

Análise de eficiência dos principais terminais de contêineres brasileiros no ano de 2016

Marcos Douglas Almeida Vieira da Silva (UTFPR – FB) marcossilva.2015@alunos.utfpr.edu.br

Guilherme dos Santos Castro (UTFPR - FB) g-castro16@hotmail.com

Maiquiel Schmidt de Oliveira (UTFPR - FB) maiquiel1988@gmail.com

Franklin Ângelo Krukoski (Unioeste - FB) franklin.krukoski@gmail.com

Resumo:

Para um país crescer economicamente há a necessidade de uma logística adequada para o escoamento de seus produtos a fim de impulsionar e movimentar a sua economia. Estima-se que em torno de 90% de toda carga mundial é movimentada através de portos marítimos e, por volta de, 80% desta por intermédio de contêineres. Desta forma é importante analisar a eficiência dos terminais de contêineres brasileiros, visando melhorias que podem acarretar numa maior movimentação de cargas. A análise de eficiência foi realizada pela Análise Envolvória de Dados (*Data Envelopment Analysis - DEA*), por meio de um índice de eficiência baseado nos insumos área total (m²) e do número de berços e com o produto movimentação de TEU 2016. Nesta análise, o índice de eficiência média para os 21 terminais de contêineres brasileiros foi de 0,48, onde 4 terminais foram considerados eficientes, sendo 3 desses terminais de uso público e 1 terminal de uso privado.

Palavras chave: Análise Envolvória de Dados, Eficiência, Terminais de contêineres.

Analysis of efficiency of the main brazilian container terminals in the year 2016

Abstract

For a country to grow economically adequate logistics is needed for the disposal of its products in order to promote and move its economy. It is estimated that around 90% of all world cargo is handled through sea ports and, around 80% through containers. In this way it is important to analyze the efficiency of the Brazilian container terminals, aiming at improvements that can lead to greater cargo handling. The efficiency analysis was performed by Data Envelopment Analysis (DEA), through an efficiency index based on total area inputs (m²) and number of cribs and with the product TEU movement in 2016. In this analysis, the average efficiency index for the 21 Brazilian container terminals was 0.48, where 4 terminals were considered efficient, 3 of which were public terminals and 1 were private terminals.

Key-words: Data Envelopment Analysis, Efficiency, Container terminals

1. Introdução

Um terminal de contêineres pode ser considerado como um terminal portuário especializado na movimentação e armazenamento, assim como na operação de cargas containerizadas (CUNHA, 2006). De acordo com Yun e Choi (1999), em torno de 90% da carga mundial é movimentada por meio de portos marítimos e, por volta de, 80% desta por intermédio de contêineres.

Brito (2010) diz que a movimentação de contêineres aumentou mais de 40% entre os anos de 2000 e 2010. Isso se deve, principalmente, pelos contêineres proporcionarem uma forma padrão para a movimentação de mercadorias, o que facilita o transporte e a movimentação dentro dos navios e nos terminais.

