

## USO DE MAPAS COGNITIVOS NA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DOS TERMINAIS QUE MOVIMENTAM CONTÊINERES NO BRASIL

**Renato Leite Fernandes**

Centro de apoio a Sistemas Operativos – Marinha do Brasil  
Ilha de Mocanguê S/nº, CEP: 24040-300, Niterói/RJ  
renato.fernandes@casop.mar.mil.br

**Marcos Pereira Estellita Lins**

Filiação Programa de Engenharia de Produção - COPPE  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
CEP: 21945-970, Rio de Janeiro/RJ  
estellita@po.ufrj.br

### RESUMO

O estudo e entendimento da eficiência dos terminais portuários brasileiros que movimentam contêineres se revestem de grande importância. Alguns trabalhos têm utilizado a Análise Envolvória de Dados (DEA) para medir a eficiência de terminais portuários, em uma abordagem quantitativa. Contudo, as limitações dessa modelagem matemática não permitem a utilização de muitas variáveis. Neste caso, a utilização de mapas cognitivos, em uma abordagem qualitativa, permite identificar outras variáveis que sejam relevantes para uma análise mais completa da eficiência. O objetivo deste trabalho foi identificar variáveis relevantes que atuam no setor portuário de movimentação de contêineres, por meio de mapas cognitivos, articulando uma abordagem qualitativa a uma quantitativa, gerando uma abordagem combinada, visando possibilitar um entendimento melhor das variáveis que definem a eficiência nesse importante setor.

**PALAVRAS CHAVE:** Terminais de Contêineres, DEA, Mapas Cognitivos.

### ABSTRACT

The study and understanding of the efficiency of the Brazilian port terminals that handle containers are of great importance. Some studies have used data envelopment analysis (DEA) to measure the efficiency of port terminals in a quantitative approach. However, the limitations of mathematical modeling does not allow the use of many variables. In this case, the use of cognitive maps in a qualitative approach, identifies other variables that are relevant to a more complete analysis of efficiency. The objective of this paper was to identify relevant variables which act the port sector of container handling, through cognitive maps, articulating a qualitative approach to a quantitative, generating a combined approach, aiming to provide a better understanding of the variables that define the efficiency in this important sector.

**KEYWORDS:** Container Terminals, DEA, Cognitive Maps.

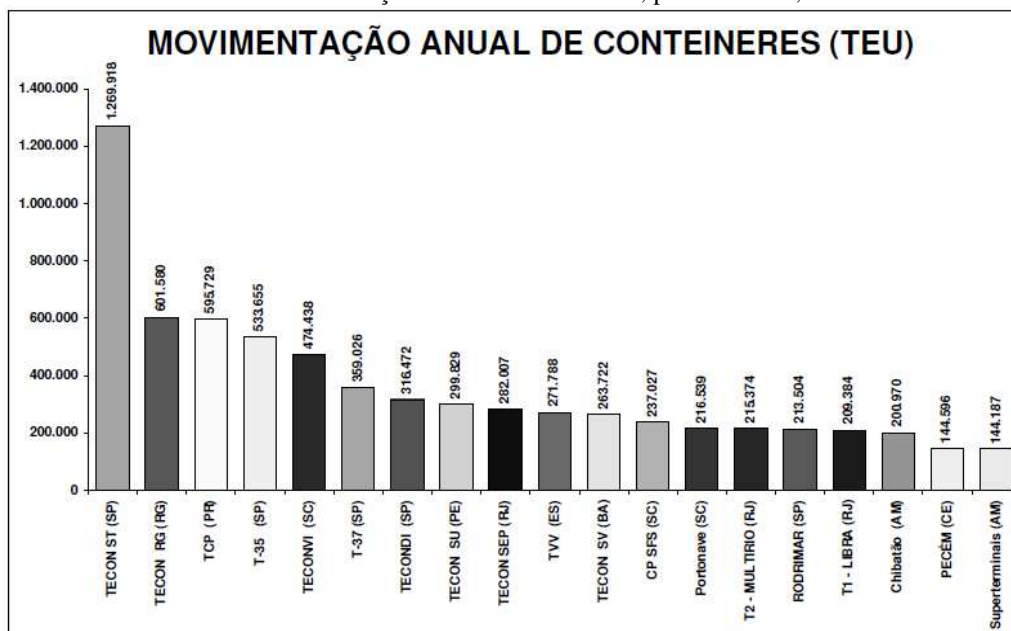
## 1. Introdução

O transporte marítimo brasileiro induz o desenvolvimento econômico nacional, ao mesmo tempo em que é resultado da globalização do capital. Além de ser um modal que promove a internacionalização dos mercados [Felipe Junior 2016].

