma que as OGMOs tivessem maior apoio para agir em relação às decisões trabalhistas.

Outro conceito importante seria o de estimular a integração dos diversos órgãos governamentais por meio de ações de integração do CONIT (Conselho Nacional de Políticas de Transporte) e do PROHAGE (Programa de Harmonização das Atividades dos Agentes de Autoridade nos Portos).

De acordo com o entrevistado, a melhoria dos serviços prestados pela praticagem seria de grande importância para a elevação do nível de eficiência dos terminais. Uma forma de se melhorar a atuação da praticagem seria por meio da implementação de avaliações periódicas, pela Marinha do Brasil, a fim de se avaliar a qualidade do serviço.

A adequação da profundidade e largura dos canais marítimos ao fluxo de navios por meio de dragagem sistemática e contínua foi apontada como um conceito bastante importante.

Por fim, a movimentação de contêineres de forma adequada seria outro conceito relevante. A movimentação adequada consistiria em utilizar uma velocidade de embarque de contêineres adequada às dimensões do terminal, com a utilização racional dos equipamentos e softwares para gerenciar a movimentação da carga. Também, segundo o entrevistado, se faria necessária a utilização adequada do cais e da área de armazenamento, bem como uma boa gestão dos Gates.

6.4.5 Perspectiva do Pesquisador

A perspectiva do pesquisador também corroborou de forma positiva na estruturação da problemática portuária, pois este, em virtude da pesquisa realizada na literatura e mediante a diversidade de conhecimentos coletados, foi capaz de fazer a integração imparcial de várias idéias, informações e aspectos relevantes que de outra forma poderiam não ser mencionados pelos demais entrevistados.

Sendo assim, o pesquisador, autor desta dissertação, apresentou sua perspectiva, tendo sido elaborada antes das entrevistas.

Foram estabelecidos três “conceitos cabeça”, a saber: “Melhorar o transporte e acesso dos contêineres até o terminal”, “Facilitar a movimentação dos contêineres dentro do terminal” e “Incrementar o transporte marítimo”.

O primeiro conceito levou em consideração um aspecto que não foi abordado diretamente pelos demais entrevistados. Trata-se da infraestrutura nacional de transportes, que é essencial para o fluxo de carga até os terminais. Assim, a melhoria da infraestrutura rodoviária, ferroviária e aquaviária seriam essenciais para o aumento da eficiência dos terminais, sendo baseadas em investimentos do estado e da iniciativa privada. Em uma visão mais ampla, esses investimentos representariam uma diminuição dos custos da carga containerizada.

A movimentação dos contêineres dentro da área do terminal também foi considerada de grande importância. Para isso, seria necessária a qualificação da mão-de-obra por meio de cursos e de programas de instrutoria que incentivassem o constante aprimoramento do trabalhador. A redução da burocracia com a implementação do expediente de 24 horas para a Receita Federal, a informatização dos processos e a utilização de portos secos também facilitariam a elevação do nível de movimentação eficiente da carga. A melhoria da infraestrutura local do terminal, com uma maior profundidade do canal de acesso e por meio do adequado aumento da área de armazenamento de carga, do cais de atracação, da quantidade de equipamentos e da área de estacionamento de caminhões que transportam contêineres seriam muito importantes para a eficiência no processo.

Por fim, o incremento do transporte marítimo se daria por meio do aumento da quantidade de rotas comerciais e da frequência de navios, sendo consequência da melhoria da infraestrutura portuária bem como do desenvolvimento do hinterland do terminal, o qual traria um possível aumento e regularização da demanda de carga. O aumento da competitividade do terminal seria um grande atrativo de rotas comerciais, para isso, seria necessário aumentar a produtividade do terminal (prancha-média), incrementar um expediente portuário de 24 horas (365 dias no ano) e reduzir custos. Essa redução de custos demandaria uma redução da quantidade de impostos, uma diminuição dos gastos com o pagamento de diárias desnecessárias de trens e caminhões que transportam contêineres, a redução com gastos de *demurrage* e *detention* e a redução da quantidade de taxas portuárias.

6.5 Mapa Agregado

Os cinco mapas individuais foram aglutinados e formaram um mapa chamado de agregado, o qual foi utilizado para unir e relacionar entre si as idéias expostas nos mapas individuais.

Dessa forma, conseguiu-se consolidar e representar em um mapa único as perspectivas de indivíduos diferentes que, neste caso, acabaram expondo muitas idéias similares. Logo, foi criada uma estrutura de relacionamento entre esses conceitos, os quais foram unidos por meio de ligações de influência, gerando um mapa com forte caráter de complementaridade de idéias.

O rótulo do problema permaneceu sendo “AUMENTAR A EFICIÊNCIA DOS TERMINAIS DE CONTÊINERES”.

De acordo com a literatura relacionada com avaliação portuária, e observando-se que de fato há uma forte relação entre terminais considerados eficientes e aqueles que mais aumentam sua movimentação, foi estabelecido como “conceito cabeça”: “AUMENTAR A QUANTIDADE DE CONTEINERES MOVIMENTADOS”.

O Anexo 3 desta dissertação traz o mapa agregado que foi gerado.

Esse mapa é constituído por três grandes eixos, os quais serão apresentados a seguir.

6.5.1 Eixo do Transporte e Acesso ao Terminal

A figura 6.1 representa o eixo do transporte e acesso ao terminal, que agregou todos os conceitos relacionados com o transporte da carga até o terminal, ou seja, foi focada a infraestrutura externa ao terminal propriamente dito.

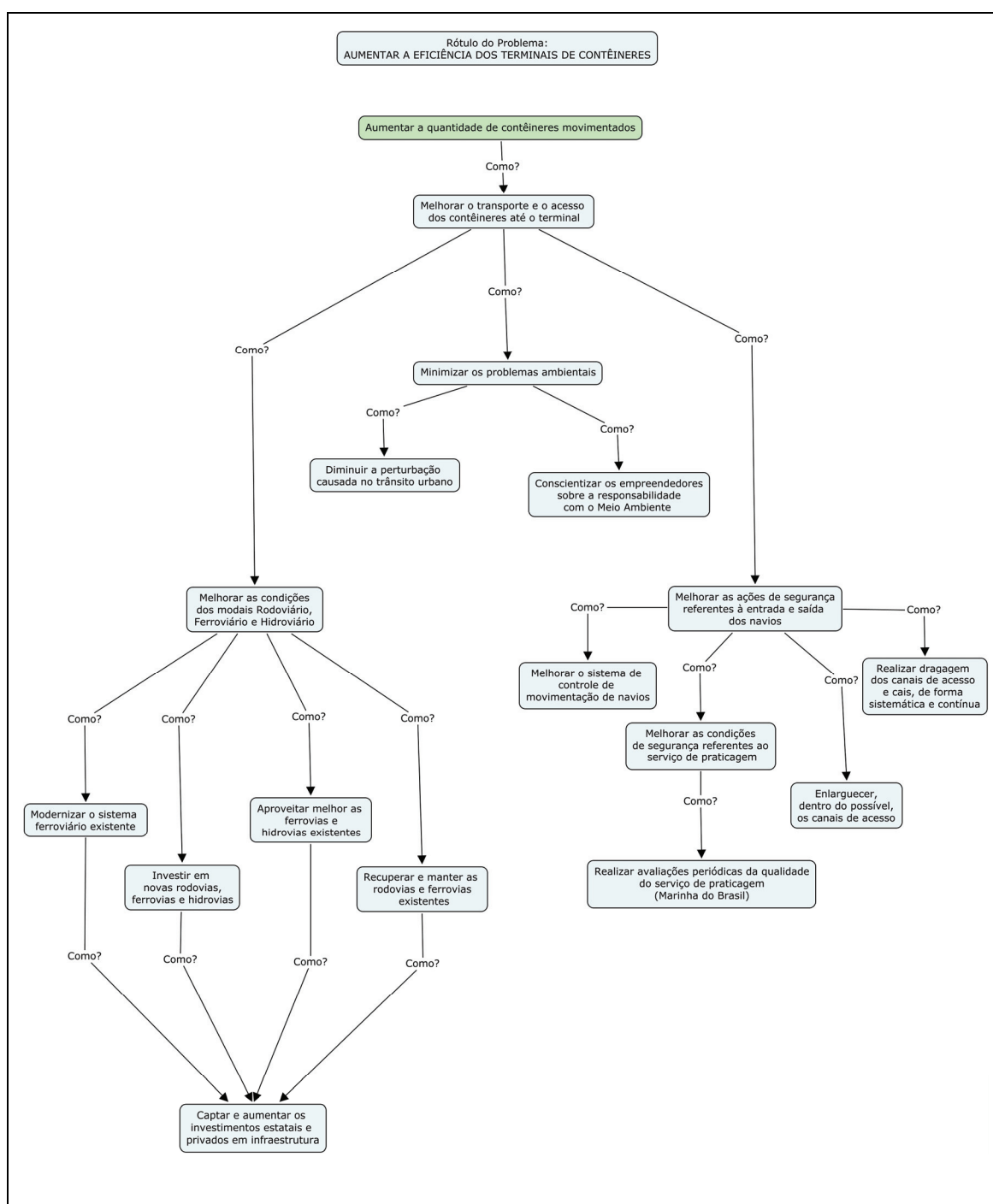


Figura 6.1: Eixo do Transporte e Acesso ao Terminal

Como tratado anteriormente na perspectiva do pesquisador, parece que a melhoria das condições dos modais por intermédio de investimentos seria de grande importância para o incremento da eficiência dos terminais.

A China tem fornecido evidências interessantes no que diz respeito à relação entre infraestrutura de transporte de carga e eficiência. Em 2006, foi inaugurada a maior ponte do mundo, com 32,5 quilômetros de extensão, a qual liga o continente ao Porto de Yangshan, que está sendo preparado para em 2020 ter o maior terminal contêiner do planeta, o qual movimentará mais de 13,4 milhões de TEUs por ano (Portal G1, 2006). Os terminais chineses tem movimentado mais de 120 milhões de TEUs por ano e isso só é possível se houver eficiência no transporte dessa carga.

Uma das formas de se melhorar o fluxo de carga até o terminal residiria na minimização dos problemas ambientais. Isto estaria relacionado com a diminuição do impacto do transporte de carga no trânsito urbano e vice-versa. Uma tendência mundial para o estabelecimento de novos terminais tem se baseado na instalação desses em áreas mais afastadas dos grandes centros urbanos, os quais se utilizam de uma malha de transportes adequadas e não saturada. Dessa forma, seria possível evitar atrasos no transporte da carga, inconvenientes aos motoristas urbanos em relação aos congestionamentos gerados por um maior fluxo de veículos e até mesmo reduzir a poluição atmosférica oriunda de uma maior quantidade de caminhões no trânsito urbano.

Igualmente, a conscientização dos empreendedores em relação ao meio ambiente também afetaria o transporte e acesso de contêineres. Isto porque caso os projetos de construção ou ampliação de terminais não cumprissem todas as exigências estabelecidas pelos organismos estatais de regulamentação ambiental, seria gerada inevitavelmente uma demora do licenciamento ambiental, e por conseguinte um atraso na execução e conclusão das obras necessárias à expansão e ampliação da capacidade de movimentação de contêineres.

Ao se tratar da questão da movimentação de contêineres fora da área do terminal, há de se considerar a importância das ações de segurança relacionadas à entrada e saída de navios do porto.

Para que haja uma melhora nesse aspecto, a qual influenciaria positivamente o transporte e acesso de contêineres, seria necessário dragar e enlarguecer os canais de acesso ao terminal visando evitar a ocorrência de acidentes que possam colocar em risco vidas humanas e a navegabilidade do canal. Ao se melhorar as condições de largura e profundidade do canal, além do aspecto de segurança, haveria uma influência direta na possibilidade de aumento de fluxo de carga, pois um canal mais profundo e mais largo possibilitaria o acesso de navios de maior capacidade a fim de operarem no terminal, gerando uma provável economia de escala.

Para alguns terminais, o grande fluxo de navios apresenta certo nível de perigo nos períodos de pico de operação quando uma grande quantidade de embarcações navega conjuntamente no canal. Logo, a melhoria da sistemática de controle de acesso de navios, em conjunto com o incremento das condições de segurança dos serviços de praticagem, poderia corroborar para um efetivo aumento da segurança da navegação e, por conseguinte, para uma melhora na condição de acesso da carga até o terminal.

6.5.2 Eixo da Movimentação Dentro do Terminal

A carga containerizada apresenta dois fluxos distintos de movimentação: um fora do terminal e o outro dentro do terminal. O eixo que expressa essa movimentação, representado pela figura 6.2, agregou constructos que são relacionados com a operação da carga no interior do terminal.

A fim de se implementar uma melhor dinâmica dos contêineres dentro dos terminais, seriam necessárias ações baseadas na melhoria do uso e da qualificação da mão-de-obra (avulsa e não avulsa), bem como medidas para se reduzir a burocracia e para se melhorar a infraestrutura portuária.

Para se melhorar a qualidade da mão-de-obra, seria necessária uma atuação mais efetiva das OGMOS, conforme descrito nos mapas individuais da ANTAQ, do armador e do especialista. De certa forma, as OGMOS buscam cumprir suas atribuições estabelecidas pela Lei nº 8630/93, contudo por vezes esbarra na atuação dos sindicatos, do Ministério do Trabalho e da Justiça do Trabalho. Muitas OGMOS encontram-se em sérias dificuldades financeiras em virtude de ações trabalhistas em execução.

