

**UM ESTUDO DO DESEMPENHO OPERACIONAL DOS PORTOS ORGANIZADOS BRASILEIROS
QUE OPERAM COM CONTÊINERES DE 2012 A 2014**

***A STUDY OF AN OPERATIONAL PERFORMANCE OF THE ORGANIZED BRAZILIAN PORTS THAT
OPERATE WITH CONTAINERS FROM 2012 TO 2014***

***UN ESTUDIO DEL RENDIMIENTO OPERACIONAL DE LOS PUERTOS ORGANIZADOS
BRASILEÑOS QUE OPERAN CON CONTEINERES DE 2012 A 2014***

Andreia Coutinho e Silva

Mestra em Administração pela Fundação Instituto Capixaba de Pesquisas em Contabilidade,
Economia e Finanças (FUCAPE)

Professora da Graduação e Pós-Graduação da UVV-ES

Endereço: Av. Comissário José Dantas de Melo, n 21, Boa Vista, CEP: 29102-920. Vila Velha, ES, Brasil

Telefone: (27) 3421-2057

E-mail: andreia.silva@uvv.br

Flavia Nico Vasconcelos

Doutora em Ciências Sociais pela PUC-São Paulo.

Professora no Programa de Pós-Graduação em Sociologia Política da UVV-ES

Endereço: Av. Comissário José Dantas de Melo, n 21, Boa Vista, CEP: 29102-920. Vila Velha, ES, Brasil

Telefone: (27) 3421-2057

E-mail: flavia.nico@uvv.br

Artigo recebido em 20/11/2018. Revisado por pares em 07/07/2017. Reformulado em 10/07/2018.
Recomendado para publicação em 15/07/2018. Publicado em 31/08/2018. Avaliado pelo Sistema
double blind review.



RESUMO

O trabalho teve como objetivo comparar o desempenho operacional de 16 portos organizados brasileiros que operaram cargas containerizadas, de 2012 a 2014, utilizando o modelo DEA (*Data Envelopment Analysis*). Chegou-se à composição de um escore de eficiência operacional a partir do *input* “tempo médio atracado” e dos *outputs* “prancha média e quantidade de movimentação em TEUS”. Os resultados apontam que dos dezesseis portos organizados somente quatro deles foram eficientes. Os resultados de eficiência operacional podem ser creditados à capacidade tecnológica e ao planejamento eficiente dos gestores portuários em movimentar as cargas de forma otimizada.

Palavras-chave: Eficiência Portuária; Portos Organizados Brasileiros; Análise Envoltória de Dados (DEA); Desempenho Operacional Portuário.

ABSTRACT

The work has as objective compare the operational development of 16 organized brazilian ports that operate container loads, from 2012 to 2014, using the DEA (*Data Envelopment Analysis*) model. It gets to the composition of an operational efficiency score from the *input* “docked average time” and the *outputs* “average board and quantity of handling in TEUS”. The results indicate that from seventeen organized port only four of them were efficient. The results of operational efficiency can be credited to the technological capacity and to the efficient planning of the port managers in handling loads to be optimally balanced.

Keywords: Port Efficiency. Organized Brazilian Ports; DEA (*Data Envelopment Analysis*); Operational Performance of the Port complex.

RESUMEN

El trabajo tuvo como objetivo comparar el desempeño operacional de 16 puertos organizados brasileños que operaron cargas containerizadas, de 2012 a 2014, utilizando el modelo DEA (*Data Envelopment Analysis*). Se llegó a la composición de una puntuación de eficiencia operacional a partir del *input* "tiempo medio atrapado" y de los *outputs* "tabla media y cantidad de movimiento en TEUS". Los resultados apuntan que de los dieciséis puertos organizados solamente cuatro de ellos fueron eficientes. Los resultados de eficiencia operacional pueden ser acreditados a la capacidad tecnológica y al planeamiento eficiente de los gestores portuarios para mover las cargas de forma optimizada.

Palabras clave: Eficiencia portuária; Puertos Organizados Brasileños; Análisis Envoltorio de Datos (DEA); Desempeño Operacional Portuario.

1 INTRODUÇÃO

Os contêineres substituíram os métodos tradicionais de transporte de cargas por tecnologias capazes de atender à nova demanda global por fluxos mais rápidos, com menos custos e em navios transportadores de maiores volumes. A criação do contêiner foi a "chave para o progresso" (CULLINANE et al., 2005) no transporte marítimo. Esse progresso fez com que aumentasse a integração entre os modais – aquaviário, rodoviário, aéreo, ferroviário – e, conseqüentemente, a integração da cadeia logística dos países. Adicionalmente, levou os modais a se adaptarem para atender à nova forma de carregar mercadorias em contêineres (NOTTEBOOM, 2008).

Pode-se dizer que a estrutura do porto exerce influência nas tomadas de decisões dos donos de cargas e armadores, na medida em que informa as condições para sua utilização - o acesso náutico, a frequência de navios, a agilidade operacional na atracação e desatracação das embarcações, os equipamentos, o custo portuário, o custo de frete, a qualidade nos serviços prestados e a agilidade no desembarço das cargas junto à alfândega e aos órgãos anuentes. Por sua vez, os armadores também exercem influência sobre os portos, na medida em que são eles que definem o fluxo dos embarques e desembarques de cargas (CALDEIRINHA; FELÍCIO, 2011).