Nesse contexto, os terminais conteineiros especializados possuem grande importância no desenvolvimento econômico nacional, uma vez que representam o principal elo da movimentação de carga por meio de contêineres, os quais normalmente transportam mercadorias de maior valor agregado (PANORAMA AQUAVIÁRIO, 2010), impactando de forma relevante a economia do país.

Visando uma avaliação dos principais terminais brasileiros, o presente estudo considerou 19 terminais de contêineres, que movimentaram mais de 100.000 TEU (*Twenty-foot Equivalent Unit*) em 2008, época em que o cenário nacional e global apresentava elevado crescimento do comércio internacional, movimentando significativamente os terminais de contêineres brasileiros. O gráfico 1 apresenta os terminais que fizeram parte da pesquisa, e as suas movimentações.

Gráfico 1 - Movimentação anual de contêineres, por terminais, em 2008



As informações sobre os terminais foram obtidas do site da ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários) e colhidas junto às administrações portuárias onde se localizam. Essa elevada massa de dados propiciou a utilização de modelos matemáticos, para realizar uma avaliação de abordagem quantitativa em relação à eficiência portuária.

Em função deste fato, a Análise Envoltória de Dados (DEA - *Data Envelopment Analysis*), metodologia utilizada para estimar e/ou identificar a fronteira de desempenho eficiente das melhores práticas em indústrias e empresas, foi empregada.

Baseando-se na extensa bibliografia referente à aplicação de DEA na avaliação dos portos, selecionou-se quatro variáveis para compor o modelo matemático, consideradas as mais relevantes e utilizadas, as quais melhor refletiriam a eficiência dos terminais de contêineres.

Devido à complexidade do setor portuário, constatou-se que outras variáveis relevantes também deveriam ser consideradas, pois afetam diretamente a percepção de eficiência dos terminais. Desta forma, buscou-se uma abordagem sistemática para estruturar o problema, identificando outras variáveis importantes, através de Mapas Cognitivos, em uma abordagem qualitativa.

O objetivo deste trabalho foi identificar variáveis relevantes que atuam no setor portuário de movimentação de contêineres, por meio de mapas cognitivos, articulando uma abordagem qualitativa a uma quantitativa, gerando uma abordagem combinada [Miguel *et al* 2012], visando possibilitar um entendimento melhor das variáveis que definem a eficiência nesse importante setor.

## 2. Metodologia

### 2.1. Análise Envoltória de Dados

A Análise Envoltória de Dados (DEA - *Data Envelopment Analysis*) é uma metodologia não-paramétrica, amplamente aplicada na análise de eficiência comparativa entre unidades homogêneas de produção, denominadas Unidades de Tomada de Decisão (DMU - *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.

Os modelos clássicos DEA são o CCR, ou de “Retorno Constante de Escala” (CRS – *Constant Returns to Scale*), desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), e o modelo BCC, ou de “Retorno Variável de Escala” (VRS – *Variable Returns to Scale*), desenvolvido por Banker, Charnes e Cooper (1984). Tais modelos se diferenciam efetivamente pelas fronteiras de eficiência geradas.

De maneira geral, a modelagem DEA objetiva (i) determinar a eficiência relativa das DMU, comparando com as demais unidades de produção da amostra; (ii) identificar as origens e o nível de ineficiência relativa das DMU, analisando matematicamente as dimensões atribuídas aos *inputs/output*; (iii) estabelecer estratégias de produção que maximizem a eficiência técnica das DMU e corrijam as ineficiências existentes, através da geração de alvos a serem atingidos.