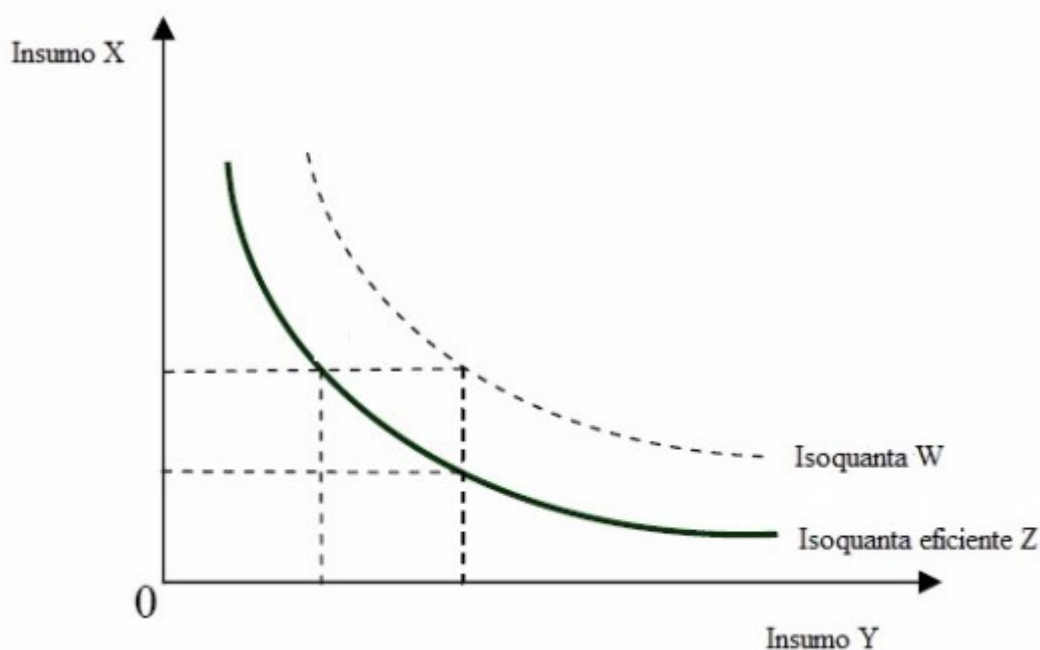
No Brasil, o marco regulatório do setor portuário (Lei nº 12.815/2013 e Decreto nº 8.033/2013) definiu novos termos para exploração de Terminais de Uso Privado (TUP), Estações de Transbordo de Carga (ETC), Instalações Portuárias de Turismo (IPT) e Instalações Portuária de Pequeno Porte (IP4). Desde a promulgação da Lei nº 12815, a Secretaria de Portos já autorizou 67 Instalações Portuárias Privadas, dentre novas autorizações e ampliações de terminais já existentes, totalizando uma previsão de investimento de R\$ 16,2 bilhões. (MESQUITA, 2016)

Nesse sentido, este estudo visa analisar a eficiência de 21 terminais de contêineres, sendo 6 terminais de uso privado e 15 terminais de uso público, utilizando a técnica denominada Análise Envoltória de Dados (DEA), com o modelo BCC orientado para produto. Os insumos considerados são a área total (m^2) e o número de berços e com o produto movimentação TEU 2016.

2. Análise Envoltória de Dados (DEA)

De acordo com Pascual (2000), o termo “eficiente” está relacionado com a razão entre a quantidade produzida de um determinado insumo com o potencial máximo de produção com a mesma quantidade de insumo ou com o mínimo dessa variável.

Desta forma, Berechman (1993) conceitua como eficiente uma empresa que consegue, a partir dos recursos que dispõe, potencializar a combinação destes insumos ao curso da curva de isoquanta no mais alto nível. A figura 01 ilustra a ideia de uma isoquanta eficiente:



Fonte: Berechman 1993

Figura 1 – Eficiência baseada a curva de isoquanta.

Uma unidade produtiva consegue se tornar eficiente se utilizar o mínimo de insumo em sua produção, o que é representado pela Isoquanta eficiente Z.

Existem diferentes técnicas não-paramétricas para analisar a eficiência de unidades produtivas. Uma das técnicas mais conhecidas e utilizadas na literatura é a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis - DEA*), técnica que foi criada por Farrel (1957) e adaptada por outros estudiosos ao longo do tempo.

Belloni (2000) apud Kassai (2002) conceitua esta técnica como sendo um método para geração de fronteiras de eficiência relativa, partindo de variáveis classificadas como insumos ou produtos que constituem um estudo de caso.