Segundo González e Trujillo (2005), os portos são organizações que produzem múltiplos serviços e por isso são considerados heterogêneos. Esses serviços devem atender às necessidades dos *stakeholders* - para que se tornem competitivos. A competição global no setor portuário impulsiona a busca pela maximização da capacidade de carregamento de cargas, exige que cadeias logísticas se reestruturem para melhorar seu desempenho operacional e também se preparem para concorrer com outros modais de transporte (NOTTEBOOM, 2008; LLAQUET, 2007; NOTTEBOOM; RODRIGUE, 2005).

O setor portuário tem buscado métodos para avaliar seu desempenho de acordo com a crescente exigência do mercado, que requer que os portos sejam bem equipados, dotados de mão de obra qualificada, infraestrutura adequada e funcional, proveja acesso a diversos modais e cadeias logísticas que atenda às demandas de grandes navios e plataformas logísticas. Ou seja, os portos com melhor desempenho se posicionam melhor em um mercado competitivo (CALDEIRINHA; FELÍCIO, 2011).

A estrutura portuária brasileira tem sido objeto de estudo de autores como Fontes e Soares (2006); Rios e Maçado (2006); Sousa Jr. et al. (2008); Macedo e Manhães (2009); Pires et al. (2009), Acosta et al. (2011); Bertoloto e Mello (2011) que avaliaram o desempenho dos portos e/ou mensuraram a eficiência portuária dos portos públicos e terminais brasileiros.

Uma das formas de se medir o desempenho portuário é através do uso da metodologia *Data Envelopment Analysis* ou Análise Envoltória de Dados (DEA). O DEA é um modelo matemático não paramétrico, desenvolvido por Charnier, Cooper e Rhodes em 1978. É uma técnica que pode medir a eficiência relativa em que se tem vários insumos e vários produtos, definindo o posicionamento competitivo de um conjunto de atividades ou empresas consideradas como Unidade Tomadora de Decisão (DMU), que tem por objetivo avaliar as eficiências ou ineficiências das DMUS (FERREIRA; GOMES, 2012).

No caso do setor portuário brasileiro, o transporte marítimo desponta como o principal modal para fluxo de cargas. Em 2014 o transporte marítimo respondeu por 83,24% do transporte de cargas, movimentando mais de 187 milhões de toneladas, das quais 11% foram via contêineres (ANTAQ, 2015). O setor portuário brasileiro possui 134 portos marítimos e terminais de uso privado marítimos, dos quais 34 são portos organizados e 100 são terminais de uso privado que operam cargas de diversas naturezas.

A questão que aqui se coloca é: os portos organizados brasileiros que operam cargas containerizadas possuem eficiência operacional relativa? Trata-se de estudo quantitativo, com abordagem dedutiva, que se utilizou de bibliografia primária oriunda das Autoridades Portuárias e governo brasileiro e referencial bibliográfico que analisa a estrutura portuária brasileira, o desempenho e eficiência dos portos públicos e terminais brasileiros. Trata-se de um estudo de caso na medida em que utilizamos da metodologia DEA para analisar a eficiência operacional de uma amostra dos portos organizados brasileiros que movimentam cargas via contêineres, no período de 2012 a 2014, sendo a variável *input* o Tempo Médio Atracado e as duas variáveis *outputs* a Prancha Média e a Quantidade de Contêineres Movimentados em TEUS (*Twenty Foot Equivalent Unit* - corresponde a uma unidade de 20 pés). Os resultados são apresentados em um grupo de escore de eficiência dos portos brasileiros.

Além desta Introdução e das Considerações Finais, o artigo está organizado em duas seções. Na primeira, apresenta os principais conceitos vinculados ao estudo da competitividade e análise de desempenho junto ao setor portuário, bem como a abordagem teórica da opção metodológica pelo DEA, além de construir o escore de eficiência para análise da eficiência nos portos organizados brasileiros. Na segunda seção, apresenta-se o estudo de caso portuário brasileiro onde aplica-se o modelo DEA a uma amostra dos portos organizados que operam com contêiner no período de 2012 a 2014.

2 COMPETITIVIDADE NO SETOR PORTUÁRIO: EFICIÊNCIA E DESEMPENHO PORTUÁRIO A PARTIR DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)

A análise do desempenho portuário permite tanto avaliar a eficiência dos portos, como a melhor compreensão sistêmica do setor portuário (BERTOLOTO; MELLO, 2011). O sistema portuário é essencial para o crescimento das economias nacionais; portanto, a avaliação do desempenho portuário facilita o controle e melhoria de suas atividades (SOUSA Jr. et al., 2008). No entanto, bem como destaca Cardoso (2011), há grande dificuldade de se avaliar o desempenho operacional dos portos, pois concentram-se particularidades físico-operacionais que podem enviesar os resultados.

Para compreensão do desempenho portuário é necessário esclarecermos três conceitos: eficiência, eficácia e desempenho.

Para Francou (2000), na gestão portuária o termo eficiência é o mais importante. A eficiência é sempre definida em relação a um conjunto específico de indivíduos ou organizações e de opções. Essas opções devem ser criadas a partir de análises e de estudos já realizados por empresas do mesmo segmento, pois cada setor da economia tem seus parâmetros de eficiência (KNIGHT, 2006).