O Quadro 1 apresenta os valores das variáveis utilizadas nos modelos DEA CRS e VRS, bem como os respectivos escores de eficiência gerados em tais modelos.

Quadro 1 - Variáveis consideradas e o respectivo escores de eficiência gerados pelos modelos DEA

Terminal	CAIS (m)	ÁREA (m <sup>2</sup> )	Equipamentos (Und)	TEU	Eficiência CRS	Eficiência VRS
TECONVI (SC)	740	180.000	23	474.438	0,9729	1
TCP (PR)	564	302.800	36	595.729	0,8649	0,8685
TECON RG (RG)	850	240.000	36	601.580	0,8637	0,9041
TECON SV (BA)	450	73.433	19	263.722	0,9936	1
RODRIMAR (SP)	325	70.000	17	213.504	0,8777	1
T-35 (SP)	700	250.000	28	533.655	0,8838	0,9328
T-37 (SP)	370	130.000	18	359.026	1	1
TECON ST (SP)	980	484.000	75	1.269.918	1	1
TECONDI (SP)	410	100.000	18	316.472	1	1
CP SFS (SC)	380	86.000	14	237.027	0,9020	1
TECON SU (PE)	660	280.000	22	299.829	0,5731	0,5941
TVV (ES)	464	108.000	17	271.788	0,8369	0,8486
T1 - LIBRA (RJ)	545	140.000	15	209.384	0,6220	0,6405
T2 - MULTIRIO (RJ)	533	180.000	17	215.374	0,5527	0,5571
TECON SEP (RJ)	540	400.000	22	282.007	0,5160	0,5408
PECÉM (CE)	350	90.000	12	144.596	0,5796	1
Superterminais (AM)	240	104.000	10	144.187	0,6463	1
Chibatão (AM)	432	125.000	25	200.970	0,5099	0,5138
Portonave (SC)	900	270.000	15	216.539	0,5462	0,5471

Foram consideradas somente as variáveis mais utilizadas na literatura sobre o setor, apresentadas no trabalho de Fernandes (2010), a saber: “comprimento do cais”, “área do terminal”, “quantidade de equipamentos” e “quantidade de carga movimentada”.

As variáveis que representam recursos, ou seja, *inputs*, foram: o comprimento do cais, a quantidade de equipamentos que manipulam diretamente a carga e a área do terminal contêiner. Como *output*, resultante da operação portuária, foi considerado apenas a quantidade anual de contêineres movimentados, em TEU.

Os escores de eficiência referentes à aplicação dos modelos clássicos às atividades dos terminais nacionais no ano de 2008, orientados a *output* e apresentando restrição aos pesos virtuais também se encontra neste quadro.

O terminal é considerado eficiente se o escore é igual a 1 e ineficiente se menor que 1. Para cada terminal ineficiente, o modelo DEA identifica um conjunto de unidades eficientes que pode ser utilizado como referência, ou seja, *benchmarks* para melhorar a eficiência do terminal.

## 2.2. Mapas Cognitivos

Segundo Eden (1988), o mapeamento cognitivo pode ser visto como uma tentativa de isolar e representar as ideias de uma pessoa e dispô-las de maneira hierarquizada, obedecendo a lógica de que os resultados/fins/objetivos mais importantes são superiores no mapa. Dessa forma, tem-se no topo dos gráficos, que representam os mapas, 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 foco principal da utilização de mapas cognitivos no contexto portuário não é resolver o problema, mas sim estruturá-lo. Há, portanto, dois aspectos interessantes na aplicação dos Mapas Cognitivos para a avaliação dos terminais: (i) representar de forma simples e clara os diversos aspectos da problemática que envolve o setor contêiner, sendo possível observar que as variáveis utilizadas no modelo matemático representam somente uma parcela do total de variáveis relevantes; (ii) criar uma estruturação que possa servir como base para trabalhos futuros visto que, segundo Zawadzki e Belderrain (2008), os métodos que são aplicados na conformação dos problemas procuram viabilizar uma estrutura que possibilite no futuro tomadas de decisões em um ambiente já estrategicamente mapeado.