Em um caso simples, considerando que há um único insumo e um único produto, o índice de eficiência é definido como:

$$Eficiência = \frac{\text{produto (output)}}{\text{insumo (input)}} \quad (1)$$

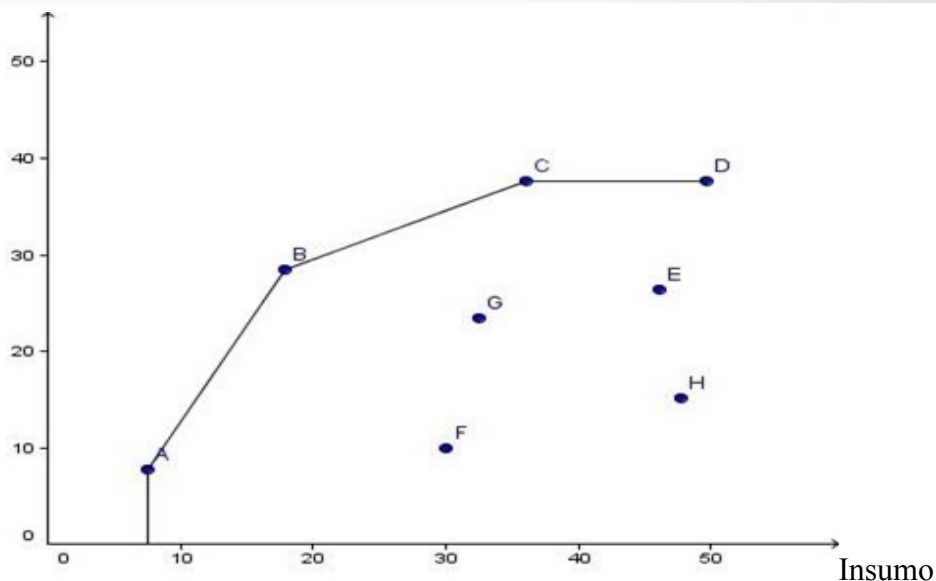
Desta forma, este método baseia-se em programação matemática que permite o cálculo comparativo do desempenho atual de uma organização com a combinação convexa mais eficiente de outras observações, recursos e instituições, através de um índice. Uma unidade é considerada eficiente se possuir um índice igual a 1 (um) e ineficiente caso seja menor que 1 (um) (YUNOS; HAWDON, 1997 apud KASSAI, 2002, p.79).

Enquanto procedimentos estatísticos estão relacionados com tendências centrais, a DEA é um processo de fronteira (Azambuja, 2002). Como na Análise Envoltória de Dados não há a suposição sobre a função de produção, há a necessidade que, apenas, as UTDs fiquem sobre ou abaixo da fronteira de eficiência.

Os modelos DEA podem trabalhar com retornos de escala constantes (modelo CCR – Charles, Cooper e Rhodes, também conhecido como CRS) ou com retornos de escala variáveis (modelo BCC – Banker, Charnes e Cooper, também conhecido como VRS).

Na figura 2 a fronteira de eficiência reflete os retornos variáveis em escala. As UTDs A, B, C e D estão dispostas sobre a fronteira de produção, logo são consideradas eficientes e as unidades produtivas E, F, G e H são classificadas como ineficientes, pois estão abaixo da fronteira.

Produto



Fonte: O autor, 2017.

Figura 2 – Fronteira de Produção para o Modelo BCC

Tem como princípio nesse estudo que os terminais de contêineres maximizem a utilização dos seus insumos de modo a atingir a eficiência, logo será utilizado o modelo BCC orientado para produto.

O peso atribuído para as variáveis é importante na determinação da eficiência dos terminais de contêineres, pois um terminal não pode ser eficiente considerando somente um dos insumos. Nesse sentido, foram impostas restrições para as variáveis através do método denominado cone ratio. Segundo Cooper et al. (2000), o Método de Regiões de Segurança (Assurance Region Method – AR), utilizado pelo software DEA-Solver v.3.0 e desenvolvido por Kaoru Tone, é um caso especial do método Cone Ratio. A restrição imposta desta forma é dada pela equação:

$$L_{1,2} \leq v_1 / v_2 \leq U_{1,2} \quad (2)$$

Na expressão acima $L_{1,2}$ e $U_{1,2}$ são, respectivamente, os limites inferior e superior que a relação v_1 e v_2 pode assumir; v_1 e v_2 são os pesos dos insumos.