Enquanto eficiência é uma medida que identifica a forma como as empresas otimizam seus recursos para atingirem a satisfação do cliente, eficácia é uma medida que identifica as realizações executadas conforme as exigências requeridas pelo cliente (NELLY et al., 2005). As empresas preocupam-se em avaliar seus desempenhos para identificar se estão sendo eficientes e eficazes perante seus clientes e concorrentes.

Medir o desempenho "é o processo de quantificação de ação, onde a medição é o processo de quantificação e a ação leva a um desempenho" (NELLY et al., 2005, p.1228). Há necessidade das organizações – e portos - deterem mecanismos de avaliação do desempenho, pois é através dos resultados obtidos que delinearão ações para alcançar melhorias (GAMBA Jr. et al., 2012). Avaliar o desempenho é o processo que torna o agente tomador de decisão capacitado a entender o cenário avaliado e assim provocar uma ação de melhorias (AZEVEDO et al., 2013). Portanto, um sistema de avaliação eficiente deve integrar as áreas da empresa com o planejamento estratégico traçado, devendo as empresas acompanharem periodicamente seu desempenho para análise da evolução da empresa dentro do setor em que se encontra (SOARES; MELO, 2014).

Para o gestor tomar decisões de acordo com o resultado do desempenho, a empresa deve utilizar indicadores de desempenho relevantes, coerentes, atualizados e alinhados com a estratégia organizacional (NASCIMENTO et al., 2011). A escolha dos indicadores deve ir ao encontro dos interesses projetados pela organização, pois é através dos resultados gerados que os administradores tomarão importantes decisões (LUITZ; REBELATO, 2003).

Kirchner (2013) aponta que devido à complexidade do setor portuário, devemos considerar um conjunto de indicadores que inclua toda relação das operações portuárias de forma que o gestor consiga executar a avaliação de desempenho desejada e coerente. Caldeirinha e Felício (2011) sugerem três dimensões para análise do desempenho dos portos: operacional, financeira e de eficiência. O desempenho operacional é mensurado por indicadores de movimentação total de cargas. O desempenho financeiro é mensurado por indicadores de receita bruta da autoridade portuária por funcionário e por tonelada. O desempenho de eficiência é mensurado pelo índice de eficiência dos portos, através da utilização de alguma técnica de mensuração de eficiência.

Sabe-se que a escolha dos indicadores está relacionada com a necessidade de cada empresa em demonstrar o nível de desempenho. Para o setor portuário, os indicadores de desempenho informam sobre os operadores portuários, os transportadores internos, os trabalhadores portuários, a autoridade portuária e a administração portuária (MONIE, 1987). Dentre os indicadores de eficiência, os mais utilizados em estudos sobre a eficiência no setor portuário são: a movimentação de cargas, a movimentação de navios, a quantidade

e tamanho de berços, o tamanho do cais e do porto, a profundidade dos berços e a quantidade de equipamentos.

Existem vários métodos de avaliação de desempenho que se utilizam dos diferentes indicadores existentes no mundo empresarial. A solução encontrada por gestores é a utilização de metodologias distintas de avaliação capazes de tratar os diferentes elementos da organização (MACEDO; MANHÃES, 2009).

As metodologias mais utilizadas pela literatura para avaliação da eficiência dos portos são: (i) Análise Envoltória dos Dados (DEA), é um modelo matemático não paramétrico, construído através de programação linear. Desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes, em 1978 (FERREIRA; GOMES, 2012; CHARNES et al., 1978); (ii) Fronteira Estocástica, é um modelo paramétrico descrito através de uma equação linear que compara o desempenho dos portos através de padrões técnicos e comportamentais (KIRCHNER, 2013); e (iii) Índice de Malmquist, é um modelo matemático desenvolvido que analisa a produtividade relativa de cada Unidade Tomadora de Decisão (DMU) em relação ao conjunto de DMU que se deseja acompanhar ao longo do tempo (KIRCHNER, 2013).

Neste estudo o desempenho operacional dos portos organizados brasileiros que operam contêineres foi analisado através do método Análise Envoltória de Dados (DEA). Charnes, Cooper e Rhodes (1978) desenvolveram, a partir do estudo de Farrel (1957), um método matemático da programação linear de modelo não-paramétrico para mensurar eficiência em contexto em que há múltiplos insumos (*inputs*) e múltiplos produtos (*outputs*). Para estas medidas, Charnes, Cooper e Rhodes (1978) definiram como as Unidades Tomadoras de Decisão (*Decision-Making Unit - DMU*) representando as organizações (empresas).

Para tanto, o DEA tem por objetivo oferecer um método para estimar a eficiência relativa de Unidades Tomadoras de Decisão (DMUs) de acordo com múltiplos *inputs* e *outputs* comuns variando somente as suas medidas (CHARNES et al., 1978).

O DEA não exige a determinação de relações funcionais entre os insumos e os produtos, nem se restringe a medidas únicas, singulares dos insumos e produtos e permite utilizar variáveis discriminatórias, instrumentais ou de decisão, variáveis

não discricionárias ou exógenas (fixas), e categóricas (tipo *dummies*) em suas aplicações. (FERREIRA; GOMES, 2012, p.19)

Segundo Ferreira e Gomes (2012), através das amostras é realizada a comparação dos padrões de excelência (*benchmarks*), isto é, posicionando o desempenho produtivo das DMUs analisadas. Neste estudo, uma DMU corresponde a um porto.