A importância da fase de estruturação do problema da avaliação portuária, permitirá uma maior compreensão do mesmo. Sendo assim, buscando-se gerar um mapeamento das percepções qualitativas do problema, foram utilizados 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. Para a confecção dos mapas, foi utilizado o software IHMC CmapTools, adaptado para a construção de mapas cognitivos.

O quadro 2 apresenta as principais características de um mapeamento cognitivo.

Quadro 2 - 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.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrevista pouco estruturada, do tipo <i>Brainstorming</i>, para identificação dos Elementos Primários de Avaliação (EPA)</li> <li>- Entrevista estruturada para identificar os vínculos causais entre os conceitos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A causa B.</li> <li>- Porque A é importante?</li> <li>- Como atingir B?</li> </ul>	Redes de associação entre conceitos com o uso de setas indicando o sentido de causalidade, atreladas a sinais (+ ou -), conforme a natureza da relação.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redes de causalidades construídas para explicar um evento.</li> <li>- Sequências de ações que conduzem a resultados desejados.</li> <li>- Lógica que embasa decisões sobre cursos alternativos de ação para atingir metas desejadas.</li> </ul>

Fonte: Zawadzki e Belderrain (2008)

Baseado nessas características, e utilizando a metodologia desenvolvida por Rosenhead e Mingers (2001), os mapas cognitivos foram elaborados de acordo com a seguinte sequência de construção:

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

Foram realizadas entrevistas com quatro agentes relevantes do setor contêineiro: 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.

A fim de conduzir todo o processo de elaboração do mapa, extraiu-se dos entrevistados suas perspectivas acerca dos problemas relacionados à eficiência dos terminais, e deu-se forma ao mapa, abordando aspectos subjetivos do pensamento de cada agente.

Diferentemente da macroestrutura hierárquica básica preconizada na literatura, na qual os conceitos são interligados pelos arcos direcionais seguindo a ordem: Opções → Questões-Chave → Objetivos [Rieg e Araújo Filho 2003], a construção dos mapas do setor contêineiro seguiu a ordem inversa, partindo dos objetivos representados pelos Elementos Primários de Avaliação (EPA) até as opções. Essa macroestrutura mostrou-se mais organizada e de melhor compreensão do que aquela.

Sendo assim, a partir do rótulo do problema foi realizado um *brainstorming* com cada entrevistado, e também foi utilizado um conjunto de perguntas que serviu para identificar os EPA, os quais formaram a base para a construção dos mapas. Os entrevistados geraram diferentes “conceitos cabeça”, ou seja, ideias que, por sua vez, geraram implicações e originaram ligações de influência, representando os objetivos a serem atingidos.

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 EPA é a pobreza de informações, que pode comprometer a definição do problema.

Os conceitos foram construídos com frases curtas que forneceram um aspecto de ação ao pensamento dos entrevistados.

Os primeiros conceitos geraram a pergunta: “*Como fazer para atingir este conceito?*”

Esta pergunta foi efetuada repetidas vezes gerando novos conceitos – “conceitos meio”. Quando a pergunta alcançava um nível de detalhamento que fugia ao objetivo do trabalho, consideravam-se as respostas esgotadas, gerando assim os “conceitos cauda”, isto é, constructos que representavam opções para se encerrar um caminho que emanava dos diferentes EPA.

Visando dar dinamismo e simplicidade aos mapas, tendo em vista a complexidade da problemática portuária e o alto nível de conhecimento dos agentes entrevistados em relação ao setor de movimentação de contêineres, não foram feitas perguntas do tipo “*Por que este conceito é importante?*”, pois se pressupõe que todos os conceitos abordados seriam importantes a priori.

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

### 2.3. Abordagem Combinada

Buscou-se articular as duas metodologias apresentadas, utilizando uma abordagem combinada. Sendo DEA uma ferramenta de abordagem quantitativa, e o mapeamento cognitivo essencialmente qualitativo, propõe-se que os resultados DEA sejam analisados considerando-se as diversas variáveis relacionadas com a problemática da eficiência portuária, estruturadas pelos mapas cognitivos.