Para se dinamizar a atuação das OGMOs, seria necessário um maior respaldo jurídico às suas ações, viabilizado por um melhor entendimento entre o Ministério dos Transportes e os demais órgãos do poder executivo e do judiciário relacionados com as atividades trabalhistas.

Assim como com os TPAs, o investimento na qualificação dos demais trabalhadores portuários também seria uma medida desejável visando facilitar o fluxo

de carga no terminal. Assim, a ministração de cursos e a instituição de programas planejados de instrutoria elevariam o nível profissional do pessoal, que certamente desempenharia um trabalho de qualidade superior. Igualmente, a concessão de incentivos sociais como, por exemplo, plano de saúde, vale-refeição, vale transporte, etc. provavelmente elevariam o comprometimento e motivação dos trabalhadores.

A redução da burocracia seria um aspecto essencial dentro desse eixo, como exposto anteriormente em todos os mapas, com exceção ao da ANTAQ. A integração sempre foi um desafio para a administração pública, mas essa tarefa seria de grande importância para dinamizar o fluxo de carga no terminal. Atualmente o PROHAGE, que foi instituído para tentar reduzir os custos portuários e tornar mais ágeis as atividades de despacho de embarcações, cargas, tripulantes e passageiros a nível de porto, apresenta-se praticamente desativado. Sua reativação efetiva seria uma boa iniciativa de integração, bem como o fomento das ações do CONIT, que teria uma atuação mais ampla e estratégica no país.

De certa forma os terminais parecem se ressentir da atuação direta dos agentes estatais de fiscalização, tanto em relação ao expediente de trabalho como em relação aos processos burocráticos de liberação de carga. Por exemplo, se um contêiner chegar ao terminal em uma sexta-feira, e se na segunda-feira subsequente for feriado, a carga normalmente só será inspecionada na terça-feira, ou seja, quatro dias após entrar no terminal. Por outro lado, informações colhidas nos terminais dão conta de que um contêiner pode gastar até 14 dias para concluir a documentação e os processos burocráticos e ser exportado.

Portos Secos são recintos alfandegados de uso público, situados normalmente em áreas adjacente às regiões produtoras e consumidoras, nos quais são executadas operações de movimentação, armazenagem e despacho aduaneiro de carga. A utilização mais ampla e a criação desse tipo de estrutura, seria uma boa medida no sentido de se agilizar a movimentação dos contêineres para os mercados consumidores, visto que a prestação dos serviços aduaneiros em porto seco próximo ao domicílio dos agentes econômicos envolvidos proporciona uma grande simplificação de procedimentos burocráticos.

Observando-se o aspecto físico das operações com a carga, a infraestrutura portuária é o elemento que mais impacta a movimentação dos contêineres dentro de um terminal. Basicamente todos os entrevistados expuseram a importância de uma adequação/aumento da quantidade de equipamentos que efetivamente movimentam contêineres bem como um aumento/adequação da área de armazenamento e comprimento do cais. Equipamentos, cais e área são elementos básicos para o fluxo da carga do navio para o terminal e do terminal para o navio, sendo que a melhoria das condições de uso desses elementos certamente representaria um aumento da capacidade de movimentação de contêineres.

Uma vez que o modal rodoviário é o mais utilizado para o transporte de contêineres no Brasil (HIJJAR, 2006), o aumento da área de estacionamento de caminhões nos terminais também representaria uma importante medida para melhor o fluxo de carga, evitando o retardamento da entrega e do recebimento de contêineres no terminal.

Por fim, a melhoria da infraestrutura do terminal seria implementada na medida em que o capital privado investisse mais nos terminais. Obviamente, a segurança para que esses investimentos gerassem retorno para os investidores depende de uma melhoria do marco regulatório imposto pelo governo, que garantiria uma continuidade das regras em vigor.

6.5.3 Eixo do Transporte Marítimo

O terceiro eixo, representado pela figura 6.3, agregou conceitos relacionados com o incremento do transporte marítimo que se daria pelo aumento da quantidade de rotas marítimas e frequência de atracação dos navios nos portos. Segundo o Sr. Nelson Carlini, presidente da CMA CGM Brasil, esse incremento é função direta do fator econômico, ou seja, está baseado na redução dos custos e no aumento dos lucros advindos da comercialização da carga.

O aumento e regularização das demandas de contêineres representaria um aumento direto do fluxo de navios no terminal. Essa maior demanda de carga seria função das características do mercado consumidor associado a esse terminal, ou seja,

seu hinterland. Dessa forma, mercados consumidores economicamente fortes gerariam demandas mais elevadas de mercadorias. Logo, seria necessária a implementação de políticas por parte do estado a fim de incentivar o desenvolvimento econômico das regiões que abrigam os terminais.

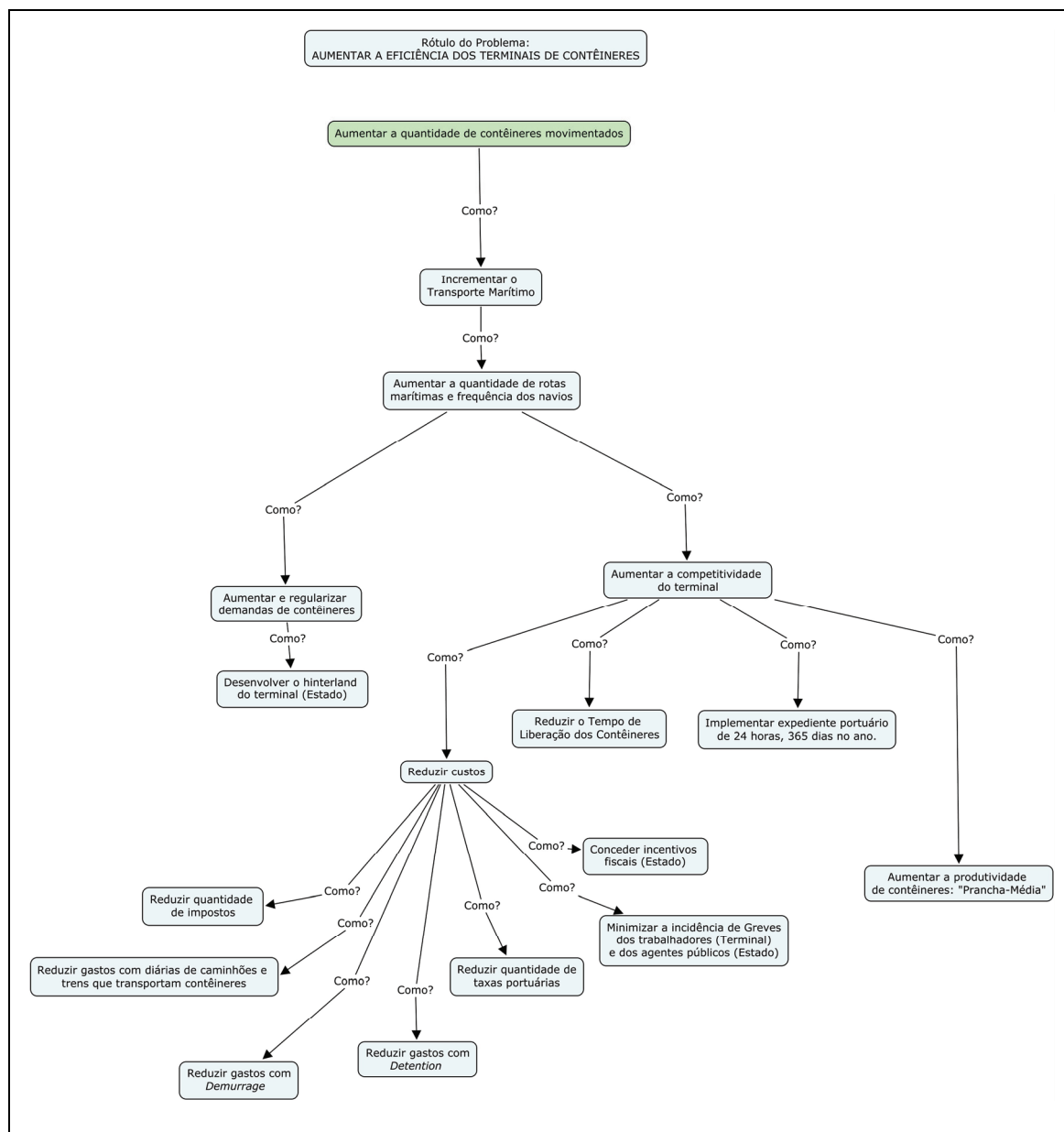


Figura 6.3: Eixo do Transporte Marítimo

As ações visando o aumento da competitividade do terminal foram apontadas pelos entrevistados como um elemento de grande importância para trazer mais navios e

consecutivamente mais carga para os terminais. Como citado anteriormente a redução dos custos com o transporte dos contêineres está na base da atratividade de carga. De acordo com a CMA CGM, no Brasil, o custo global para a exportação de um contêiner gira em torno de R\$ 4.000,00, sendo que somente o custo operacional de embarque e descarga de um contêiner é de US\$ 225,00, ou seja, aproximadamente três vezes o valor observado nos portos asiáticos (CARLINI, 2008). Seria necessária uma redução da quantidade de taxas e impostos que incidem sobre a carga, bem como a diminuição de gastos relacionados com o transporte dos contêineres até o terminal, e os relacionados com sobreestadia (*demurrage* e *detention*), que normalmente ocorrem em função da burocracia que imprime morosidade ao processo.

Dois conceitos importantes que foram incorporados a partir do mapa individual do terminal dizem respeito à concessão de incentivos fiscais por parte do estado e minimização da incidência de greves nos terminais. Os incentivos seriam um atrativo de carga na medida em que houvesse uma redução dos impostos para a operação com carga containerizada, e a minimização de greves, tanto dos agentes públicos quanto dos trabalhadores portuários, garantiria a estabilidade do fluxo de contêineres, não dando margem a prejuízos decorrentes dessas paralisações.

A implementação do expediente de 24 horas por dia, o ano inteiro, representaria um aumento de competitividade visto que se ofereceria aos armadores a possibilidade de operarem a qualquer hora do dia, em qualquer dia do ano, flexibilizando a estadia dos navios no terminal.

Por fim, o aumento da produtividade, ou seja, da prancha-média que é a quantidade de contêineres movimentados do cais para o navio e do navio para o cais (por hora), seria um elemento que aumentaria a competitividade do terminal. Contudo, vale ressaltar que essa velocidade de carga e descarga estaria diretamente ligada à necessidade de se movimentar os contêineres com maior celeridade. Similarmente ao conceito de “velocidade econômica” de um veículo, existe uma forte relação entre o aumento da velocidade de movimentação de carga e a elevação dos custos associados a esse aumento. Dependendo da demanda do terminal, não é interessante economicamente alocar mais mão-de-obra e equipamentos para atender rapidamente um navio e após isso ter as operações de movimentação paradas até a chegada de outra embarcação.

CAPÍTULO 7

ANÁLISE DOS RESULTADOS DEA À LUZ DOS MAPAS COGNITIVOS

7.1 Introdução

Os modelos DEA têm a característica de exprimir de forma pragmática os resultados obtidos para uma avaliação de eficiência, baseando-se nas relações matemáticas das variáveis utilizadas, reportando a eficiência técnica que é um conceito ligado estritamente à relação nível de insumos e nível de produtos.

Sendo um modelo matemático que perde poder de discriminação na medida em que a relação DMU/variáveis diminui, possui limitações quanto à quantidade de variáveis que podem ser utilizadas.

Dessa forma, o modelo normalmente não utiliza todas as variáveis que envolvem um problema, sendo possível, em uma análise mais complexa, que não haja viabilidade em utilizar a quantidade de variáveis que possa refletir melhor a realidade.

No caso da análise da eficiência dos terminais containeros, seria simplório afirmar que as únicas variáveis que devem ser consideradas na avaliação de eficiência sejam “comprimento do cais”, “área do terminal”, “quantidade de equipamentos” e “quantidade de carga movimentada”. Certamente nessa complexa atividade existem outras variáveis que precisariam ser consideradas para que houvesse uma avaliação de desempenho mais coerente com a realidade.

É possível que alguns escores de eficiência do modelo DEA causem estranheza a especialistas portuários que não conheçam essa metodologia. Por exemplo, qualquer executivo de terminal containero ou especialista em transporte aquaviário sabe que Portonave, em Navegantes – SC, é um dos mais modernos e bem estruturados terminais brasileiros. Contudo, esse terminal apresentou eficiência de 42,2% quando comparado aos terminais nacionais, e de aproximadamente 33,1 % quando os terminais internacionais de HongKong entraram na amostra. Possivelmente esses especialistas concluiriam que o modelo não refletia a realidade.

Logo, como o modelo DEA fornece um tipo de eficiência que poderia ser considerada parcial, seria interessante que outras variáveis fossem incorporadas a uma

análise mais ampla, de forma que houvesse uma compreensão mais sólida dos resultados da eficiência.

Sendo assim, esta dissertação buscou nos mapas cognitivos completar o modelo matemático com a identificação e análise de elementos que também seriam relevantes para uma avaliação mais completa da eficiência portuária, auxiliando a melhor compreensão do desempenho dos terminais.

7.2 Variáveis Oriundas do Mapa Agregado

Conforme visto no capítulo anterior, os mapas cognitivos individuais, criados a partir das entrevistas com alguns dos principais atores da indústria containera, geraram um mapa que buscou agregar os conceitos expostos pelos entrevistados.

Um outro fator a ser observado é que nem sempre os elementos e variáveis importantes que compõe um problema podem ser quantificados, sejam por serem incomensuráveis ou de difícil mensuração, ou até mesmo pela inviabilidade de obtenção das informações.