Conforme Cullinane et al. (2005), o DEA analisa os dados em corte transversal com o objetivo de verificar a eficiência de uma DMU em relação às outras DMUs que possuem as mesmas variáveis de análise. Os autores concluem que dessa forma se consegue identificar de forma confiável a eficiência de cada DMU.

O DEA pode ser estimado por dois modelos que são utilizados frequentemente em estudos sobre eficiência do setor portuário:

(a) DEA-CCR (CHARNES, COOPER e RHODES), desenvolvido em 1978, cuja representação geométrica se dá por uma fronteira linear. É conhecido como modelo de retornos constantes de escala, isto é, qualquer variação positiva ou negativa no *input* gera variação proporcional no *output*;

(b) DEA-BCC (BANKER, CHARNES e COOPER), desenvolvido em 1984, cuja representação se dá pela função da convexidade composta por segmentos lineares. É conhecido como modelo de retornos variáveis de escala, isto é, que passam a considerar rendimentos crescentes constantes ou decrescentes de escala na fronteira eficiente de acordo com as variáveis *input* e *output* analisadas.

Ambos os modelos DEA-CCR e DEA-BCC podem ser orientados a insumos (*input*) ou a produtos (*output*). Ferreira e Gomes (2012, pg.53) explicam: "Orientação insumo: medida que se fundamenta na redução dos insumos; e a Orientação produto: medida que se fundamenta no aumento do (s) produto(s)". O DEA-CCR e o DEA-BCC são modelos que diferem somente em suas exposições, mas as propriedades são as mesmas (COOPER et al., 2007). Os dois são utilizados para análise do setor portuário (ROLL; HAYUTH, 1993; MARTINEZ et al., 1999; TONGZON, 2001; VALENTINE; GRAY, 2001; ITOH, 2002; BARROS, 2003; SERRANO; CASTELLANO, 2003; BARROS; ATHANASSIOU, 2004; BONILA et al., 2004;

PARK; DE, 2004; TURNER et al., 2004; CULLINANE et al., 2005; CULLINANE et al., 2006; LIN; TSENG, 2007).

É importante ressaltar que o modelo DEA utilizado, a despeito de ser o mais indicado para o tipo de análise desenvolvida, tem algumas limitações. Uma delas é apresentar resultados relativos que fazem sentido dentro da amostra selecionada. A análise de eficiência é uma comparação entre as DMU da amostra, onde os melhores desempenhos operacionais comparados formam uma fronteira de eficiência (MAINARDES, 2010). Isso quer dizer, que o resultado será analisado de forma comparativa entre as unidades estudadas, não medindo a eficiência absoluta ou ótima.

Outra limitação é a sensibilidade ao número de variáveis *input* e *output* e o tamanho da amostra de DMUs. É necessário ajustar o número de variáveis de acordo com as quantidades de DMUs, caso contrário o índice de eficiência pode não identificar as DMUs ineficientes.

Neste trabalho o modelo escolhido para análise dos dados é o DEA-BCC orientado a *output*. A escolha se deu porque a amostra estudada contempla portos distintos e cujos objetivos são maximizar a movimentação de contêineres em TEUS e maximizar a produtividade média da quantidade de unidade de contêineres movimentadas por hora. Adicionalmente, é um modelo orientado para o *output*, visto que, os objetivos dos portos eram maximizar a movimentação de contêineres em TEUS e a produtividade média com relação a quantidade de unidade de contêineres movimentadas por hora.

Para cálculo da amostra, levamos em consideração a listagem de 34 portos organizados marítimos fornecida pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) e estabelecemos as seguintes condições para os portos organizados no período 2012 a 2014: (a) ser operador de cargas em contêiner e tendo operado mais de 200 contêineres por ano; (b) possuir equipamentos próprios para operar cargas containerizadas, como portêiner (equipamento para movimentação de container do navio ao cais) e guindaste (equipamento multicarga utilizado para operar contêineres). Logo, chegamos a lista de 16 portos, que representa 47% dos portos organizados marítimos brasileiros.

A amostra é não probabilística, pois os portos foram escolhidos da relação de portos da ANTAQ, definidos através da Resolução 2696 - ANTAQ de 4 de Julho de 2013, disponíveis no sítio da ANTAQ, no Sistema de Informações Gerenciais (SIG) referente aos anos de 2012, 2013 e 2014.

Ressaltamos que a escolha pela carga containerizada se justifica pelo fato de as operações de navios de contêineres exigirem maior grau de tecnologia para a movimentação de cargas e uma logística portuária eficiente para o manuseio rápido e eficaz das cargas nas embarcações.

Nossa proposta é analisar a eficiência dos portos organizados brasileiros que operam cargas containerizadas, entre 2012 e 2014, de acordo com o seu desempenho operacional, isso é, movimentação da carga da embarcação ao cais de forma otimizada e eficaz.