Dessa forma, os resultados do modelo matemático representado por DEA receberiam subsídios das informações fornecidas pelos Mapas Cognitivos, permitindo identificar se os resultados quantitativos de fato poderiam ser coerentes, ou seja, se as variáveis apresentadas no modelo matemático realmente expressariam a realidade da percepção dos especialistas portuários.

Ressalta-se que o estudo foi feito somente para o ano de 2008 e que a eficiência DEA pode variar muito com o tempo. Outrossim, quanto aos mapas cognitivos, as variáveis identificadas pelos especialistas expressam apenas os pontos de vista daqueles que estão envolvidos diretamente no processo e que certamente outros fatores e variáveis podem ser identificados por outros profissionais portuários.

Visto que os resultados DEA já foram apresentados no início deste artigo, o próximo tópico abordará somente a aplicação dos mapas cognitivos na identificação das demais variáveis relevantes oriundas da estruturação do problema.

### 3. Aplicação dos Mapas Cognitivos

#### 3.1. Construção dos Mapas Cognitivos

A percepção do grupo entrevistado permitiu contemplar diferentes e complementares percepções do problema, representativas das mais importantes organizações envolvidas, possibilitando modelar adequadamente a complexidade do sistema através da elaboração de um mapa cognitivo de grupo.

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

Os EPA foram gerados a partir do rótulo do problema, originando constructos que foram expondo o “como fazer”, até se alcançar os “conceitos cauda”.

O uso dos Mapas Cognitivos para estruturar o problema relacionado à eficiência dos terminais permitiu que os entrevistados apresentassem seus pontos de vista. Posteriormente, estes tiveram a oportunidade de observar o mesmo problema sob a ótica dos outros entrevistados.

Essa ferramenta permitiu a identificação de diversos fatores relevantes para o 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 complementares ou conflitantes.

#### 3.2. Consolidação dos Mapas

Os quatro mapas individuais reunidos, formaram um mapa 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 foi: “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 CONTÊINERES MOVIMENTADOS”.

O mapa agregado foi decomposto em três mapas representando seus três grandes eixos: transporte e acesso ao terminal, movimentação dentro do terminal e transporte marítimo.

Em virtude das grandes dimensões dos mapas gerados, neste trabalho será apresentada somente a figura do Eixo do Transporte e Acesso ao Terminal (Anexo 1), que agregou todos os conceitos relacionados com o transporte da carga até o terminal, ou seja, focou a infraestrutura externa ao terminal. Ressalta-se que embora as figuras dos outros dois eixos não sejam apresentadas, suas variáveis são abordadas na próxima seção deste artigo.

### 4. Resultados

Os modelos quantitativos DEA exprimem 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 esse um modelo matemático que perde poder de discriminação com a diminuição da relação entre o número de DMU e o de variáveis, buscou-se contornar o problema restringindo o número de variáveis. Conforme descrito anteriormente, foram consideradas somente as seguintes variáveis: “comprimento do cais”, “área do terminal”, “quantidade de equipamentos” e “quantidade de carga movimentada”.

Entretanto, a elaboração dos mapas cognitivos expôs a complexidade do problema e permitiu avaliar os potenciais e as limitações de um modelo DEA, apoiando a validação dos resultados. Existem variáveis que são qualitativas ou de difícil quantificação, e também as sem

informações confiáveis disponíveis. Estas variáveis não podem ser omitidas da análise de desempenho.

Diferentemente do trabalho de Mingers, Liu e Meng (2009) que, na abordagem combinada, utilizaram mapas cognitivos para descobrir as variáveis mais importantes, escolhendo assim os *inputs* e *outputs* para a modelagem em DEA, neste artigo os resultados do modelo matemático receberam subsídios das informações fornecidas pelos mapas cognitivos, permitindo verificar se os resultados quantitativos, de fato, poderiam ser considerados coerentes e também possibilitando identificar diversas variáveis que refletem a realidade da percepção dos especialistas portuários.