A tabela 7.1 foi elaborada segundo a subdivisão dos três eixos oriundos do mapa agregado, transformando os constructos em variáveis por meio da substantivação das idéias. De acordo com o acesso aos dados, as variáveis foram classificadas como “mensuráveis com acesso aos dados” (MA), “mensuráveis com difícil acesso aos dados” (MD), “difícil mensuração” (DM) e “não mensuráveis” (NM).

Foram identificadas 37 variáveis, das quais algumas são fruto de aglutinações de constructos, como por exemplo, “condições de segurança referentes ao serviço de praticagem” e “avaliações periódicas da qualidade dos serviços de praticagem”. Como o segundo constructo fornece uma opção de como se alcançar o primeiro, ambos foram aglutinados para que a estruturação do problema ficasse melhor representada. Sendo assim, esses dois conceitos geraram a variável “nível de qualidade do serviço de praticagem”.

1 - Eixo do Transporte e Acesso ao Terminal		
	Variáveis	Classificação
1.1 - Condições dos modais rodoviário, ferroviário e hidroviário		
	1.1.1 - Modernização do sistema ferroviário existente	DM
	1.1.2 - Investimentos em novas rodovias, ferrovias e hidrovias	MD
	1.1.3 - Nível de aproveitamento das rodovias, ferrovias e hidrovias existentes	DM
	1.1.4 - Nível de recuperação das rodovias e ferrovias existentes	DM
	1.1.5 - Captação de investimentos estatais/privados	MD
1.2 - Problemas ambientais		
	1.2.1 - Perturbação no trânsito urbano	DM
	1.2.2 - Nível de consciência dos empreendedores com o Meio Ambiente	NM
1.3 - Segurança em relação à entrada e saída dos navios do porto		
	1.3.1 - Controle da movimentação de navios	DM
	1.3.2 - Nível de qualidade do serviço de praticagem	DM
	1.3.3 - Largura do canal de acesso	MA
	1.3.4 - Profundidade do canal de acesso	MA
2 - Eixo da Movimentação Dentro do Terminal		
	Variáveis	Classificação
2.1 - Nível de Burocracia		
	2.1.1 - Integração dos diversos órgãos governamentais que atuam no porto	NM
	2.1.2 - Expediente dos agentes de fiscalização	MA
	2.1.3 - Nível de informatização dos processos e procedimentos burocráticos	DM
	2.1.4 - Utilização de Portos Secos	MD
2.2 - Uso e qualificação da mão-de-obra		
	2.2.1 - Nível de atuação das OGMOs	
	2.2.1.1 - Treinamento dos TPAs	DM
	2.2.1.2 - Adequação dos quadros de TPAs às necessidades do terminal	MD
	2.2.1.3 - Nível de relacionamento do Ministério dos Transportes com a Justiça do Trabalho para melhorar atuação das OGMOs	NM
	2.2.2 - Mão-de-obra não avulsa	
	2.2.2.1 - Nível de especialização para utilização de equipamentos	DM
	2.2.2.2 - Nível do programa de instrutoria para todos os trabalhadores	DM
	2.2.2.3 - Incentivos sociais aos trabalhadores	MD
2.3 - Infraestrutura portuária		
	2.3.1 - Área de estacionamento de caminhões	MA
	2.3.2 - Quantitativo de equipamentos que efetivamente movimentam contêineres	MA
	2.3.3 - Comprimento do cais de atracação	MA
	2.3.4 - Área do terminal (armazenamento)	MA
	2.3.5 - Nível de investimentos do capital privado (marco regulatório estável)	MD
3 - Eixo do Transporte Marítimo		
	Variáveis	Classificação
3.1 - Quantidade de rotas marítimas e frequência dos navios		
	3.1.1 - Demanda de contêineres	
	3.1.1.1 - Nível de desenvolvimento do hinterland do terminal	DM
	3.1.2 - Competitividade do terminal	
	3.1.2.1 - Custos para operação no terminal	
	3.1.2.1.1 - Quantidade/valor de impostos incidentes	MD
	3.1.2.1.2 - Gastos com diárias de caminhões e trens	MD
	3.1.2.1.3 - Gastos com Demurrage	MD
	3.1.2.1.4 - Gastos com Detention	MD
	3.1.2.1.5 - Quantidade/valor de taxas incidentes	MD
	3.1.2.1.6 - Tempo de paralisação do terminal por conta de greves (trabalhadores e agentes estatais)	MD
	3.1.2.1.7 - Nível de incentivos fiscais	MD
	3.1.2.2 - Tempo de liberação de contêineres	MD
	3.1.2.3 - Expediente portuário	MA
	3.1.2.4 - Produtividade de movimentação de contêineres (prancha-média)	MA

Tabela 7.1: Variáveis oriundas do mapa agregado Fonte: Autor

Das 37 variáveis, nove foram consideradas mensuráveis com acesso aos dados (MA), como largura e profundidade do canal marítimo as quais são facilmente verificadas junto à Marinha do Brasil por intermédio da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), e as que tratam da infraestrutura portuária propriamente dita como, por exemplo, o quantitativo de equipamentos e o comprimento do cais atracável, cujos dados podem ser consultados junto à ANTAQ e a outras fontes dentro e fora da internet.

Outras 14 variáveis são mensuráveis, mas com difícil acesso aos dados (MD), por alguns motivos dos quais se ressalta o sigilo que existe em torno de informações que expressem investimentos de recursos financeiros, como o nível de investimento de capital privado e os custos para operação do terminal. Também são de difícil acesso os dados relacionados com as variáveis de mão-de-obra, como quadro adequado de TPAs e quantitativo de incentivos sociais dados aos trabalhadores.

Onze variáveis são de difícil mensuração (DM), pois apresentam elementos que se mostram de difícil quantificação como, por exemplo, o nível de treinamento e especialização dos trabalhadores portuários e o nível de informatização dos processos e procedimentos burocráticos.

Por fim três variáveis são consideradas não-mensuráveis (NM) por apresentarem um alto grau de subjetividade. São elas o nível de consciência dos empreendedores com o meio ambiente, a integração dos diversos órgãos governamentais que atuam no porto e o nível de relacionamento do Ministério dos Transportes com o Ministério do Trabalho e a Justiça do Trabalho a fim de melhorar a atuação das OGMs.

Ressalta-se que a essas 37 variáveis soma-se a variável “quantidade de contêineres movimentados em um ano” que foi gerada a partir do “conceito cabeça” atribuído aos três eixos do mapa agregado. Dessa forma, podemos observar que o modelo DEA ao utilizar quatro variáveis lança mão de pouco mais de 10% das variáveis que, segundo os principais atores da indústria containera, deveriam ser consideradas para se efetuar uma análise mais completa da eficiência dos terminais.

Por motivos já descritos, mesmo que todas essas variáveis fossem mensuráveis e de fácil acesso, não seria possível utilizar o modelo DEA de forma satisfatória a menos que houvesse pelo menos uma centena e meia de terminais na amostra.

7.3 Análise da Eficiência dos Terminais

Como visto anteriormente, o modelo DEA gera escores de eficiência técnica. Contudo, abordando um conceito mais amplo sobre eficiência, podemos concluir que um terminal eficiente é aquele que cumpre seus objetivos utilizando da melhor maneira possível seus recursos a fim de atender de forma barata, segura, simples, organizada e rápida o escoamento da carga containerizada, minimizando a permanência do navio no porto e da carga nas áreas de armazenagem.

Sendo assim, serão analisados os resultados dos escores de eficiência gerados pelo modelo matemático à luz dos conceitos expostos no mapa cognitivo agregado, de forma a conciliar os resultados do modelo DEA às variáveis observadas no mapa a fim de se chegar a conclusões que auxiliem na compreensão do nível de eficiência de cada terminal, em uma abordagem mais ampla.

7.3.1 Considerações a nível nacional

A infraestrutura do terminal é um elemento bastante importante na avaliação da eficiência. Todavia, possuir uma boa e organizada área de armazenagem, um cais de comprimento adequado e utilizar equipamentos modernos e em quantidade razoável para movimentar contêineres não é o suficiente para que um terminal seja eficiente. Por exemplo, se houver dificuldades para que os contêineres e os navios cheguem e saiam do porto, todo o fluxo de carga será impactado, e possivelmente a percepção de eficiência também será.

O quadro 7.1 representa a situação dos principais portos brasileiros no ano de 2008 em relação ao acesso, profundidade, espera para atracação, produtividade e retroárea.

Pode-se observar que os acessos à maioria dos portos, onde os terminais containeros estão localizados, apresentam dificuldades. Por exemplo, o acesso aquaviário ao Porto de Santos apresenta-se insatisfatório em virtude do grande volume de navios que utilizam diariamente os canais de acesso ao porto, criando uma pressão de

movimentação muito grande a qual implica em atrasos para a atracação e, de certa forma, em uma degradação das condições de segurança da navegabilidade no canal.

Quadro 7.1: Situação dos principais portos brasileiros (2008)

Porto	Acesso		Calado Operacional Máximo (m) (1)		Espera Média para Atracação	Produtividade Média	Retroárea
	Aquaviário	Terrestre	Atual	Necessário			
Pecém	Excelente	Excelente	13,5	14	4	31	Adequada
Suape	Excelente	Excelente	14	14	4	29	Adequada
Salvador	Satisfatório	Satisfatório	12	12,5	9	34	Crítica
Vitória	Insatisfatório	Insatisfatório	9,3	12,5	9	39	Insuficiente
Rio	Satisfatório	Insatisfatório	12,3	13,5	6	31	Adequada
Itaguaí	Insatisfatório*	Insatisfatório	14,3	14,3	9	39	Adequada
Santos	Insatisfatório	Crítico	11,8	13,5	13	39	Crítica
Paranaguá	Crítico	Insatisfatório	10,3	12,5	11	31	Adequada
São Francisco do Sul	Insatisfatório	Insatisfatório	9,5	12,5	14	35	Crítica
Itajaí	Insatisfatório	Insatisfatório	9,5	11,5	20	23	Crítica
Rio Grande	Excelente	Excelente	12,2	12,5	7	41	Insuficiente

(1) Profundidade = no mínimo 110% do calado

(*) Não permite o cruzamento de navios

Fonte: CMA CGM - Relatório para a Comissão de Serviços e Infra-estrutura do Senado Federal - 2008

O maior porto da América Latina tem se tornado um gigante “espremido” pela cidade de Santos, que também cresceu bastante nas últimas décadas. Embora medidas tenham sido tomadas para melhorar o acesso rodoviário e ferroviário ao porto, estes encontram-se em situação crítica tendo em vista o grande volume de carga que é movimentada na região.

Por outro lado, portos mais novos e bem planejados possuem normalmente uma excelente disponibilidade de acesso terrestre e aquaviário. É o caso do Porto de Suape que foi construído na década de 90 nas proximidades da cidade de Recife-PE, e que possui um excelente acesso aquaviário e uma boa malha viária para o atendimento da movimentação da carga

A profundidade dos canais de acesso e do cais de atracação são elementos muito importantes para a eficiência portuária, visto que uma profundidade maior representa a possibilidade de receber navios de maior calado, os quais podem transportar um maior

volume de carga. O gráfico 7.1 mostra uma estimativa da CMA CGM da relação do custo do slot para transporte de contêiner pela capacidade do navio.

Quanto maior o calado do navio e, por conseguinte, a capacidade de transportar carga, mais barato fica o transporte do contêiner. Sendo assim, uma maior profundidade do canal é essencial para que haja uma economia de escala bastante relevante na movimentação da carga.

Pode-se observar que as profundidades dos canais, correlacionadas com o calado operacional dos principais portos brasileiros, encontram-se em um nível bem inferior ao necessário. Suape e Itaguaí são os que menos sofrem com a questão do assoreamento dos canais, porém Santos, Vitória e São Francisco do Sul têm problemas para receber navios de maior calado.

No sentido de aumentar e principalmente manter a profundidade dos canais de acesso dos principais portos brasileiros, o governo Federal instituiu em 2007 o Programa Nacional de Dragagem Portuária (PNDP), um investimento de R\$937.000.000,00 (SEP/PR, 2009) que previa dragagens de quase 60 milhões de m³ de sedimentos dos canais dos principais portos brasileiros, ou seja, o equivalente ao volume de 21 Estádios do Maracanã.