Para definir a escolha dos escores de eficiência, o modelo deve procurar um ponto de equilíbrio na quantidade de variáveis e DMUs escolhidas, visando aumentar o poder discriminatório da análise DEA (SOARES DE MELLO et al., 2005). Um grande número de DMUs interceptando a fronteira eficiente pode reduzir a capacidade de discriminar as DMUs com ineficiência, impactando no resultado da avaliação. Assim, em nosso estudo, para obter um resultado conciso foi necessário utilizar um método de seleção de variáveis como instrumento de auxílio à decisão dos escores (MEZA et al., 2007).

O método utilizado foi o proposto por Meza et al. (2007), chamado de "Método Compensatório de Normalização Única", que dispõe em duas fases. Na primeira fase são selecionados um cenário e seguido de alguns cálculos, o número de DMUs na fronteira eficiente, a normalização das eficiências médias (S_{EF}), a normalização da quantidade de DMUs eficientes para cada conjunto de variáveis (S_{DIS}), e o indicador S que é a soma de (S_{EF}) + (S_{DIS}), sendo maior que 10. Na segunda fase é verificado o melhor cenário considerando todas as alternativas de variáveis. O resultado levará a inserção de mais ou menos variáveis. Assim, o pesquisador identificará qual é o melhor escore para rodar o programa selecionado.

A aplicação do método aconteceu para cada ano do período escolhido – 2012, 2013 e 2014. Verificou-se que os maiores índices S (13,4508; 13,1820 e 14,0076), referentes aos respectivos anos, foram obtidos com o uso de duas variáveis: Tempo Médio Atracado (TMA) e Prancha Média (Prancha). No entanto, observou-se que a inclusão da variável *output* Quantidade de Movimentação de contêineres em TEUS forneceu índices S muito próximos (13,4508; 12,1784 e 14,0076), só variando no ano de 2013. Segundo Souza Jr. et al. (2008), a movimentação de cargas e, neste caso, a movimentação de contêineres é fundamental na inserção do score de eficiência, pois é um dos principais serviços que o porto oferece.

Foi considerada como variável *input* o Tempo Médio Atracado (TMA), isto é, a média de tempo (em horas) que um navio fica atracado no cais. E foram consideradas duas variáveis *output*: um indicador que é uma medida da produtividade média de cada porto, a Prancha Média (PM), que informa o tempo médio (em horas) de operação nos navios da movimentação de cada unidade de contêineres tempo; e a Quantidade de Contêineres Movimentados em TEUS (QTEU), que corresponde a Uma (1) Unidade equivalente a 20 pés (ANTAQ, 2013).

Para rodar o modelo e analisar a eficiência das DMUs escolhidas de cada ano separadamente foi utilizado o *software* DEAOS (*Data Envelopment Analysis Online Software*), produzido por Behin-Cara Co. Ltd,. Essa análise disponibiliza um indicador de eficiência que varia de 0% a 100%. A DMU que apresentar eficiência média igual a 100% é considerada eficiente em relação às outras DMUs, ou seja, se encontra na fronteira eficiente; a DMU que obtiver eficiência média menor do que 100% é ineficiente em relação às outras DMUs, ou seja, se encontra fora da fronteira eficiente.

Apresenta-se na próxima seção os resultados obtidos no estudo.

3. Competitividade no Setor Portuário Brasileiro: Eficiência e Desempenho Portuário dos Portos Organizados que Movimentam Contêineres

Como relatado, neste trabalho foram analisados 16 portos organizados (=16DMUs) que operaram cargas em contêineres no período de 2012 a 2014 (totalizando = 48DMUs). São eles: Itaguaí (Sepetiba/RJ), Rio de Janeiro (RJ), Santos (SP), Vitória (ES), Itajaí (SC),

Imbituba (SC), São Francisco do Sul (SC), Paranaguá (PR), Rio Grande (RS), Salvador (BA), Suape (PE), Fortaleza (CE), Itaqui (MA), Recife (PE), Santarém (PA), Vila do Conde (PA).

A eficiência operacional foi medida pela velocidade com que se carregou e descarregou as cargas nos portos considerados. Portanto a delimitação destas análises não está relacionada aos seguintes parâmetros: calado restrito, quantidade e metragem dos berços, tamanho do porto, qualidade nos acessos, tamanho da manobra do navio e tamanho dos armazéns. Para o cálculo da eficiência operacional portuária foi utilizado o modelo DEA-BCC (retorno variável de escala), orientado a *output*. Foi necessário rodar o modelo três vezes considerando cada ano em separado. Agregamos a análise o porte dos portos, isto é, sua classificação de acordo com a quantidade de movimentação em TEUS (RIO, MAÇADA & BECKER, 2004):

- Grande Porte - Movimentação de contêineres acima de 250 mil TEU.

- Médio Porte - Movimentação de contêineres entre 100 a 250 mil TEU.

- Pequeno Porte - Movimentação de contêineres inferior a 100 mil TEU.

Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Portos Organizados Brasileiros: Eficiência Operacional (%)

PORTO (DMU)	PORTE	ANO		
		2012	2013	2014
Fortaleza	Pequeno	35,1	32	29,6
Imbituba	Pequeno	100	100	77
Itaguaí (Sepetiba)	Grande	65,9	52,2	64,9
Itajaí	Grande	100	100	86
Itaqui	Pequeno	16,1	11,4	17,5
Paranaguá	Grande	85,5	100	100
Recife	Pequeno	30,4	21,5	42,8
Rio de Janeiro	Grande	57,2	71,5	72,3
Rio Grande	Grande	82,8	78,5	56,4
Salvador	Grande	61,6	63,8	58,8
Santarém	Pequeno	19,3	18,5	12,1
Santos	Grande	100	100	100
São Francisco do Sul	Pequeno	75,2	51,8	32,3
Suape	Grande	55,6	63,1	49,8
Vila do Conde	Pequeno	25,2	19,3	11,5
Vitória	Médio	64,7	55,1	57,7

Fonte: Silva, 2015.