#### 4.1 Variáveis oriundas do mapa agregado

O Quadro 3 foi elaborado segundo a subdivisão dos três eixos oriundos do mapa agregado, transformando os constructos em variáveis por meio da substantivação das ações/ideias.

**Quadro 4:** Variáveis oriundas do mapa agregado

1 - Eixo do Transporte e Acesso ao Terminal		
Variáveis	Classificação	
<b>1.1 - Condições dos modais rodoviário, ferroviário e hidroviário</b>		
1.1.1 - Modernização do sistema rodoviário 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	
<b>1.2 - Problemas ambientais</b>		
1.2.1 - Perturbação no trânsito urbano	DM	
1.2.2 - Nível de consciência dos empreendedores com o Meio Ambiente	NM	
<b>1.3 - Segurança em relação à entrada e saída dos navios do porto</b>		
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	
<b>2.1 - Nível de Burocracia</b>		
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	
<b>2.2 - Uso e qualificação da mão-de-obra</b>		
<b>2.2.1 - Nível de atuação das OGMOS</b>		
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	
<b>2.2.2 - Mão-de-obra não avulsa</b>		
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	
<b>2.3 - Infraestrutura portuária</b>		
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	
<b>3.1 - Quantidade de rotas marítimas e frequência dos navios</b>		
<b>3.1.1 - Demanda de contêineres</b>		
3.1.1.1 - Nível de desenvolvimento do hinterland do terminal	DM	
<b>3.1.2 - Competitividade do terminal</b>		
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	

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 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 melhor estruturação do problema, gerando então a variável “nível de qualidade do serviço de praticagem”.

Desse total de variáveis, nove foram consideradas mensuráveis com acesso aos dados (MA), como largura e profundidade do canal marítimo, que foram 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, que podem ser consultados na ANTAQ.

Outras 14 variáveis são mensuráveis, mas com difícil acesso aos dados (MD), por alguns motivos dos quais se ressalta o sigilo 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 variáveis de mão-de-obra, como quadro adequado de Trabalhadores Portuários Avulsos (TPA) 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.

Três variáveis são subjetivas e consideradas não-mensuráveis (NM). 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 OGMO.

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. Assim sendo, observa-se que o modelo DEA, ao utilizar quatro variáveis, utiliza pouco mais de 10% das variáveis que, segundo os principais atores da indústria contêineira, poderiam ser consideradas em uma análise mais completa da eficiência dos terminais.

#### 4.2 A eficiência dos terminais

Conforme exposto, o modelo DEA gera escores de eficiência técnica, todavia, abordando um conceito mais amplo sobre eficiência, pode-se 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 contêineirizada, minimizando a permanência do navio no porto e da carga nas áreas de armazenagem.

Analisando-se 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 agregado, é possível se chegar a conclusões que auxiliem em uma melhor compreensão do nível de eficiência de cada terminal.

A infraestrutura do terminal é um elemento bastante importante na avaliação da eficiência, entretanto, possuir uma boa e organizada área de armazenagem, um cais de comprimento adequado e utilizar equipamentos modernos e em quantidade adequada para movimentar contêineres pode não ser o suficiente a fim de que um terminal seja considerado 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 afetada.

O quadro 4 apresenta a situação dos principais portos brasileiros no ano de 2008 em relação ao acesso, profundidade, espera para atracação, produtividade e retroárea. Observa-se que essas variáveis constam no Mapa Agregado.



Quadro 4: 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

Fonte: CMA CGM – Relatório para a Comissão de Serviços e Infraestrutura do Senado Federal – 2008

Os acessos à maioria dos portos, onde os terminais contêineres estão localizados, apresentavam dificuldades em 2008. Por exemplo, o acesso aquaviário ao Porto de Santos era insatisfatório em virtude do grande volume diário de navios nos canais de acesso ao porto, criando uma pressão de movimentação muito grande, implicando em atrasos para a atracação e, de certa forma, em uma degradação das condições de segurança da navegabilidade no canal.

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, 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.

Como se pode observar, o porto de Santos possui dificuldades de acesso e problemas relacionados com o atendimento a navios de maior porte, porém, de acordo com a modelagem matemática, todos os terminais deste de Santos foram considerados eficientes. 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.