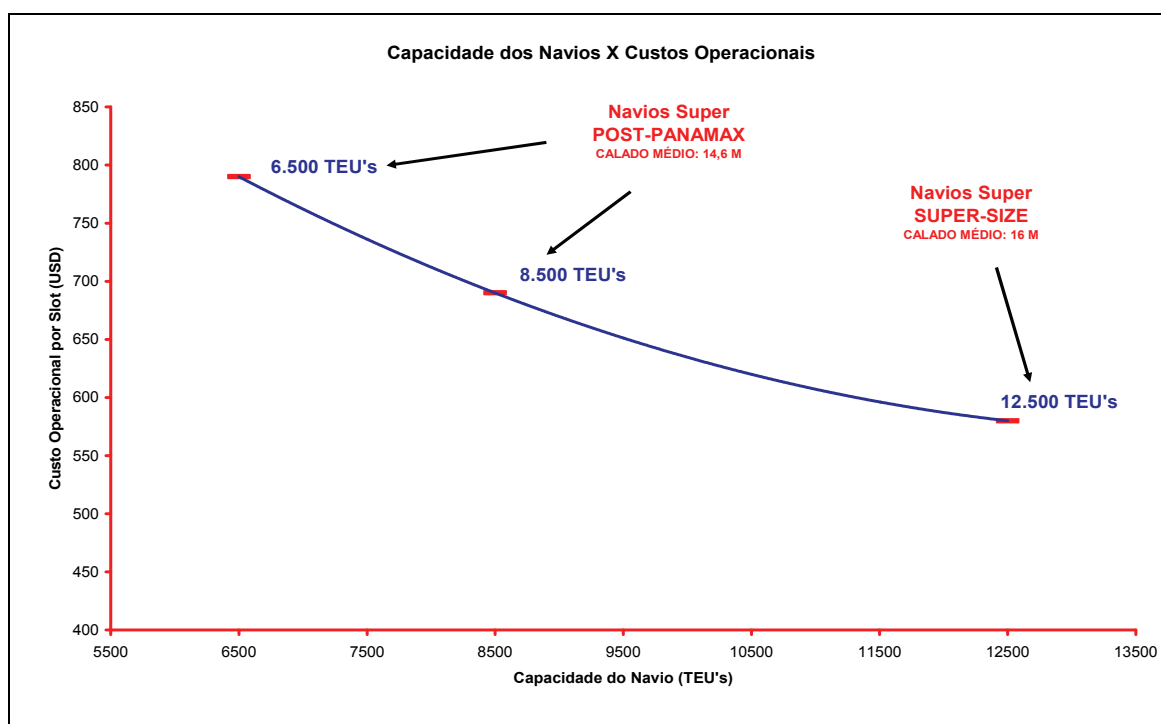


Gráfico 7.1: Capacidade dos Navios x Custo Operacional

Fonte: CMA CGM

De acordo com a modelagem DEA, todos os terminais do Porto de Santos foram considerados eficientes, contudo, como se pode observar, o porto possui dificuldades de acesso e problemas relacionados com o atendimento a navios de maior porte. Por outro lado, o TECON SUAPE que está localizado no Porto de Suape apresentou um baixo escore de eficiência, porém o acesso terrestre e aquaviário ao porto, bem como a profundidade do canal, figuram entre as melhores do Brasil.

Essas considerações reforçam os argumentos que a modelagem DEA, mesmo fornecendo um resultado bastante interessante quando utiliza as variáveis consideradas como as mais importantes de acordo com a literatura, apresenta-se incompleta no sentido de uma percepção mais ampla sobre eficiência.

Dessa forma, a análise dos resultados DEA à luz da estruturação do problema oriunda da aplicação dos mapas cognitivos será realizada a seguir. Os terminais serão agrupados a nível regional visando uma melhor compreensão dos resultados.

7.3.1.1 Região Norte

Os grandes terminais da Região Norte, Superterminais e Chibatão, encontram-se em Manaus-AM e são responsáveis por mais de 85% da movimentação de contêineres da Região Norte (ANTAQ, 2010). Ambos são Terminais de Uso Privativo (TUP), sendo os principais responsáveis pelo abastecimento de mercadorias de maior valor agregado e de matéria prima industrial para a Zona Franca de Manaus (ZFM), bem como pelo escoamento das mercadorias produzidas na região.

O quadro 7.2 apresenta os escores de eficiência dos terminais, gerados pelo modelo DEA BCC considerando restrições aos pesos virtuais, quando comparados aos demais terminais brasileiros e aos dois terminais de HongKong (HK).

Quadro 7.2: Escores de eficiência dos terminais da Região Norte

TERMINAL	SOMENTE NACIONAIS	CONSIDERANDO HK
Superterminais	100%	100%
Chibatão	51,38%	34,20%

A grande diferença de eficiência gerada pelo modelo matemático reside no fato de que Chibatão possui uma estrutura muito grande para um movimento de carga

relativamente pequeno, mesmo sendo o terminal que mais movimenta carga em Manaus.

Informações colhidas com executivos da indústria containera dão conta de que Chibatão pretende se preparar para um crescimento acentuado do fluxo de carga na região e por conta disso estaria adquirindo previamente áreas e equipamentos em abundância para fazer frente a esse aumento de demanda.

Por outro lado, a análise das outras variáveis identificadas pelo mapa agregado parece mostrar que existem muitas similaridades entre Chibatão e Superterminais, pois ambos operam de forma bem parecidas, embora haja uma grande diferença no escore de eficiência técnica.

As variáveis se aplicam da mesma forma para os dois terminais: por exemplo, o acesso aos terminais é basicamente hidroviário, e possui características próprias por se tratar de um rio que possui profundidade e largura peculiares e limitadas. As ações de segurança para entrada e saída dos terminais é uma preocupação constante para ambos.

Outra característica comum é que, como se tratam de TUPs, a mão-de-obra não está vinculada aos TPAs, apresentando-se bem qualificada e representando um custo menor de operação para os terminais.

A significativa movimentação de carga quando comparado aos demais terminais do país se deve basicamente às atividades da Zona Franca de Manaus. Um incremento do desenvolvimento econômico da região provavelmente fortaleceria a demanda do hinterland, aumentando assim a movimentação de contêineres da região. Como consequência disso, possivelmente haveria um aumento da eficiência técnica do terminal de Chibatão.

Dessa forma, apesar dos escores de eficiência diferentes, as variáveis identificadas no mapa cognitivo agregado parecem indicar que os dois terminais da cidade apresentam as mesmas características de eficiência.

7.3.1.2 Região Nordeste

Os três grandes terminais nordestinos de contêineres estão localizados nos estados mais desenvolvidos da região: Bahia, Pernambuco e Ceará, e apresentaram os seguintes escores de eficiência gerados pelo modelo DEA BCC, quando comparados aos demais terminais brasileiros e aos dois terminais de HongKong (HK).

Quadro 7.3: Escores de eficiência dos terminais da Região Nordeste

TERMINAL	SOMENTE NACIONAIS	CONSIDERANDO HK
TECON Salvador - BA	100%	100%
TECON Suape - PE	59,41%	43,84%
Pecém - CE	100%	100%

Pode-se observar que Pecém e TECON Salvador mostraram-se tecnicamente eficientes enquanto o TECON Suape alcançou escores inferiores a 60%, sendo tecnicamente ineficiente.

Contudo, em 2008, como parte de um estudo realizado pelo CEL/COPPEAD/UFRJ, foram entrevistados diversos elementos envolvidos com a indústria portuária, como representantes de empresas exportadoras e importadoras, agentes marítimos e armadores, onde esses reportaram suas avaliações em relação à qualidade dos principais portos nacionais, inclusive dos nordestinos (BARRETO, 2008). Na visão dos entrevistados, o complexo nordestino de Suape-PE, incluindo aí o TECON SUAPE, obteve uma excelente média (8,3 em uma escala que ia de 0 a 10), porém o Porto de Salvador-BA apresentou média de 5,1. Alguns dos principais problemas identificados na pesquisa dão conta de que o porto baiano possui grandes problemas de acesso rodoviário e que Suape-PE, apesar de bem avaliado, sofre com problemas na janela de atracação de navios e com a baixa frequência deles.

Logo, pode-se observar que embora o TECON Salvador seja um terminal moderno e bem administrado, sua classificação como tecnicamente eficiente pode ser questionada uma vez que outras variáveis do eixo do transporte e acesso ao terminal, como por exemplo, o aproveitamento das rodovias e ferrovias, bem como a perturbação gerada no trânsito urbano são problemáticas. Ainda, quando se considera o eixo da

movimentação dentro do terminal, pode-se constatar que a área de estacionamento de caminhões e o comprimento do cais de atracação são deficientes também.

Pecém possui características peculiares. Sendo um porto que movimenta diversas cargas, além de ser moderno, utiliza a variável área do terminal de forma a se adequar com a demanda de contêineres. Logo, sua combinação de inputs e o output(quantidade de contêineres movimentados), faz com que ele, mesmo em uma escala menor, seja considerado tecnicamente eficiente pelo modelo BCC.

O TECON Suape mostrou-se tecnicamente ineficiente por conta do seu tamanho, ou seja, para o nível de inputs que possui, deveria movimentar muito mais contêineres/ano. Algumas variáveis podem ajudar a entender esse resultado. O nível de desenvolvimento econômico do hinterland pesa de maneira relevante na demanda de contêineres desse terminal, visto que o tipo de carga containerizada, em geral, tem uma forte relação com o setor mais amplo do mercado consumidor local. Sendo assim, quanto mais desenvolvido o mercado consumidor do terminal, maior será a demanda de contêineres.

O Nordeste brasileiro vem aumentando sua atratividade em virtude da localização mais próxima do mercado europeu e norte-americano. Algumas variáveis do eixo do transporte marítimo são importantes para que seja possível um aumento na movimentação de contêineres como, por exemplo, os incentivos fiscais que os estados nordestinos já estão dando para os portos a fim de que eles aumentem sua competitividade. Porém, outras variáveis relacionadas com o eixo do transporte e acesso ao terminal, como a falta de conexões rodoviárias e ferroviárias eficientes com o resto do país faz com que os complexos da região mostrem-se menos competitivos e atraiam menos movimentações do que podem atender.

De um modo geral, investimentos no modal ferroviário e rodoviário, bem como no desenvolvimento econômico da região, seriam de grande importância para o incremento da movimentação de contêineres no Nordeste. A expansão da navegação de cabotagem ao longo da costa poderia trazer grandes benefícios na medida em que facilitaria o escoamento da carga para os demais portos do Sul e Sudeste.

7.3.1.3 Região Sudeste

A Região Sudeste concentra 56,4% do PIB brasileiro, representando naturalmente o maior mercado consumidor do país. De acordo com o Panorama Aquaviário da ANTAQ (2008), em torno de 60% de todos os contêineres movimentados no Brasil passam pelos terminais dessa região.

O quadro 7.4 apresenta os escores de eficiência dos terminais gerados pelo modelo DEA BCC, quando comparados aos demais terminais brasileiros e aos dois terminais de HongKong (HK).

Quadro 7.4: Escores de eficiência dos terminais da Região Sudeste

TERMINAL	SOMENTE NACIONAIS	CONSIDERANDO HK
TVV - ES	84,86%	75,31%
T1-Libra - RJ	64,05%	59,39%
T2-Multirio - RJ	55,71%	47,97%
TECON Sepetiba – RJ	54,08%	39,33%
TECON Santos - SP	100%	82,21%
TECONDI	100%	87,00%
T-35	93,28%	61,58%
T-37	100%	88,35%
Rodrimar	100%	100%

Os resultados foram analisados de forma segmentada, pelos estados da região.

7.3.1.3.1 Terminal de Vila Velha (TVV)

O TVV apresentou um escore de eficiência superior a 75% mesmo quando comparado aos terminais chineses. O resultado do modelo matemático parece refletir com coerência a realidade.

Por estar localizado dentro de um grande centro urbano, o terminal apresenta dificuldades quando se analisa as variáveis observadas no eixo do transporte e acesso ao terminal. O acesso rodoviário é bastante prejudicado pelo fato do terminal estar localizado dentro da cidade, o que degrada de forma relevante os aspectos ambientais ligados com a perturbação do trânsito urbano. O acesso ferroviário inexistente para atender a carga containerizada e o canal de acesso ao terminal é estreito e está assoreado.

Em relação ao eixo da movimentação dentro do terminal, a mão-de-obra avulsa e não avulsa tem recebido, em geral, uma melhor qualificação. Quanto ao nível de burocracia, parece estar no mesmo patamar dos demais terminais brasileiros.

Em relação ao eixo do transporte marítimo, o hinterland do terminal é bem desenvolvido, porém ainda há bastante espaço para o mercado consumidor crescer, principalmente impulsionado pela indústria petroleira. Quanto à competitividade, segundo o Gerente de Operações do terminal T1-LIBRA, o TVV tem recebido incentivos fiscais do governo capixaba, gerando uma redução do nível de impostos referentes à carga. Segundo o executivo, por esse motivo parte da carga que antes era movimentada no Rio de Janeiro tem sido transferida para o TVV. Ainda em relação à produtividade de contêineres, ou seja, à prancha-média, segundo o Panorama Aquaviário (2008), o terminal apresentou o quarto melhor resultado entre os terminais brasileiros, operando uma média de 27 contêineres por hora.

7.3.1.3.2 Terminais Cariocas

O Estado do Rio de Janeiro possui três grandes terminais containeros, dois localizados no porto do Rio de Janeiro e um no Porto de Itaguaí, na Baía de Sepetiba.

A eficiência técnica apresentou valores relativamente baixos, com escores inferiores a 65% quando a comparação é feita a nível nacional e inferiores a 60% quando os terminais de HongKong entram na amostra. O TECON Sepetiba em virtude das suas dimensões parece receber um impacto maior em seu escore de eficiência quando os terminais chineses entram na amostra, reduzindo sua eficiência de 54,08% para 39,33%.

Esses resultados podem ser questionados quando são observadas as diversas variáveis oriundas dos mapas cognitivos.

Em relação ao eixo de transporte e acesso ao terminal, de fato o acesso ao porto tem se apresentado como um fator de dificuldade para os terminais T1-Libra, T2-Multirio e TECON Sepetiba.

No caso dos terminais T1 e T2, assim como os demais terminais dentro de áreas urbanas densamente povoadas, a questão do acesso rodoviário e ferroviário ao terminal é crítica, havendo bastante interferência do trânsito urbano. O canal de acesso aos terminais também apresentam um alto nível de assoreamento, o que tem inviabilizado o recebimento e operação de navios de maior porte.