Analisando a Tabela 1, pode-se constatar que o Porto de Santos, considerado de grande porte, alcançou 100% de eficiência relativa nos três anos estudados; o Porto de Itajaí, considerado de grande porte, alcançou 100% de eficiência operacional nos anos 2012 e 2013; o Porto de Paranaguá, também considerado de grande porte, alcançou 100% de eficiência operacional nos anos 2013 e 2014; e o Porto de Imbituba, que é considerado porto de pequeno porte, alcançou 100% de eficiência nos anos 2012 e 2013.

Considerando que a eficiência máxima foi obtida por portos de diferentes portes, é possível admitir que o porte do porto não é o fator determinante para seu índice máximo de eficiência operacional. Sugere-se, então, que o que explica a eficiência operacional é a forma como o porto otimiza o carregamento e descarregamento de suas cargas.

Pode-se considerar que das 39 DMUs consideradas ineficientes, 8DMUs apresentaram ineficiência entre 70% e 86%, 15 DMUs apresentaram ineficiência entre 50% e 70% e 16 DMUs apresentaram ineficiência abaixo de 50%.

O único porto com eficiência máxima nos três anos do estudo foi o *Porto de Santos*. Seu desempenho operacional na movimentação da carga do porto para o cais e vice-versa é explicado pela superestrutura que possui. Nos três anos estudados, o porto teve uma média de 2.387 de unidade de navios atracados, com 9,63/hora na média de Tempo Médio Atracado (TMA) e com 3.176.632 TEUS, sendo a maior movimentação em relação aos portos estudados. Além disso, o Porto de Santos detém aproximadamente 90% da área do porto organizado arrendada por empresas privadas, isso impacta no grau de investimento que é feito por tecnologias e inovações.

Enquanto o porto de Paranaguá melhora sua eficiência nos anos 2013 e 2014, os Portos de Itajaí e Imbituba perdem a eficiência máxima alcançada em 2012 e 2013. No caso de Itajaí, houve aumento de atracação de navio em relação aos anos anteriores (2014 foram 319 atracações, em 2013 foram 297 e 2012 foram 300 navios atracados), mas manteve o Tempo Médio Atracado, o que acabou por afetar a sua produtividade média. O Porto de Imbituba conseguiu excelente desempenho operacional em 2012 e 2013 mesmo com a superestrutura limitada, por ser um porto pequeno. Portanto, em 2014 teve um aumento de

atracação de navio, onde em 2012 foram 80, em 2013 foram 70 e em 2014 foram 90 navios atracados, aumentando o TMA, PM e QTEU, fazendo com que o porto perdesse eficiência operacional relativa com demais portos estudados.

No caminho contrário a esses dois portos, o Porto de Paranaguá sai de uma eficiência boa, mas inferior a 100% em 2012 (85,5%) e conquista a eficiência máxima relativa nos anos 2013 e 2014. Em 2013, houve uma redução no TMA aumentando a produtividade de mais de 75% de 2012 para 2013. Em 2014, o porto operou com mais quatro portêineres e teve a maior movimentação de TEUS, em relação aos três anos estudados, permanecendo com o máximo desempenho operacional.

O resultado dos portos organizados brasileiros não é nada positivo. Dos 16 portos, 12 não conquistaram nenhum ano de eficiência máxima, sete deles conseguiram eficiência superior a 50% em algum dos anos (Portos de Itaguaí, Rio de Janeiro, Vitória, Rio Grande, Salvador, Suape e São Francisco do Sul) e cinco não conseguiram sequer atingir esse marco (Portos de Fortaleza, Itaqui, Recife, Santarém e Vila do Conde).

Se considerarmos a eficiência média nos três anos, os três piores resultados são dos portos de Vila do Conde (18,6%), Santarém (16,63%) e Itaqui (15%). Esses três portos não possuem equipamentos para movimentar carga containerizada. A falta de equipamento pode ser um fator influenciador na produtividade (Prancha Média), isso significa que o navio fica mais tempo atracado para movimentar as cargas.

Em geral, os empecilhos comuns a portos com baixa eficiência são limitações de infraestrutura aquaviária, como, calado, berços, bacias de evolução, canais de acesso; e superestrutura, que são os equipamentos para movimentação de carga, tanto para embarque e desembarque de mercadorias como também os equipamentos para armazenar cargas nos pátios ou armazéns (CAMPOS NETO et al., 2009). Como este artigo tem o objetivo de identificar a eficiência operacional relativa, a superestrutura aqui abordada é a utilização do portêiner e Guindaste (MHC), porém o portêiner é o equipamento ideal para movimentação de carga containerizada, aumentando a eficiência carga/descarga.