4. Resultados e Discussão

Para a determinação da eficiência dos principais terminais de contêineres brasileiros no ano de 2016 foi utilizado a Análise Envoltória de Dados (DEA), a qual teve sua orientação para produto. Os insumos e o produto utilizados foram:

Insumos: Área total (m²), Número de berços, Calado do berço (m), Calado do canal (m), Número de acessos, Extensão dos berços (m).

Produto: Movimentação TEU 2016.

O termo TEU é um sigla que em inglês significa *Twenty-foot Equivalent Unit*. Com isso, os contêineres assumem uma unidade padrão, pois um contêiner de 20 pés equivale a 1 TEU e um contêiner de 40 pés equivale a 2 TEU.

Os terminais considerados para esta análise foram: Brasil Terminais Portuários (SP), Itapoá (SC), TECON Vila do Conde (PA), TECON Santos (SP), Embraport (SP), Portonave (SC), TECON Salvador (BA), TCP (PR), TECON Rio Grande (RS), TVV (ES), Chibatão (AM),

APM Terminals Itajaí (SC), TECON Suape (PE), Multi-Rio (RJ), Libra Terminais Santos (SP), Libra Terminais Rio (RJ), Sepetiba TECON (RJ), APM Terminals Pecém (CE), Superterminais (AM), Tecon Imbituba (SC) e TESC (SC).

Considerou-se a área total dos terminais como um insumo, levando-se em consideração que quanto maior for o espaço destinado aos terminais para o seu serviço, maior será o potencial de movimentação de contêineres. Desta mesma forma, entende-se que quanto maior for o número de berços, maior será o potencial de atracamento de navios transportadores de materiais contidos em contêineres. A Tabela 01 descreve os dados do estudo de forma breve:

	Área total (m ²)	Número de berços	Movimentação TEU's (2016)
Máximo	100	100	100
Mínimo	8,1	25	0,52
Média	34,86761905	57,14285714	29,40190476
Desvio-padrão	23,83041292	17,49635531	27,00376316

Fonte: Dados do autor (2017)

Tabela 01 – Dados estatísticos

Através da análise estatística das variáveis utilizadas nesse estudo foi possível verificar um desvio-padrão elevado para a área total e o número de berços, o que significa que alguns terminais concentram as maiores áreas e número de berços, enquanto os demais têm valores menores e distantes.

Para a definição das variáveis presentes neste estudo, utilizou-se o cálculo de correlação. Os resultados estão expressos pela tabela a seguir:

	Área total (m ²)	Número de berços	Movimentação TEU's 2016
Área total (m ²)	1	0,57	0,62
Número de berços	0,57	1	0,56
Movimentação TEU's 2016	0,62	0,56	1

Fonte: Dados do autor (2017)

Tabela 02 – Correlação de dados

A correlação mostrou-se baixa, destacando-se o número de berços que apresentou uma correlação de 0,56.

Desta forma, através da Análise Envolvória de Dados (DEA) e o modelo BCC orientado para *output*, o índice de eficiência das operadoras de transporte de contêineres pode ser expresso pela equação:

$$\text{Índice de eficiência} = \frac{\text{área total} + \text{número de berços}}{\text{movimentação (TEU)2016}} \quad (2)$$

Por conta de alguns terminais atribuírem peso zero para alguns insumos, foi necessário atribuir restrição para as variáveis. Para isso, usou-se o modelo cone ratio com as restrições dadas da seguinte forma:

$$0,1 \leq \frac{\text{Área total (m}^2\text{)}}{\text{Número de berços}} \leq 2 \quad (3)$$

Obteve-se, desta forma, o ranking das eficiências dos principais terminais brasileiros de contêineres no ano de 2016. Este ranking é expresso pela Tabela 3 a seguir:

Ranking	Terminal	Escore
1	Brasil Terminais Portuários (SP)	1
1	Itapoá (SC)	1
1	TECON Vila do Conde (PA)	1
1	TECON Santos (SP)	1
2	Embraport (SP)	0,92
3	Portonave (SC)	0,73
4	TECON Salvador (BA)	0,62
5	TCP (PR)	0,61
6	TECON Rio Grande (RS)	0,53
7	TVV (ES)	0,40
8	Chibatão (AM)	0,38
9	APM Terminals Itajaí (SC)	0,33
10	TECON Suape (PE)	0,31
11	Multi-Rio (RJ)	0,28
12	Libra Terminais Santos (SP)	0,18
13	Libra Terminais Rio (RJ)	0,17
14	Sepetiba TECON (RJ)	0,16
15	APM Terminals Pecém (CE)	0,14
16	Superterminais (AM)	0,13
17	Tecon Imbituba (SC)	0,10
18	TESC (SC)	0,02

Fonte: Dados do autor, 2017.

Tabela 03- Ranking de Eficiência dos terminais de contêineres brasileiros no ano de 2016.

Pode-se observar que a eficiência média dos terminais de contêineres brasileiros no ano de 2016 foi igual a 0,48. Nessa avaliação destacam-se como eficientes os seguintes terminais: Brasil Terminais Portuários (SP), Itapoá (SC), TECON Vila do Conde (PA) e TECON Santos (SP).

Dessa forma, para a análise de eficiência, utilizou-se os terminais considerados eficientes como referência para os demais. A tabela 4 apresenta o número de vezes que isso aconteceu:

Referência	Frequência
Brasil Terminais Portuários (SP)	13
Itapoá (SC)	12

TECON Vila do Conde (PA) 7

TECON Santos (SP) 6

Fonte: Dados do autor (2017)

Tabela 04 – Referências

Pela tabela de referências pode-se perceber que o Brasil Terminais Portuários foi o terminal que serviu mais vezes de referência, aparecendo 13 vezes nessa condição. Itapoá (SC) foi a segunda operadora que mais foi referência para os demais, com 12 vezes. A tabela 05 apresenta os retornos de escala para os terminais analisados.

Terminais	Retornos de Escala
Multi-Rio (RJ)	Crescente
TECON Salvador (BA)	Crescente
Libra Terminais Santos (SP)	Crescente
TECON Santos (SP)	Decrescente
TECON Rio Grande (RS)	Decrescente
Libra Terminais Rio (RJ)	Crescente
TCP (PR)	Crescente
TVV (ES)	Crescente
TECON Suape (PE)	Decrescente
Sepetiba TECON (RJ)	Decrescente
TESC (SC)	Crescente
TECON Vila do Conde (PA)	Crescente
Portonave (SC)	Decrescente
APM Terminals Itajaí (SC)	Crescente
Tecon Imbituba (SC)	Crescente
Chibatão (AM)	Crescente
Itapoá (SC)	Crescente
Superterminais (AM)	Crescente
APM Terminals Pecém (CE)	Decrescente
Embraport (SP)	Crescente
Brasil Terminais Portuários (SP)	Constante

Fonte: Dados do autor (2017)

Tabela 05 – Retornos de Escala

Através da análise da tabela, a maioria dos terminais de contêineres tem retorno crescente à escala, o que significa que aumentos nos insumos irão gerar crescimentos maiores em relação à eficiência. Para aqueles terminais que possuem retornos menores, o crescimento será menor proporcionalmente. Enquanto, o Brasil Terminais Portuários (SP) permanecerá com o mesmo índice de eficiência. A Tabela 06 apresenta os pesos para os insumos.