Já em relação ao TECON Sepetiba, apesar de se localizar um pouco mais afastado do centro da cidade do Rio de Janeiro, o acesso terrestre ainda é difícil, pois qualquer carga que venha do norte necessita atravessar todo o trânsito urbano da cidade para chegar ao terminal, e o acesso ferroviário para transporte de contêineres é praticamente inexistente. Além disso, o terminal apresenta restrições para o cruzamento de dois navios dentro do canal marítimo de acesso.

Em relação ao eixo da movimentação dentro do terminal, há uma qualificação adequada da mão-de-obra portuária, contudo a atuação do Sindicato dos Trabalhadores Portuários Avulsos no Rio de Janeiro é muito forte, o que dificulta o trabalho da OGMO em adequar os quadros de TPAs às reais necessidades dos terminais.

Para o T1 e o T2, em relação à infraestrutura, existe uma dificuldade adicional em relação à área dos terminais: não há muita área disponível para expansão. Essa restrição afeta diretamente a área de estacionamento dos caminhões que carregam e descarregam contêineres.

Em relação ao eixo do transporte marítimo, a variável relacionada com o aumento e regularização da demanda mostra-se de grande importância na análise das eficiências desses terminais. Embora o Rio de Janeiro possua o segundo maior PIB nacional, a demanda de contêineres não justifica a existência de três terminais de características similares, relativamente próximos. Apesar de grande parte da carga containerizada atender a indústria petrolífera que é forte no estado, de fato esses terminais não têm trabalhado com sua capacidade máxima.

Visando aumentar a competitividade, os terminais T1 e T2 têm recebido nos finais de semana um maior fluxo de navios que anteriormente utilizavam os terminais do porto de Santos. Isso porque o valor de operação nos terminais cariocas nos finais de semana é menor do que em Santos, o que para determinados tipos de carga faz compensar a troca de terminais.

7.3.1.3.3 Terminais Santistas

Os terminais do Porto de Santos movimentaram ao todo 2.692.575 TEUs no ano de 2008. Isso representou aproximadamente 37% de toda movimentação nacional. Observa-se que dos cinco terminais quatro apresentaram-se tecnicamente eficientes.

Todavia, de acordo com Barreto (2008), o estudo do CEL/COPPEAD/UFRJ atribuiu nota 5,7 ao porto de Santos, colocando-o como o 4º pior porto do país.

A análise do mapa agregado permite constatar que algumas variáveis são muito importantes para a percepção de eficiência dos terminais do Porto de Santos.

Ao se observar o eixo do transporte e acesso ao terminal, como citado anteriormente, pode-se constatar que os acessos terrestres aos terminais encontram-se em uma situação bastante crítica, bem como o acesso aquaviário que sofre com o assoreamento do canal e com o grande fluxo de navios.

Em relação ao eixo da movimentação dentro do terminal, os terminais santistas parecem apresentar um bom nível de operação no que diz respeito à qualificação da mão-de-obra, porém a infraestrutura é afetada principalmente pela escassez crescente de áreas de armazenamento, consequência das características urbanas da cidade e do aumento do fluxo de carga. Constata-se também que o grande fluxo de contêineres gera um aumento considerável do tempo gasto com a espera das ações alfandegárias decorrentes da movimentação da carga.

Ao se observar o eixo do transporte marítimo, pode-se concluir que um elemento importante para fundamentar o nível de eficiência dos terminais santista, diz respeito a demanda de contêineres que está diretamente relacionada com o desenvolvimento econômico da região. A forte industrialização e o robusto mercado consumidor do hinterland dos terminais containeros de Santos geram uma grande demanda, que impacta de forma decisiva o volume de mercadorias movimentadas por meio de contêineres.

Deve-se levar em consideração que uma demanda maior de movimentação de contêineres traz uma natural busca em se aperfeiçoar todo o processo, visando um aumento de competitividade.

7.3.1.4 Região Sul

O quadro 7.5 mostra os escores de eficiência dos cinco maiores terminais de contêineres da Região Sul, gerados pelo modelo DEA BCC.

Quadro 7.5: Escores de eficiência dos terminais da Região Sul

TERMINAL	SOMENTE NACIONAIS	CONSIDERANDO HK
Portonave	54,71%	49,03%
TECONVI	100 %	73,29%
TCP	86,85%	51,72%
TECON Rio Grande	90,41%	53,90%
CP São Francisco do Sul	100%	100%

Os terminais apresentaram escores de eficiência técnica bastante elevados quando comparados aos outros terminais nacionais, com exceção de Portonave. Por outro lado, todos os terminais da região, com exceção ao CP de São Francisco do Sul, tiveram um sensível decréscimo da eficiência técnica quando comparados aos terminais chineses.

Esses resultados parecem refletir parcialmente a realidade da eficiência, sendo necessária uma melhor análise, considerando uma abordagem mais ampla.

Conforme mencionado anteriormente, Portonave apresentou um baixo escore de eficiência técnica em virtude de possuir uma grande estrutura para uma baixa movimentação de contêineres no ano da pesquisa. Contudo, Portonave representa um grande investimento da iniciativa privada que ao projetar o terminal procurou otimizar algumas das variáveis representadas nos três eixos do mapa agregado.

Em relação ao eixo da movimentação fora do terminal, Portonave possui um excelente acesso rodoviário e sua localização minimiza os problemas ambientais na medida em que sua localização causa baixa perturbação no trânsito urbano. Quanto ao eixo da movimentação dentro do terminal, ressalta-se que a área e o cais do terminal são de excelente qualidade, sendo ali utilizados equipamentos modernos para a movimentação da carga. O terminal também conta com uma mão-de-obra altamente qualificada e com sistemas de gestão que agilizam e desburocratizam a movimentação da carga. Isso impacta positivamente o eixo do transporte marítimo pois gera um aumento de competitividade uma vez que há uma redução dos custos da carga e uma maior celeridade na liberação dos contêineres.

O TECONVI foi considerado tecnicamente eficiente quando comparado aos terminais brasileiros, contudo, apresenta problemas que podem fazer a percepção de eficiência global ser reduzida. O terminal encontra-se “espremido” pela cidade de Itajaí, sendo que os acessos terrestres e aquaviário (variáveis do eixo do transporte e acesso ao terminal) são insatisfatórios. Das variáveis relacionadas com o eixo da movimentação dentro do terminal, as relacionadas com a infraestrutura portuária são as mais críticas: a área de armazenamento de carga do terminal é diminuta, bem como a área de estacionamento de caminhões.

O TCP em 2008 foi o terceiro terminal que mais movimentou contêineres no Brasil, apresentando um escore de eficiência técnica superior a 85%, porém o terminal sofre com dificuldades observadas em algumas variáveis do eixo do transporte e acesso ao terminal. Por estar dentro do Porto de Paranaguá, o acesso terrestre apresenta-se insatisfatório visto que as rodovias que levam a carga containerizada até o terminal são as mesmas que levam a produção agrícola de várias regiões até o porto. O terminal ainda sente os reflexos do grande fluxo de navios para o Porto de Paranaguá o que faz com que o acesso aquaviário ao terminal seja considerado crítico. O canal de acesso apresenta-se relativamente assoreado, o que também contribui para um menor fluxo de carga.

O TECON Rio Grande é um terminal que opera em grande escala, tendo uma movimentação de contêineres em 2008 inferior somente ao TECON Santos. Sua eficiência técnica ficou acima de 90%, entretanto a percepção de eficiência global pode até mesmo ser superior a esse escore. Quanto ao eixo do acesso e transporte ao terminal, o TECON Rio Grande apresenta um excelente acesso terrestre e aquaviário e a profundidade do canal de acesso encontra-se entre as maiores do país. A infraestrutura portuária, relativa ao eixo da movimentação dentro do terminal, apresenta uma boa estrutura de cais, equipamentos e área de armazenagem. Quanto ao eixo do transporte marítimo, o terminal é bastante competitivo, baseando-se principalmente no custo menor de operação relacionado à operação da carga e à celeridade na liberação dos contêineres.

O Cais Público de São Francisco do Sul utilizou bem seus inputs na produção do output do modelo DEA, apresentando se como o único terminal tecnicamente eficiente

mesmo quando comparado ao terminais chineses. Porém, esse terminal também apresenta algumas dificuldades que podem afetar a percepção global de eficiência: os acessos terrestre e aquaviário são considerados insatisfatórios, sendo que o canal de acesso necessita aumentar sua profundidade. A área do porto reservada à movimentação de contêineres é relativamente pequena o que não permite uma estada prolongada de contêineres no terminal.

7.3.2 Considerações em relação aos terminais chineses

Os resultados obtidos pelos terminais CT 3 e CT 8W de HongKong exprimem o alto grau de eficiência técnica desses terminais. Contudo, além de usarem bem seus inputs na produção de elevados níveis de output, é importante observar outras variáveis que são muito importantes na percepção da superioridade da eficiência global dos terminais chineses em relação aos brasileiros.

Ao se utilizar o mapa cognitivo agregado apresentado no capítulo anterior, pode-se observar, quanto ao eixo do transporte e acesso ao terminal, que a China tem investido de forma pesada na infraestrutura nacional de transporte.

Segundo Hijjar (2006), quando o acesso aos portos não é eficiente, toda a operação de transporte de carga acaba sendo comprometida, pois os gargalos enfrentados na chegada ao porto promovem atrasos e necessidade de estoque extra, aumentando o custo logístico total, podendo afetar a rentabilidade e a competitividade dos terminais. Por outro lado o fluxo da carga até os terminais é bastante facilitado quando as vias de transporte são bem estruturadas e de boa qualidade.

De acordo com Bradsher (2009), em reportagem publicada no jornal The New York Times, na busca de frear os efeitos domésticos da crise econômica global iniciada no final de 2008, a China que já vinha investindo vultosos recursos em novas estradas, ferrovias e outros projetos de infraestrutura, continuará a gastar bilhões de dólares nesses projetos. Por exemplo, o país asiático tinha a previsão de gastar US\$ 88 bilhões, em 2009, construindo linhas de trens entre cidades (a mais alta prioridade no plano de investimentos), sendo que já tinha gasto US\$ 44 bilhões no ano de 2008. Segundo a

reportagem, os chineses construíram tantos quilômetros de linhas férreas de alta velocidade nos últimos quatro anos quanto a Europa em duas décadas.

Uma das maneiras de aumentar a eficiência do fluxo da carga até o terminal reside na utilização em grande escala do modal ferroviário, uma vez que uma composição ferroviária elimina a utilização de diversos caminhões, reduzindo as filas, os congestionamentos na entrada dos portos e os custos globais de transporte.

Na china, o transporte ferroviário de carga é bastante utilizado, enquanto no Brasil a utilização de ferrovias na chegada e escoamento de contêineres nos portos ainda é muito baixa: apenas 1,9% dos contêineres que chegam aos portos brasileiros e 1,6% daqueles que deixam os portos o fazem através do modal ferroviário (HIJJAR, 2006).

Quanto ao eixo da movimentação dentro do terminal, de acordo com a PSA INTERNATIONAL (2009), os terminais de HongKong possuem mão-de-obra bastante especializada em contínuo desenvolvimento. O fato de a legislação trabalhista chinesa ser mais flexível e independente contribui para que o nível de ociosidade no trabalho seja mínimo.

Outro aspecto bastante relevante para a percepção de eficiência dos terminais chineses diz respeito ao reduzido nível de burocracia para se movimentar carga containerizada. Ainda no final da década de 90, o professor David Li (1998) analisou a notável transformação da burocracia da China como parte do esforço de apoio à reforma econômica e ao desenvolvimento econômico do país. Segundo o relatório do pesquisador, apesar da falta de liberdade política, as ações de desburocratização do governo visando facilitar as atividades de comércio internacional representaram uma variável importante para o desenvolvimento do país. Em HongKong, praticamente todos os terminais funcionam 24 horas por dia, 365 dias no ano. Há uma forte integração das autoridades portuárias, o que facilita substancialmente o fluxo de carga. A infraestrutura portuária é moderna e dinâmica, os terminais chineses são projetados para trabalhar com área e cais adequados para um fluxo crescente de carga containerizada. Na maioria dos terminais, os equipamentos utilizados são de última geração, podendo movimentar mais de 100 TEUs por hora (PSA INTERNATIONAL, 2009).

Quanto ao eixo do transporte marítimo, o fato do país estar se transformando na segunda maior economia do planeta impacta diretamente a demanda de contêineres que

é vultosa e crescente. Com isso, há uma grande quantidade de rotas marítimas que fazem escala nos terminais chineses, gerando uma elevada frequência de navios. O alto nível de competitividade dos terminais de HongKong é fruto de uma série de fatores, dentre os quais ressalta-se a celeridade na liberação dos contêineres, quer seja para embarcar ou desembarcar, e os baixos custos de transporte de carga, muito reduzidos em relação aos custos brasileiros (CARLINI, 2009).

CAPÍTULO 8

CONCLUSÕES

Esta dissertação desenvolveu por meio da consolidada metodologia de Análise Envoltória de Dados (DEA) um estudo sobre a eficiência dos terminais portuários brasileiros que movimentam carga containerizada, representando uma inovação na metodologia em virtude da utilização de mapas cognitivos para subsidiar os resultados dos modelos matemáticos.

Os terminais de contêineres representam um importante elemento dentro do setor portuário, e por conseguinte dentro da economia brasileira. Em geral, a carga containerizada se constitui de mercadorias de maior valor agregado, sendo que este tipo de carga vem aumentando significativamente, a cada ano, seu volume e importância dentro do comércio global.