A infraestrutura portuária é outro fator importante para análise, tamanho do cais, tamanho do pátio, armazéns. Esses elementos são importantes para identificar o fluxo

operacional das cargas nos portos. As limitações podem impactar na eficiência portuária e, com isso, podem perder cargas para portos que possuem infraestrutura e superestrutura melhores.

Para ser eficiente, o porto deve estudar uma forma de aumentar a rotatividade de navios e melhorar seu desempenho operacional ao reduzir a permanência do navio no porto (SANT'ANNA; JÚNIOR, 2015). Essa discussão permeia além da infraestrutura e superestrutura que um porto pertence independente do seu porte, a gestão portuária como um elemento influenciador na eficiência de um porto. A forma de otimizar espaços físicos para receber maior quantidade de cargas e, conseqüentemente, aumentar a frequência de navios (SANTOS; SANTOS, 2012; RIOS; MAÇADA; BECKER, 2003), planejar o porto de acordo com as demandas de seus *stakeholders*, são fatores importante para a inovação da gestão do complexo portuário.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho teve como proposta contribuir para compreensão do cenário portuário em termos de maximização da eficiência operacional em portos organizados que movimentam contêineres. Para a realização da proposta traçada, utilizou o modelo DEA-BCC orientado a *output*.

Como parte dos principais resultados encontrados nos 16 portos estudados está a identificação do Porto de Santos como o mais eficiente em comparação aos demais portos da amostra no período estudado. Isso se justifica pelo seu tamanho e superestrutura que possui. Os trabalhos de Acosta et al. (2011) e Bertoloto e Mello (2011) mesmo apresentando escores de eficiência diferentes concluíram que o Porto de Santos foi um dos portos com 100% de eficiência. Considerando-se os resultados deste artigo é possível admitir que o Porto de Santos trabalha para manter a eficiência em todos os níveis em relação aos outros portos brasileiros.

Outros três portos, de diferentes portes - Portos de Paranaguá e de Itajaí (de porte grande) e Porto de Imbituba (de porte pequeno) - apresentaram eficiência máxima em pelo menos dois dos anos. Esses resultados sugerem que o porte do porto, critério definido pela

quantidade de TEUS movimentados por ano, não é suficiente para explicar o bom desempenho operacional.

Por outro lado, os piores resultados (menos de 20% de eficiência operacional relativa) foram de portos de pequeno porte – portos de Vila do Conde, Santarém e Itaqui. Os portos brasileiros de pequeno porte têm suas superestruturas limitadas devido à precariedade dos equipamentos de movimentação. Nenhum dos três portos detém o equipamento de contêiner adequado, ao contrário do porto de Imbituba que possuía, nos anos estudados, 2 (dois) portêiner e 5 (cinco) Guindastes (MHC), fazendo com que ganhasse competitividade no tempo médio de navio atracado.

Os bons resultados de eficiência operacional podem ser creditados à capacidade e ao planejamento dos gestores portuários em movimentar as cargas de forma otimizada e de aproveitarem toda a infraestrutura e superestrutura que possuem. Para serem eficientes, os portos devem investir em equipamentos adequados para operacionalização de contêineres.

Apontar a eficiência operacional dos portos é uma tarefa importante, porque descreve trajetórias de melhorias ou pioras de eficiências dos processos de otimização na operação de cargas. Bons índices de eficiência operacional atraem operadores portuários, armadores e donos de cargas – e a ineficiência reflete em perda de competitividade.

Como apontado, o modelo aplicado – o DEA - apresenta limitações. Portanto, o assunto não se encontra encerrado. Há ainda muito a ser explorado utilizando esta metodologia para melhor compreensão dos portos brasileiros e deve ser dada continuidade ao estudo através de novos escores metodológicos que analisem de forma sistêmica o setor portuário brasileiro.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, C. M. M.; SILVA, A. M. V. A; LIMA; M. L. P. Aplicação de análise envoltória de dados (DEA) para medir eficiência em portos brasileiros. **Revista de Literatura dos Transportes**, v. 5, n. 4, p. 88-102, 2011.

ANTAQ. SIG Acesso Público: manual do usuário. Agência Nacional de Transportes Aquavários. Brasília, Dez., 2013. Disponível em: <

http://web.antaq.gov.br/Portal/pdf/SIG_Acesso_Publico_Manual_do_Usuario_Dez2013.pdf
>. Acesso em: 10. jan. 2013.

ANTAQ. Anuário Estatístico Portuário. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. Brasília-DF. 2008. Disponível em:
<http://web.antaq.gov.br/Portal/Anuarios/Portuario2007/Index.htm>. Acesso em: 20. jan. 2014.

ANTAQ. Sistema de Informações Gerenciais - SIG. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. Brasília. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/sistemas/sig/AcessoEntrada.asp?IDPerfil=23>>. Acesso em: 15. fev. 2016.

AZEVEDO, R.C; ENSSLIN, L.; LACERDA, R.T.O.; FRANÇA, L.A.; JUNGLES, A.E.; ENSSLIN, S.R. Modelo para avaliação de desempenho: aplicação em um orçamento de uma obra de construção civil. *Produção*, v. 23, n. 4, p. 705-722, out./dez. 2013.

BERTOLOTO, R. F.; MELLO, J. C. C. B. S. D. Eficiência de portos e terminais privativos brasileiros com características distintas. **Revista de Literatura dos Transportes**, v. 5, n. 2, p.4-21, 2011.