Terminais	Área total (m²)	Número de berços
Multi-Rio (RJ)	2,018224	2,275851
TECON Salvador (BA)	0,898665	1,593377
Libra Terminais Santos (SP)	2,094697	4,220909
TECON Santos (SP)	0,238294	0,165874
TECON Rio Grande (RS)	4,83E-02	0,362155

Libra Terminais Rio (RJ)	3,471923	5,286119
TCP (PR)	0,937295	0,911293
TVV (ES)	1,355762	2,607235
TECON Suape (PE)	0,569773	0,443196
Sepetiba TECON (RJ)	1,085043	0,843998
TESC (SC)	21,57347	66,58477
TECON Vila do Conde (PA)	0,97008	1,243023
Portonave (SC)	0,248501	0,193296
APM Terminals Itajaí (SC)	1,68044	1,93599
Tecon Imbituba (SC)	3,130272	31,37803
Chibatão (AM)	1,924105	1,073959
Itapoá (SC)	0,519412	0,737801
Superterminais (AM)	3,908466	7,798217
APM Terminals Pecém (CE)	0,133173	0,995608
Embraport (SP)	0,654841	0,656416
Brasil Terminais Portuários (SP)	0,702381	0,297619

Fonte: Dados do autor (2017)

Tabela 06 – Pesos dos insumos

Nenhum dos terminais de contêineres ficou com peso zero para os insumos, o que demonstra que eles foram avaliados quanto à sua eficiência com base nos dois insumos do índice de eficiência.

5. Considerações finais

Através dos resultados obtidos pela Análise Envoltória de Dados foi possível distinguir terminais de contêineres eficientes e ineficientes. A eficiência média obtida corresponde a um escore de 0,48. As operadoras Brasil Terminais Portuários (SP), Itapoá (SC), TECON Vila do Conde (PA) e TECON Santos (SP) destacam-se por conseguirem gerar uma maior movimentação de cargas utilizando os recursos disponíveis, e foram classificadas como eficientes.

Do total de terminais de contêineres analisados 15 são considerados terminais de uso público (PP) e 6 terminais de uso privado (TUP). Entre os PP, apenas 3 terminais de contêineres públicos foram considerados eficientes em suas operações, que são: o Brasil Terminais Portuários (SP), o TECON Vila do Conde (PA) e o TECON Santos (SP). No que se refere a TUP, o único terminal com operações controladas através de contrato de arrendamento foi o Itapoá (SC).

Entre os terminais ineficientes, doze apresentaram retornos à escala crescente, representando que esses terminais podem estar operando abaixo de sua capacidade por influência de algum estrangulamento no processo, pois aumentar seus insumos traria um aumento mais que proporcional no produto.

O modelo também aponta referências para os terminais ineficientes, sendo que, os terminais de uso público aparecem com mais frequência como referência do que os terminais privados. Destacam-se como referências os terminais Brasil Terminais Portuários (SP), com 13 indicações e Itapoá (SC) com 12.

Este artigo possibilita a busca da eficiência por parte dos terminais de contêineres, seja a partir do aumento e melhoria na infraestrutura existente que permita uma movimentação mais

significativa (através de políticas públicas de investimento e ampliação no setor logístico e portuário brasileiro), ou buscando a otimização do processo de utilização da infraestrutura existente, minimizando custos e tempo. Essas medidas possibilitariam aos terminais de contêineres brasileiros serem mais competitivos internacionalmente.

Referências

BERECHMAN, J. *Public Transit Economics and Deregulation Policy*. NorthHolland, Amsterdam, 1993.

BRITO, P. *Ciclo de palestras: Portos*. Impresso pela Imprensa Nacional SIG, Brasília, 2010.

CUNHA, L. F. C. C. *Análise da utilização do Porto de Itaguaí como Hub Port para Concentração e Distribuição de Contêineres no Brasil*. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. .

KASSAI, S. *Utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na Análise de Demonstrações Contábeis*. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Contabilidade e Controladoria). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

MESQUISTA, P. L. *Terminais de uso privado*. 2016. <<http://www.portosdobrasil.gov.br/assuntos-1/investimentos/terminais-de-uso-privado>> . Acessado em: 27 de julho de 2017.

PASCUAL, R.F. *Eficiência de los Centros Públicos de Educación Secundaria de la Provincia de Alicante*. Tese (Doctorado en Ciencias Economicas) – Universidad de Alicante, Alicante, 2000.

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