A principal motivação desta dissertação está associada à utilização de uma ferramenta para medir a eficiência dos operadores portuários por meio da utilização de fronteiras de eficiência, que são baseadas nas melhores práticas em um setor ou em uma amostra dele.

Para que os resultados refletissem de forma mais coerente a realidade, o modelo matemático utilizou restrições aos pesos virtuais atribuídos às variáveis, com o objetivo de permitir a incorporação de informações relevantes oriundas de especialistas, minimizando a característica do modelo que dá liberdade total à distribuição de pesos.

Foram também utilizados mapas cognitivos como ferramentas para dar respaldo aos resultados gerados pelos modelos DEA, buscando exaustivamente identificar conceitos objetivos e subjetivos que deveriam ser considerados em uma concepção mais ampla de eficiência portuária.

O histórico do setor portuário brasileiro foi apresentado no Capítulo 2, onde se pôde verificar que os investimentos no setor sempre estiveram aquém das suas necessidades, e que a Lei nº 8.630/93, chamada “Lei de Modernização dos Portos”, estabeleceu um novo marco regulatório o qual atribui à iniciativa privada uma ampla

responsabilidade de investimentos, visando resolver uma parcela dos problemas portuários.

A metodologia DEA foi exposta no Capítulo 3, onde foram apresentados os modelos clássicos DEA. Os modelos CCR e BCC foram formulados com orientação a *inputs* e *outputs*, sendo também descritas as formulações do modelo do envelope e dos multiplicadores.

No Capítulo 4 foram apresentados os principais artigos nacionais e internacionais que utilizaram DEA para avaliar a eficiência portuária, bem como os principais *inputs* e *outputs*, e o tipo de orientação dos modelos. Com base nesses estudos, a metodologia DEA foi aplicada aos principais terminais nacionais no Capítulo 5, sendo conduzida de acordo com a seguinte dinâmica:

- em um primeiro momento, a todos os 19 terminais da amostra foi aplicado o modelo CCR dos multiplicadores, o qual apresentou um alto percentual de variáveis com atribuição de pesos nulos. Para se corrigir esse efeito indesejável, foram atribuídos limites de pesos virtuais alocados às variáveis;

- posteriormente os terminais foram avaliados novamente, com restrição aos pesos, pelo modelo BCC, o qual foi aplicado em virtude da considerável diferença de escala de trabalho entre os terminais da amostra, gerando um escore de eficiência que considerou o tamanho dos terminais; e

- por último, foram incorporados à amostra dois modernos terminais de HongKong, a qual foi avaliada pelo modelo BCC, gerando uma relevante comparação entre os terminais nacionais e o que há de mais moderno em relação a terminais contêineres internacionais.

Os resultados gerados pela utilização do modelo BCC, Não Arquimediano, com restrição aos pesos e orientado a output, forneceram informações interessantes em relação aos terminais que são referência dentro da amostra, indicando qual deveria ser a quantidade de carga a ser movimentada para que os terminais ineficientes alcançassem a fronteira de eficiência, mantendo o mesmo nível de *inputs*.

Os resultados mostraram que nove terminais se apresentaram eficientes, dos quais a maior parte encontrava-se no Porto de Santos. O terminal T-37, em Santos, foi o principal referencial para os terminais ineficiente, referenciando nove desses terminais. O outro grande referencial nacional foi o TECON SANTOS que serviu de referencial para seis terminais. Pelo modelo matemático, os terminais mais ineficientes foram Chibatão (51,38%), TECON SEPETIBA (54,08%) e Portonave (54, 71%).

Quando os terminais de HongKong entraram na amostra do modelo BCC, somente quatro terminais nacionais foram considerados eficientes, sendo que todos eles de pequeno porte. Os terminais CT 8W e CT 3 redefiniram a fronteira de eficiência, sendo que este apresentou-se como principal referência para os terminais ineficientes. Em virtude da combinação ótima de *inputs* e *outputs*, quando comparados com os terminais chineses, os maiores terminais nacionais apresentaram escores de eficiência mais baixos, sendo que alguns terminais como o TECON SUAPE teria que aumentar em 128% sua movimentação de carga para alcançar a fronteira de eficiência.

As características referentes à operação de carga containerizada, onde as variáveis são bem definidas, permitiu que a metodologia DEA fosse empregada de forma adequada para se fazer uma avaliação de desempenho. Contudo, dada a complexidade do setor portuário containerizado, seria simplório avaliar a eficiência dos terminais considerando somente quatro variáveis.

Sendo assim, o Capítulo 6 apresentou a utilização de mapas cognitivos visando estruturar o problema de forma que fossem identificadas outras variáveis que teriam importância e que deveriam ser consideradas na elaboração de um conceito mais amplo de eficiência.

Os mapas foram gerados por meio de entrevistas com alguns dos principais atores do setor containerizado, gerando uma considerável riqueza de perspectivas que, de certa forma, se complementavam e não conflitavam, apesar dos diferentes pontos de vista. Esses mapas cognitivos individuais geraram um mapa cognitivo agregado que aglutinou os conceitos expostos pelos cinco entrevistados. Nesse mapa, foi possível identificar três grandes eixos de conceitos que objetivavam o aumento da eficiência do terminal:

“Eixo do Transporte e Acesso ao Terminal”, “Eixo da Movimentação Dentro do Terminal” e “Eixo do Transporte Marítimo”.

No Capítulo 7, os resultados DEA foram analisados à luz das variáveis originadas do mapa agregado. Foram identificadas 38 variáveis, as quais foram classificadas quanto à disponibilidade de acesso aos dados. Nove variáveis foram consideradas mensuráveis com fácil acesso aos dados; quatorze, mensuráveis, mas de difícil acesso aos dados; onze, de difícil mensuração; e três como não mensuráveis. Nesse total estavam inclusas as quatro variáveis utilizadas no modelo matemático, constatando-se que todas faziam parte do Eixo da Movimentação Dentro do Terminal, mais especificamente dentro da infraestrutura interior do terminal. Os resultados DEA foram analisados a partir das regiões do país, verificando-se que eles careciam de subsídios para que a avaliação da eficiência fosse mais completa. Diversos aspectos foram considerados em relação às variáveis oriundas do mapa.

A seção 7.3.2 do Capítulo 7 teceu considerações relevantes em relação à percepção de eficiência dos modernos terminais de HongKong. Pôde-se constatar que os terminais chineses apresentam-se bem estruturados em relação aos três eixos de variáveis identificados no mapa agregado. Isto é, a China tem investido pesadamente na infraestrutura de transporte e acesso aos portos, trabalha com terminais modernos, planejados e mais desburocratizados e possui uma economia de grande força que consome e produz um gigantesco volume de mercadorias transportadas por contêineres.

Excetuando-se o nível de burocracia alfandegária e o gerenciamento dos trabalhadores portuários avulsos (TPA), de responsabilidade do estado, os terminais nacionais têm se mostrado bem estruturados em relação ao eixo da movimentação da carga no seu interior, utilizando da melhor forma possível seus recursos. A ineficiência técnica do setor contêineres parece estar focada na problemática relacionada à infraestrutura nacional de transportes deficiente, e principalmente à demanda de mercadorias transportadas por contêineres que é função direta de um maior desenvolvimento econômico do país.

De acordo com o exposto, esta dissertação buscou cumprir seu objetivo na medida em que avaliou o desempenho dos terminais nacionais que movimentam

contêineres por meio da Análise Envoltória de Dados, utilizando mapas cognitivos para subsidiar os resultados obtidos pelo modelo matemático, gerando uma maior compreensão das diversas variáveis que influenciam o desempenho dos terminais brasileiros.

Alguns temas de interesse para futuras pesquisas são:

- Executar uma pesquisa dentro de uma janela temporal de cinco anos a fim de se utilizar o Índice de Malmquist para analisar o comportamento da eficiência dos terminais no decorrer do tempo;
- Estudar a possibilidade de incorporar a abordagem de Multicritério à Análise Envoltória de Dados na avaliação de eficiência do setor contêiner; e
- Aplicar a metodologia a um conjunto de DMUs representadas pelos portos nacionais que movimentam outros tipos de carga.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDERTON, P., 1999, *Port Management and Operation*, London, LLP Reference Publication.

ABRATEC - Associação Brasileira dos Terminais de Contêineres de Uso Público. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://www.abratec-terminais.org.br>>. Acesso em: 01jul. 2009.

ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br>>. Acesso em 04fev.2010.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO PORTUÁRIO. Brasília: Agência Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ, 2008. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/Portal/Anuarios/Portuario2008/Index.htm>>. Acesso em: 01 ago. 2009.

Angulo Meza, L., 1998, *Data Envelopment Analysis na determinação da eficiência dos programas de pós-graduação da COPPE/UFRJ*. Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.

AZEVEDO, A. F. Z.; PORTUGAL, M. S., 1998, “Abertura comercial brasileira e instabilidade da demanda de importações”, *Nova Economia*, v. 8, n.1, pp. 37-63.

BRASIL. Lei nº 8.630, de 25 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre o regime jurídico da exploração dos portos organizados e das instalações portuárias e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 26 fev.1993. Disponível em: < www81.dataprev.gov.br/sislex/paginas/.../8630.htm >. Acesso em 22 dez. 2009.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W.,1984, “Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis”, *Management Science*, v.30, n.9, pp.1078–1092.

BARRETO, L. O Pior Porto do Brasil. **Revista Exame**, 0913 Ed., 5 Mar. 2008. Disponível em: <<http://portalexame.abril.com.br/revista/exame/edicoes/0913/economia/m0153421.ht>>. Acesso em: 20 dez. 2009.

BARROS, C. P., 2003a, “Incentive regulation and efficiency of Portuguese port authorities”, *Maritime Economics and Logistics*, v.5, n. 1, pp.55–69.

BARROS, C. P., 2003b, “The measurement of efficiency of Portuguese seaport authorities with DEA”. *International Journal of Transport Economics*, v.30, n.3, pp.335–354.

BARROS, C. P.; ATHANASSIOU, M., 2004, “Efficiency in European seaports with DEA: Evidence from Greece and Portugal”, *Maritime Economics and Logistics*, v.6, n.2, pp.122–140.

BONILLA, B.;CASASUS, T.; MEDAL, A.; SALA, R., 2004, “Na Eficciency Analysis with Tolerance of the Spanish Port System”. *International Journal of Transport Economics*, v.31, n.3, pp. 379-400.

BRADSHER, K. China’s Route Forward. **The New York Times**, New York, 23 jan. 2009. Disponível em <<http://www.nytimes.com/2009/01/23/business/worldbusiness/>>. Acesso em: 14 mai. 2010.

CARLINI, N., 2009, “CMA CGM - Relatório para a Comissão de Serviços e Infraestrutura do Senado Federal”. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/sf/comissoes/ci/ap/AP_20081204_NelsonCarlini.pdf> Acesso em: 10 jun. 2009.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E., 1978, “Measuring the efficiency of decision making units”. *European Journal of Operational Research*, n.2, pp.429–444.

CHARNES, A. , COOPER, W. W., GOLANY, B., SEIFORD, L., STUTZ, J., 1985, “Foudations of Data Envelopment Analysis for Pareto-Koopmans efficient empirical production functions”, *Journal of Econometrics*, vol. 30, nº 1/2, pp. 91-107.

CHINA abre segunda fase do maior porto de águas profundas do mundo, PORTAL G1, Rio de Janeiro, 11 dez. 2006. Disponível em <<http://g1.globo.com/Noticias/Mundo/0,,AA1382463-5602,00.html>>. Acesso em: 20 jul. 2009.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K., 2000, Data envelopment analysis: A comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software, Boston: Kluwer Academic Publishers.

CULLINANE, K. P. B.; SONG, D.-W.; GRAY, R., 2002, “A stochastic frontier model of the efficiency of major container terminals in Asia: assessing the influence of administrative and ownership structures”, *Transportation Research, Part A: Policy and Practice* , n.36, pp.743–762.

CULLINANE, K. P. B.; SONG, D.-W.; JI, P., WANG, T.-F, 2004, “An application of DEA windows analysis to container port production efficiency”, *Review of Network Economics*, v.3, n.2, pp.186–208.

CULLINANE, K. P. B.; JI, P.;WANG, T.-F., 2005, “The relationship between privatization and DEA estimates of efficiency in the container port industry”, *Journal of Economics and Business*, v.57, n.5, pp.433–462.

CULLINANE, K. P. B.; WANG, T.-F.; SONG, D.-W.; JI, P., 2005, “A comparative analysis of DEA and SFA approaches to estimating the technical efficiency of container ports”, *Transportation Research, Part A: Policy and Practice*, v.40, n.4, pp.354–374.

CULLINANE, K. P. B.; WANG, T.-F., 2006, “The efficiency of European container ports: A crosssectional data envelopment analysis”. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, v.9, n.1, pp.19–31.

CULLINANE, K. P. B.; SONG, D.-W.; WANG, T.-F., 2006, “The application of mathematical programming approaches to estimating container port production”, *Journal of Productivity Analysis*, v.24, n.1, pp.73–92.

DYSON, R. G., 2000, “Performance measurement and data envelopment analysis – Ranking are rank!”, *OR Insight*, v.13, n.4, pp.3–8.

DOWD, T. J.; LESCHINE, T. M., 1990, “Container Terminal Productivity: A Perspective.” *Maritime Policy and Management*, v.17, n.2, pp.107–112.

EDEN, C., 1988, “Cognitive Mapping : A Review”. *EJOR*, v.36, pp. 1-13.

GOULARTI FILHO, A. G., 2007, “Melhoramentos, reaparelhamentos e modernização dos portos brasileiros: a longa e constante espera”, *Economia e Sociedade*, v. 16, n. 3, p. 455-489.