CALDEIRINHA, V. R., & FELICIO. J. A. The influence of factors characterizing the performance of ports, measured by operational, financial and efficiency indicators. MPRA Paper, Lisbon, 30009, 2011.

CAMPOS NETO, C. A. S.; PÊGO FILHO, B.; ROMMINGER, A. E.; FERREIRA, I. M.; FERNANDES, L.. Gargalos e demandas da infraestrutura portuária e os investimentos do PAC: Mapeamento IPEA de **obras portuárias**. IPEA. **Texto para discussão** n. 1423, Brasília, outubro, 2009.

CARDOSO, J. S. L. Proposição de uma metodologia para a comparação de desempenho operacional de terminais portuários de granéis sólidos minerais (Dissertação de Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil, 2011.

CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n.6, p.429-444, 1978.

COOPER, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. *Data Envelopment Analysis*. New York: Springer Science Business Media, 2007.

CULLINANE. K.P.B., Sog, D. W., Ji, P., & Wang, T. An application of DEA Windows Analyses to Container Port Production Efficiency. *Review of Network Economics*, 3, 184-206, 2005.

FERREIRA, C. M. C.; GOMES, A. P. **Introdução à análise envoltória de dados: teoria, modelos e aplicações**. Viçosa: Editora UFV, 2009.

FRANCOU, B. **Port Performance Indicators**. Port Performance Indicators and Analysis Lecture Notes. World Maritime University. Molmö, Sweden, 2000.

GAMBA JR, J.; DUTRA, A.; NUNES, R. de F.; KEMPER, G. F.; VIEIRA, C. A. Avaliação de desempenho de serviços emergenciais: uma análise da produção científica do período de 1991 a 2010. **Revista de Administração da UNIMEP**, v.10, n.3, set./dez. 2012.

GONZÁLEZ, M.; TRUJILLO, L. La Medición de la Eficiencia en el Sector Portuario: Revisión de la Evidencia Empírica. **Documentos de trabajo conjuntos**, 2005/2006.

KIRCHNER, L.H.C. **Avaliação da eficiência dos terminais de contêineres através da análise envoltória de dados e do índice de Malmquist**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Programa de Mestrado em Regulação e Gestão de Negócios, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

KNIGHT, F. Economic Organization and Efficiency. In: FEENSTRA, R. C.; HAMILTON, G. G. **The Problem of Economic Organization**. United Kingdom: Cambridge University Press, 2006.

LLAQUET, J. L. E. **Mejora de la competitividad de un puerto por medio de un nuevo modelo de gestión de la estrategia aplicando el cuadro de mando integral**. Tese – Tesis Doctoral – Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2007.

LUITZ, M.P.; REBELATO, M.G. Avaliação do Desempenho Organizacional. **XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. XXIII ENEGEP. Ouro Preto, MG, 22 a 24 de Out, 2003.

MACEDO, M.A.S.; MANHÃES, J.V.P. Avaliação de eficiência de terminais de contêineres no Brasil através da Análise Envoltória de Dados (DEA). **Revista de negócios**, ISSN 1980-4431, Blumenau, v.14, n.3, p.35-53, Jul/Set 2009.

MAINARDES, E. W. **Gestão de universidades baseado no Relacionamento com seus Stakeholders**. Tese – Universidade da Beira interior ciências sociais e Humanas, Portugal, 2010.

MEZA, L.A.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; GOMES, E. G.; FERNANDES, A. J. S. Seleção de variáveis em DEA aplicada a uma análise do mercado de energia eléctrica. **Investigação Operacional**, Lisboa, v. 27, n. 1, p. 21-36, 2007.

MONIE, G.D. Measuring and evaluating port performance and productivity. **UNCTAD Monograph on Port Management**, n.6, 1987.

NEELY, A.; GREGORY, M.; PLATTS, K. Performance measurement system design: a literature review and research agenda. **International Journal of Operations & Production Management**, v.25, n.12, p. 1228-1263, 2005.

NOTTEBOOM, T. E. The relationship between seaports and the intermodal hinterland in light of global supply chains: European challenges. **Discussion Paper**, 10 de mar. 2008.

NOTTEBOOM, T. E; RODRIGUE, J.P. Port Regionalization: Towards a new phase in port development. **Maritime Policy and Management**, v. 32, n. 3, p. 297-313, 2005.

RIOS, L. R.; MAÇADA, A. C. G.; BECKER, J. L. Análise da Eficiência Relativa das Operações nos Terminais de Contêineres do Mercosul. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 28, Curitiba, PA. **Anais do XXVIII Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração**. Curitiba: ENANPAD, 2004.

SILVA, A.C. Análise do Desempenho Operacional dos Portos Organizados Brasileiros (Dissertação de mestrado). Fucape, Vitória, ES, 2015.

SOARES, T.C.; MELO, P.A. Avaliação de desempenho organizacional: um mapeamento em periódicos nacionais. **Revista Eletrônica de Estratégia e Negócios - REEN**, v. 7, n. 2, 2014.

SOUSA JR., N.; FERREIRA JR., E. N.; PRATA, B. A. Análise da eficiência dos portos da região Nordeste do Brasil baseada em Análise Envoltória de Dados. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, v.3, n.2, p.74-91, mai/ago, 2008.