Embora este trabalho não traga uma análise de cada terminal de contêineres, a abordagem combinada mostra-se significativa e relevante na medida em que permite que os resultados DEA sejam analisados a partir da observação das variáveis oriundas do mapa agregado. Vale ressaltar a importância de um futuro estudo para investigar qual o peso das novas variáveis obtidas pelos mapas.

## 5 Conclusões

As considerações expostas reforçam os argumentos de que a modelagem DEA, mesmo fornecendo um resultado relevante e interessante quando utiliza as variáveis consideradas como as mais importantes para o setor de transporte de contêineres, apresenta um resultado parcial e incompleto para a eficiência.

A abordagem qualitativa, representada pelos mapas cognitivos gerados por meio de entrevistas com alguns dos principais atores do setor contêiner, forneceu uma considerável riqueza de perspectivas que, de certa forma, se complementavam e não conflitavam, apesar dos diferentes pontos de vista.

Os mapas possibilitaram a identificação de conceitos objetivos e subjetivos que geraram variáveis significativas, as quais poderiam ser consideradas em uma análise focada na percepção global de eficiência portuária.

Por intermédio do mapa agregado foram identificadas 38 variáveis que representam elementos importantes para a avaliação de desempenho dos terminais contêineres. A maior parte dessas variáveis é mensurável, e as informações podem ser colhidas de acordo com a disponibilidade de acesso a elas.

Dessa forma, a abordagem combinada gerada a partir da articulação de uma abordagem qualitativa a uma quantitativa, mostrou-se relevante e eficaz como uma forma exploratória e complementar de possibilitar um entendimento melhor das variáveis que definem a eficiência dos terminais que movimentam contêineres.

Embora os dados da pesquisa sejam de 2008, ressalta-se que a metodologia de articulação das abordagens quantitativa e qualitativa mostrou-se adequada para um melhor entendimento do problema, podendo ser empregada em qualquer período de tempo.

## Referências

- ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários. Web page. <http://www.antaq.gov.br>. Acessado: 2016-04-04.
- Banker, R. D., Charnes, A. e 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.
- Carlini, N. (2009), CMA CGM - Relatório para a Comissão de Serviços e Infraestrutura do Senado Federal. Web page:[http://www.senado.gov.br/sf/comissoes/ci/ap/AP\\_20081204\\_NelsonCarlini.pdf](http://www.senado.gov.br/sf/comissoes/ci/ap/AP_20081204_NelsonCarlini.pdf) Acessado: 2016-02-03.
- Charnes, A., Cooper, W. W. e Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, n.2, pp.429–444.
- Cullinane, K. P. B., Song, D.-W. e 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. e 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.
- Eden, C. (1988). Cognitive Mapping : A Review. *EJOR*, v.36, pp. 1-13.
- Fernandes, R.L. (2010). Avaliação dos terminais que movimentam Contêineres no Brasil através da Análise Envoltória de Dados. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.
- Felipe Junior, N. F. F. (2016). O Setor Portuário e Marítimo Brasileiro: Avanços e Limitações. *Geofronter*. Web page: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/GEOF/article/download/819/nelson>. Acessado: 2016-02-03.
- Miguel, P. A. C. (Organizador) (2012). *Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações*. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Mingers, J.; Liu, W. e Meng, W. (2009). Using SSM to Structure the Identification of Inputs and Outputs in DEA. *Journal of Operational Research Society*, n.60, pp.168-179.
- Rieg, D. L. e Araújo Filho, T. (2003). Mapas cognitivos como ferramenta de estruturação e resolução de problemas: o caso da Pró-reitoria de extensão da UFSCar. *Gestão & Produção*, v.10, n.2, pp. 145-162.
- Rosenhead, J. e Mingers, J. (2001). *Rational analysis for a problematic world: problem structuring methods for complexity, uncertainty and conflict*. 2. ed. John Willey & Sons.
- Zawadzki, M. e 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

ANEXO 1

Figura A1: Eixo do Transporte e Acesso ao Terminal