GUANDALINI, G. “A caixa que encolheu a Terra”, Revista Veja, Ed. 4 jul. 2007. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/040407/p_104.shtml>. Acesso em: 20 dez. 2009.

HIJJAR, M. F.; ALEXIM, F. M. B, 2006. *Avaliação do acesso aos terminais portuários e ferroviários de contêineres no Brasil*. Coppead/UFRJ, Centro de Estudos em Logística. Disponível em: <http://www.ilos.com.br/site/index.php?option=com_content&task=view&id=702&Itemid=74>. Acesso em: 20 dez. 2009.

ITOH, H., 2002, “Efficiency changes at major container ports in Japan: A window application of data envelopment analysis”, *Review of Urban and Regional Development Studies*, v.1, n.2, pp.133–152.

LACERDA, S.M., 2004, “Navegação e Portos no Transporte de Contêineres”, Revista do BNDES, Rio de Janeiro, v. 11, n. 22, pp. 215-243, dez. 2004.

LI, D., *A dinâmica da mudança institucional na China: O papel da burocracia*, Institute of East Asian Studies, Universidade da Califórnia, Berkeley, CA.

LINS, M.P.E.; MEZA, L. A., 2000, *Análise Envoltória de Dados e perspectivas de integração no ambiente de Apoio à Decisão*, 1 ed., Rio de Janeiro: Editora da COPPE/UFRJ.

LINS, M. P.E.; CALOBA, G.M, 2006, Programação Linear com aplicações em teoria dos jogos e avaliação de desempenho (Data Envelopment Analysis). 1 ed. Rio de Janeiro: Interciência.

MARINE DEPARTMENT OF HONGKONG: Informações estatísticas. HongKong, 2009. Disponível em <<http://www.mardep.gov.hk>>. Acesso em: 01jul.2009.

MARTINEZ-BUDRIA, E.; ARMAS, R.D.; IBAFIEZ, M.I.; MESA, T.R., 1999, “A study of the efficiency of Spanish port authorities using data envelopment analysis”, *International Journal of Transport Economics*, v.26, n.2, pp.237–253.

MONIE, F.; VIDAL, S.M., 2006, “Cidades, portos e cidades portuárias na era da integração produtiva”. *Rev. Administração Pública*, v.40, n.6, pp. 975-995.

NOTTEBOOM, T.; COECK, C.; BROECK, J. V. D., 2000, “Measuring and Explaining the Relative Efficiency of Container Terminals by Means of Bayesian Stochastic Frontier Models.” *International Journal of Maritime Economics*, v.2, n.2, pp.83–106.

PARK, R.-K.; DE, P., 2004, “An alternative approach to efficiency measurement of seaports”. *Maritime Economics and Logistics*, v.6, pp.53–69.

PANORAMA AQUAVIÁRIO. Brasília: Agência Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ, v.2, 2008. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br>> . Acesso em: 01 ago. 2009.

PORTOS E TERMINAIS MARÍTIMOS DO BRASIL, 2009. Joinville, SC: Editora Bela Catarina.

PSA INTERNATIONAL. Informações sobre terminais controlados pela empresa. HongKong, 2009. Disponível em: <<http://www.internationalpsa.com>>. Acesso em: 01jul. 2009.

RIOS, L.R.; MAÇADA, A.C.; BECKER, J. L., 2004, “Medindo a eficiência das operações dos terminais de contêineres brasileiros”. In: II Concurso Gaúcho de Artigos sobre Comércio Exterior, São Leopoldo. Anais II CGACE.

RIOS, L.R.; MAÇADA, A.C., 2006, “Medindo a Eficiência Relativa das Operações dos Terminais de Contêineres do Mercosul Utilizando a Técnica de DEA e Regressão Tobit”. In: Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (EnANPAD), Salvador. Anais XXV EnANPAD.

ROLL, Y.; HAYUTH, Y., 1993, “Port performance comparison applying data envelopment analysis (DEA)”. *Maritime Policy and Management*, v.20, n.2, pp.153–161.

ROSENHEAD, J.; MINGERS, J., 2001, Rational analysis for a problematic world: problem structuring methods for complexity, uncertainty and conflict. 2. ed. West Sussex: John Willey & Sons.

SEP/PR – SECRETARIA ESPECIAL DE PORTOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Sistema Portuário Nacional. Brasília, 2009. Disponível em <<http://www.portosdobrasil.gov.br/sistema-portuario-nacional>>. Acesso em: 31 out. 2009.

SHARMA, M. J.; YU, S.J., 2008, “Performance based stratification and clustering for benchmarking of container terminals”, *Expert Systems with Applications*, v.36, n.3, pp.5016-5022.

SOLLERO, M.K.V., 2007, *Avaliação de Empresas de Distribuição de Energia Elétrica através da Análise Envoltória de Dados com Integração das perspectivas do regulamento e das Concessionárias*. Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

SOUSA JÚNIOR, J. N. C.; PRATA, B. A. ; NOBRE JUNIOR, E. F., 2008, “Análise da eficiência dos portos da região Nordeste do Brasil baseada em Análise Envoltória de Dados”, *Revista Sistemas & Gestão*, v. 3, pp.74-91.

THANASSOULIS, E., 2001, Introduction to Theory and Application of Data Envelopment Analysis, Norwell: Kluwer Academic Publishers.

TONGZON, J., 2001, “Efficiency measurement of selected Australian and other international ports using data envelopment analysis”. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v.35, n.2, pp.113–128.

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

UNCTAD - UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT, 2008, **Review of Maritime Transport 2008**, Relatório, New York e Geneva: Nações Unidas.

VALENTINE, V. F.; GRAY, R., 2001, “The measurement of port efficiency using data envelopment analysis”. Proceedings of the 9th world conference on transport research, Seoul, 22–27 July.

WANG, T.-F.; SONG, D. -W.; CULLINANE, K. P. B., 2002, “The applicability of data envelopment analysis to efficiency measurement of container ports”. Proceedings of the International Association of Maritime Economists Conference, Panama, 13–15 November.

WANKE, P. F.; HIJJAR, M.F.; BARROS, M. , 2008, “Avaliando a eficiência dos terminais brasileiros com Análise Envoltória de Dados”. *Revista Tecnológica*, n.4, pp. 72 – 76.

WANKE, P. F., SILVEIRA, R. V., BARROS, F.G. ,2009, Introdução ao Planejamento da Infraestrutura e Operações Portuárias, 1 ed., São Paulo: Altas.

ZAWADZKI, M.; BELDERRAIN, M. C. N., 2008, O Uso de Mapas Cognitivos para a Estruturação de Problemas. In: SIGE 2008 - Simpósio de Aplicações em Áreas de Defesa, São José dos Campos: Anais do X SIGE.

GLOSSÁRIO

Calado	Distância vertical entre a superfície da água e a parte mais baixa da quilha do navio.
Demurrage	Multa determinada em contrato, a ser paga pelo contratante de um navio quando este demora mais do que o acordado nos portos de embarque ou de descarga. Valor aplicado quando o importador descumpre os prazos acordados para a utilização de um contêiner, ou seja, quando o contêiner é utilizado por um tempo além do concedido pelo <i>free-time</i> .
Detention	Multa diária aplicada pelo armador ao embarcador, em virtude deste reter a devolução do contêiner cheio para a realização do embarque e da mesma maneira combinada na contratação do espaço no navio.
Gates	Portais de acesso de carga aos terminais portuários
Hinterland	São regiões e áreas terrestres efetivamente influenciadas pela atividade portuária, as quais representam o potencial gerador de cargas do porto. O <i>hinterland</i> depende, basicamente, do potencial de desenvolvimento da região em que o porto está localizado.
Navegação de Cabotagem	Navegação realizada entre portos interiores do país pelo litoral ou por vias fluviais. A cabotagem se contrapõe à navegação de longo curso, ou seja, aquela realizada entre portos de diferentes nações.
Porto Público Organizado	Porto construído e aparelhado para atender às necessidades da navegação e da movimentação e armazenagem de mercadorias, concedido ou explorado pela União, cujo tráfego e operações portuárias estejam sob a jurisdição de uma autoridade portuária.

Prancha Média	Também chamada de produtividade média, é a Média aritmética obtida pelo quociente do somatório das quantidades de contêineres movimentados (em unidades) dividido pelo tempo total de atracação (ou de atendimento) dos navios.
Retroárea	Espaço operacional de um porto a ré do cais de atracação, sendo usualmente alfandegada e contendo pátios e armazéns.
Slot	Espaço ocupado por um contêiner de 20 pés (TEU) em um navio
Terno	Cada equipe de TPAs a bordo. Normalmente, em cada porão em que haja movimentação de mercadorias há um terno de trabalhadores escalado.
Terminal de Uso Privativo (TUP)	Instalação construída ou a ser implantada por instituições privadas ou públicas, não integrante do patrimônio do Porto Público, para a movimentação e armazenagem de mercadorias destinadas ao transporte aquaviário ou provenientes dele.

ANEXO 1

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE – PESOS VIRTUAIS

Quadro A1 – Análise de Sensibilidade para Escolha dos Pesos Virtuais

	1º CASO	2º CASO	3º CASO	4º CASO
	C=5/A=35/E=35	C=10/A=30/E=30	C=15/A=25/E=25	C=20/A=20/E=20
Terminais	FO	FO	FO	FO
TECONVI (SC)	0,98758	0,97290	0,95822	0,94353
TCP (PR)	0,85567	0,86492	0,87418	0,88343
TECON RG (RG)	0,86798	0,86370	0,85943	0,85515
TECON SV (BA)	0,99515	0,99364	0,99213	0,99062
RODRIMAR (SP)	0,87083	0,87767	0,88450	0,89134
T-35 (SP)	0,88313	0,88377	0,88441	0,88504
T-37 (SP)	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
TECON ST (SP)	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
TECONDI (SP)	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
CP SFS (SC)	0,91068	0,90196	0,89324	0,88452
TECON SU (PE)	0,56908	0,57310	0,57713	0,58115
TVV (ES)	0,84563	0,83690	0,82816	0,81943
T1 - LIBRA (RJ)	0,62924	0,62196	0,61468	0,60740
T2 - MULTIRIO (RJ)	0,55356	0,55272	0,55188	0,54104
TECON SEP (RJ)	0,50186	0,51600	0,52015	0,53429
PECÉM (CE)	0,58737	0,57957	0,57177	0,55397
Superterminais (AM)	0,64039	0,64625	0,65211	0,64796
Chibatão (AM)	0,50426	0,50987	0,50549	0,51111
Portonave (SC)	0,54516	0,54617	0,53404	0,53192
Desvio Padrão	0,19317	0,19079*	0,19105	0,19097

* Visando realizar uma análise de sensibilidade, foram gerados escores de eficiência para quatro casos distintos de combinação de restrições aos pesos virtuais. Dessa forma, por exemplo, no 1º CASO o valor mínimo do peso virtual a ser atribuído à variável Cais (C) foi de 5%, à variável Área (A) foi de 35% e à variável Equipamento (E) foi de 35%. Para cada caso foi calculado o desvio padrão, sendo que o menor desvio foi verificado para o 2º CASO. Logo, a combinação de valores a serem atribuídos nesse caso parece ser a mais indicada para aplicação no modelo, visto que foram gerados valores de eficiência em que os eventos extremos apresentaram-se menos afastados da média de eficiência, refletindo uma menor dispersão desses valores.

ANEXO 2

MAPAS COGNITIVOS INDIVIDUAIS

Figura A2.1 – Mapa Individual do Armador

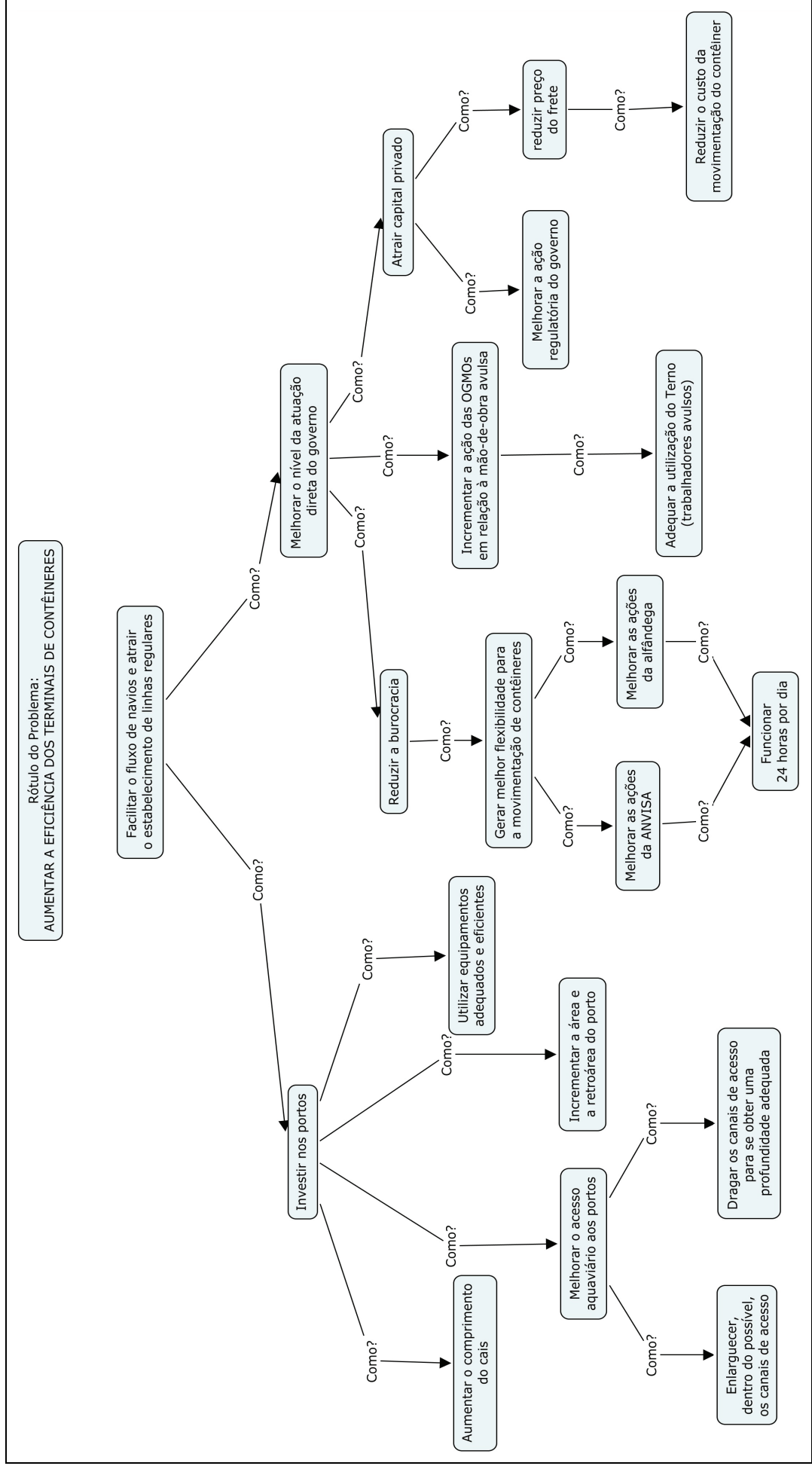


Figura A2.2 – Mapa Individual do Terminal

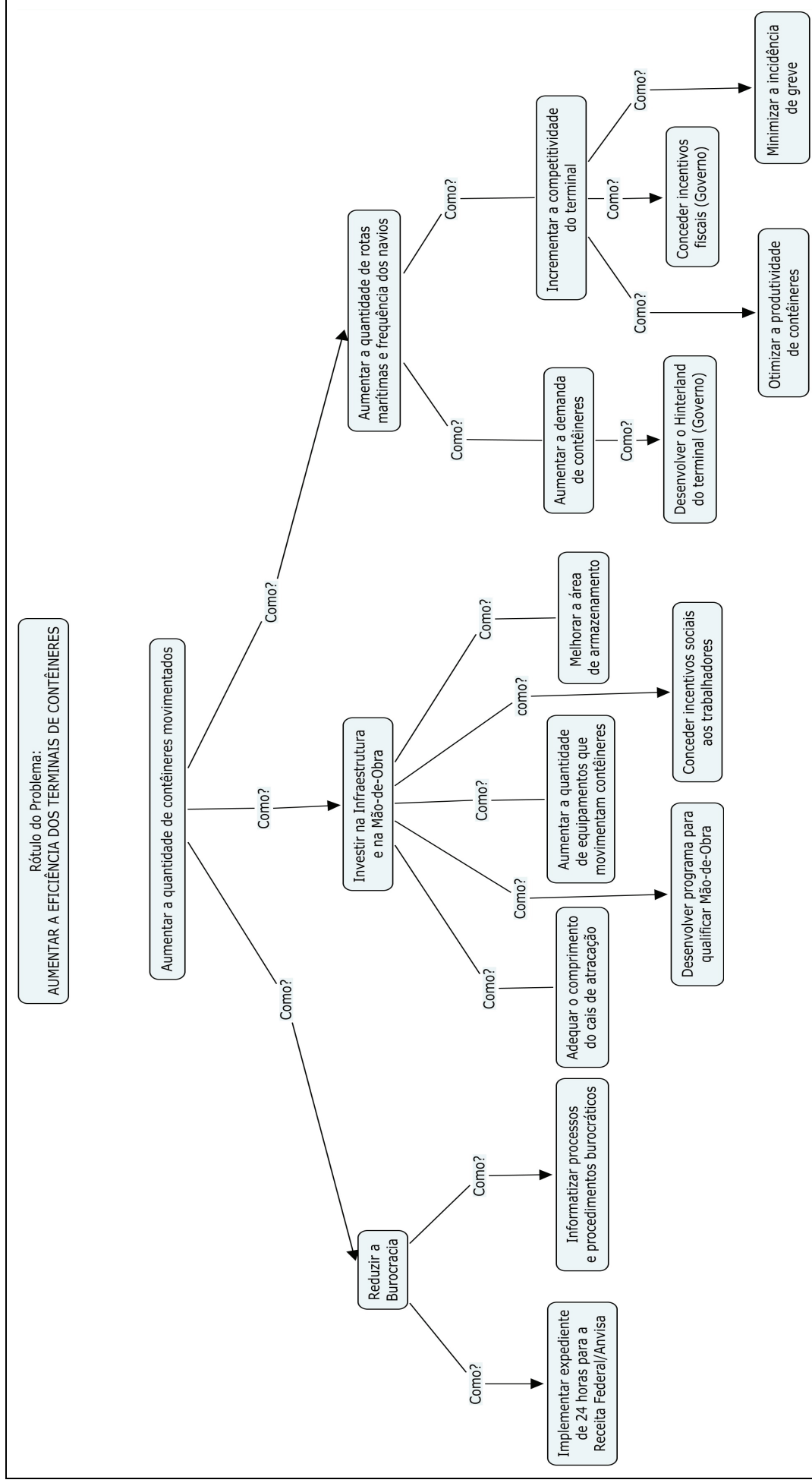


Figura A2.3 – Mapa Individual do Especialista em Infraestrutura Portuária

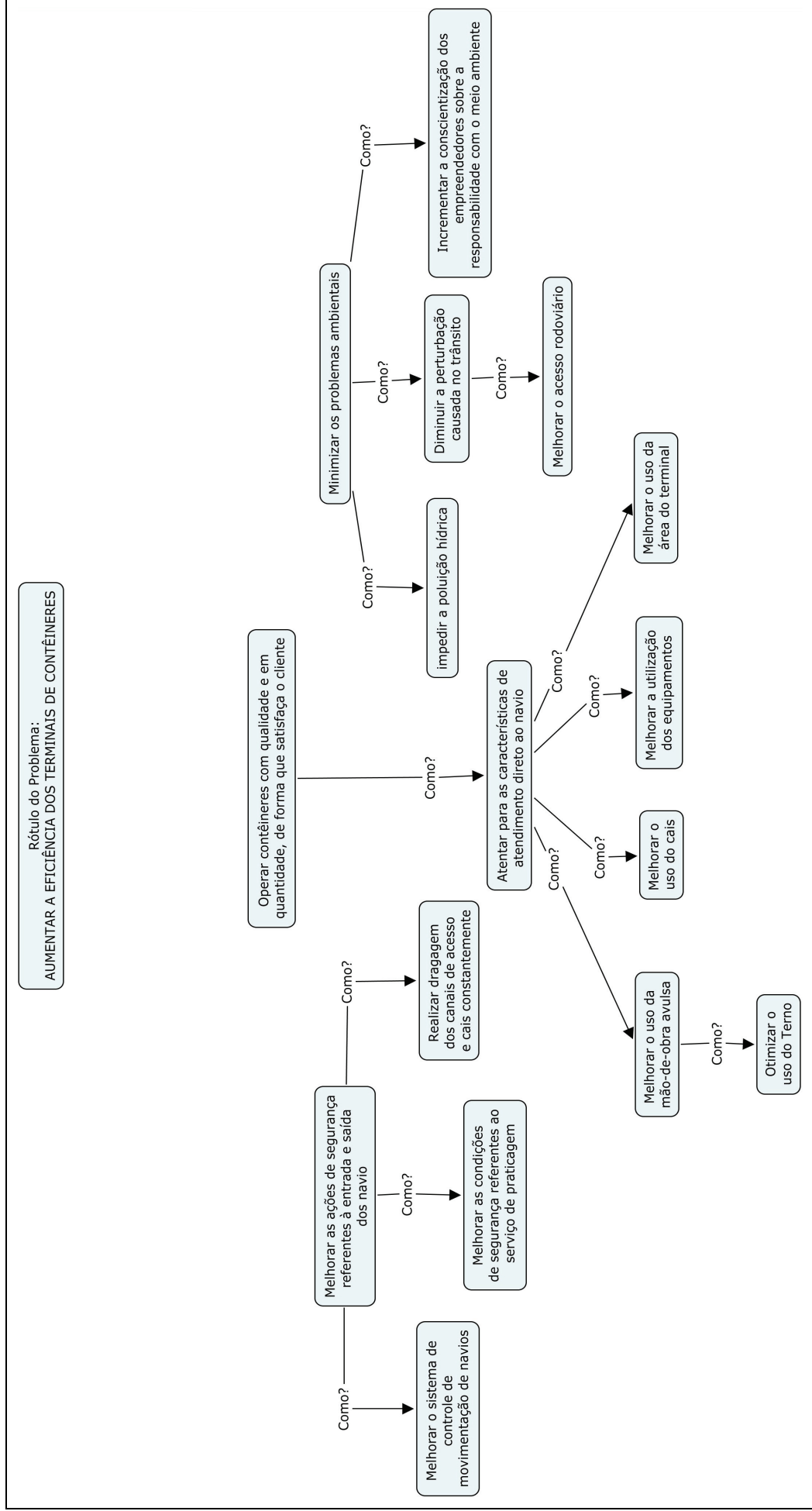
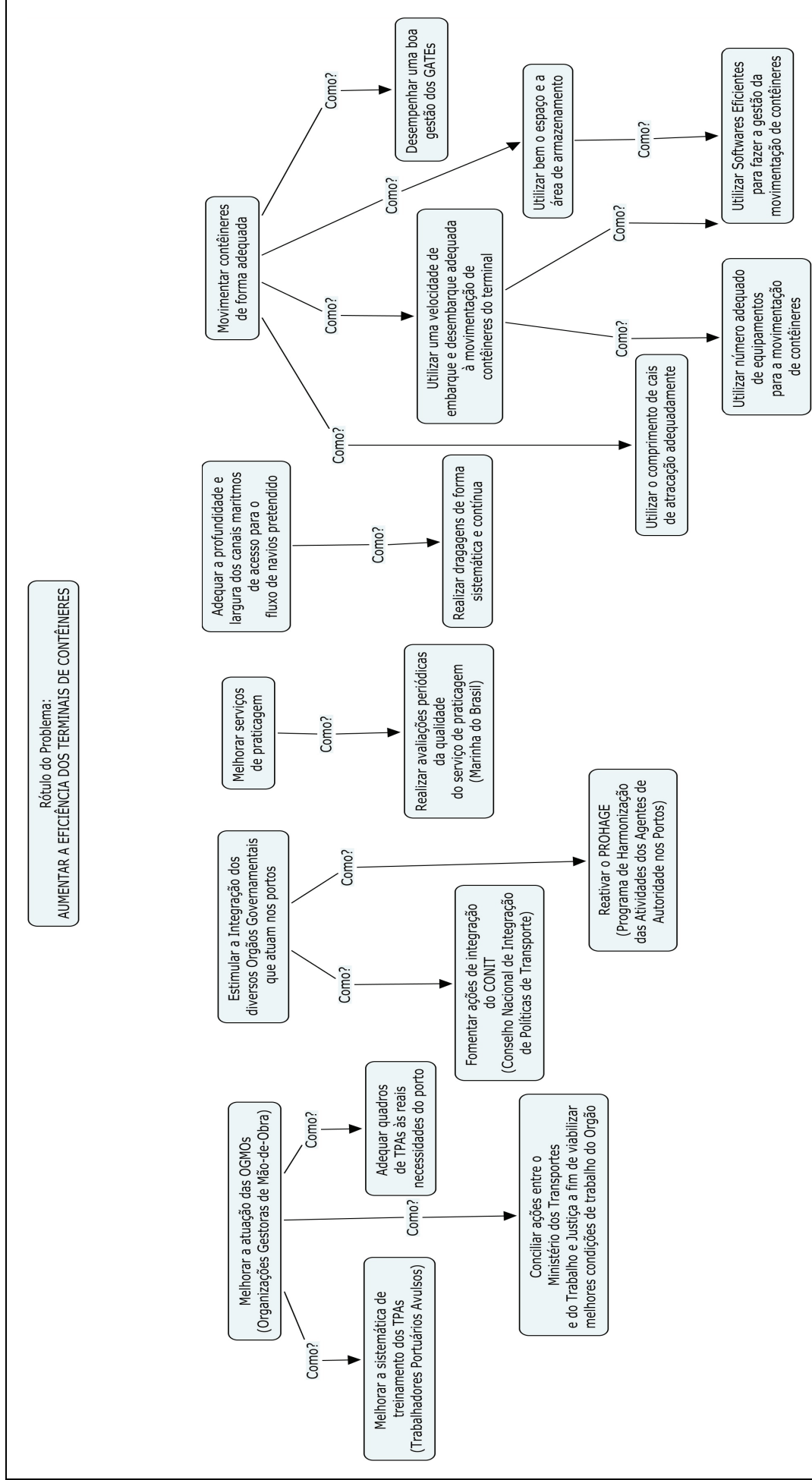


Figura A2.4 – Mapa Individual do Superintendente da ANTAQ



ANEXO 3
MAPA COGNITIVO AGREGADO

Figura A3 – Mapa Agregado Completo

