

AVALIAÇÃO DAS EFICIÊNCIAS DOS TERMINAIS DE CONTEINERES BRASILEIROS UTILIZANDO A ANÁLISE RELACIONAL GREY

Renata Ribeiro Fonseca

Ilton Curty Leal Junior

Universidade Federal do Rio de Janeiro- UFRJ/COPPE

Programa de Engenharia de Transporte- PET

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados de uma avaliação de desempenho dos terminais de contêineres de uso público no Brasil, tendo como enfoque a eficiência técnica. Por meio de pesquisa bibliográfica e documental foram levantados os conceitos relevantes para a avaliação de eficiência em terminais de contêiner e os valores de movimentação e recursos utilizados para compor as medidas de eficiência. Utilizou-se a técnica de auxílio multicritério à decisão conhecida como Análise Relacional Grey para a criação de um *ranking* entre os terminais. Com base nos resultados obtidos é possível observar que muitos terminais que possuem baixa eficiência poderiam ter um melhor desempenho com o aumento na demanda por movimentação. Em outros casos, terminais com alta eficiência, por estarem em seu limite de utilização de recursos, podem ter sua eficiência técnica reduzida se ampliarem sua capacidade de movimentação.

ABSTRACT

This paper presents the results of a performance assessment of container terminals for public use in Brazil, focusing on technical efficiency. Through literature search and document the concepts raised were relevant to the assessment of efficiency in container terminals and the values of movement and resources used to compose the efficiency measures. We used the technique of multicriterial decision aid known as the Grey Relational Analysis to create a ranking between the terminals. Based on the results, we note that many terminals have low efficiency could have a better performance with the increased demand for movement. In other cases, terminals with high efficiency, being at its limit of use of resources can be efficiently reduced to increase their technical capacity to handle.

1-INTRODUÇÃO

Considerado como a sexta economia mundial, o Brasil passa por um momento de aquecimento econômico onde o saldo de sua balança comercial em 2011 apresentou superávit de 47,8% se comparado ao ano de 2010 (CEBR, 2011).

Com a economia forte, o país assume papel de grande produtor e exportador de mercadorias diversas como: produtos manufaturados, *commodities* minerais e agrícolas, além de importador de produtos acabados. Segundo ANTAQ (2012), destas mercadorias, 11,85% utilizaram contêineres como meio de unitização e ganho de eficiência na movimentação de cargas, em 2010, 8,9% em 2009.

Consoante ao assunto, Peixoto e Botter (2005), afirmam que o aumento do volume na movimentação de cargas contêinerizadas, faz parte de uma cadeia de suprimentos cada vez mais utilizada e dependente do bom desempenho e da produtividade dos terminais de contêineres.

Para que a movimentação nestes terminais seja executada de forma eficiente, sua infraestrutura deve ser planejada de modo a contar com área para carga/descarga, armazenagem dos contêineres e equipamentos necessários à operação e voltados diretamente ao atendimento de sua demanda.

Conforme Silva (2011) faz-se necessário um planejamento adequado dos terminais de contêineres, desde o cais até os acessos terrestres, com o intuito de evitar restrições operacionais que possam influenciar nos índices de desempenho e produtividade destes terminais bem como sua viabilidade econômica.

Influenciado pelo aspecto econômico-financeiro, o Brasil, segue o comportamento mundial de movimentação de contêineres. De acordo com a Agência Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ

(2012), a movimentação de contêineres em 2010 foi a de terceiro maior valor no total das cargas movimentadas, perdendo somente para minério de ferro e combustíveis. Todavia, se levada em conta à representatividade financeira da movimentação de contêineres no Brasil revelará uma maior importância (ANTAQ 2011).

Com o crescimento da movimentação de contêineres, como solução para unitização de cargas no transporte intermodal, é notório o comportamento ascendente da demanda nos anos de 2006 a 2010, passando de 2.786.684 TEUS (*Twenty Foot Equivalent Unit*) em 2003 para 4.794.074 TEUS movimentadas em 2010, crescimento de aproximadamente 172% ao longo da série (ABRATEC, 2012 *apud* ANTAQ, 2012). Este aumento se deve a investimentos, de US\$ 2 bilhões, imobilizados na construção de obras físicas, aquisição de modernos equipamentos e especialização de mão de obra (ABRATEC, 2012).

Os terminais brasileiros de cargas possuem características diferentes o que os proporcionam diferentes níveis de eficiência. A escolha pelos serviços desses terminais, que muitas das vezes são concorrentes em atração de cargas, pode considerar o nível de eficiência. Portanto, o objetivo do artigo é o levantamento das eficiências dos terminais públicos brasileiros de contêineres para a criação de um *ranking* que possibilite a comparação dos diferentes desempenhos.

Posto isto, o trabalho busca responder as seguintes perguntas representando o problema de estudo: (1) Qual a configuração estrutural, atual, dos terminais de contêineres brasileiros? (2) Se comparados, quais os mais eficientes?

Este artigo é dividido em 6 seções à partir a introdução, sendo: seção 1- Introdução; seção 2- Referencial Teórico; seção 3- Metodologia; seção 4- Desenvolvimento; seção 5- conclusões, limitações e proposições para novos estudos e seção 6- Referências bibliográficas.

2- REFERENCIAL TEÓRICO

Para Slack *et al* (2002) a eficiência ocorre quando um sistema operacional utiliza os recursos necessários para uma tarefa. Já Corrêa e Corrêa (2005) imprimem uma visão econômica ao definir o termo como a medida de quão economicamente os custos da organização são utilizados quando promovem determinado nível de satisfação dos clientes e outros grupos de interesse. Deve-se entender que não basta utilizar os recursos de forma adequada, é necessário seu uso racional, conforme Petrônio *et al* (2009) em sua definição: “eficiência é a relação entre o que se obteve (*output*) e o que se consumiu em sua produção (*input*), medidos na mesma unidade”.

De acordo com Lovell (1993), o aumento da eficiência de uma unidade de produção pode ser atribuída a comparação entre os valores observados e ótimos em suas relações insumo-produto. Esta comparação faz-se entre o produto observado e o máximo produto potencial alcançável com os insumos utilizados na operação; ou ainda a utilização do insumo potencial mínimo necessário para produzir dado produto.

Outros autores como Pearson (1993) e Farrell (1957) ainda subdividem a eficiência em quatro grupos: Eficiência Técnica, Econômica, Alocativa e Relativa sendo empregados no estudo os conceitos de eficiência técnica e relativa.

Para Pearson (1993), a eficiência Técnica mede a proximidade entre a quantidade de produto produzida por uma empresa e a quantidade máxima de produtos que aquela empresa poderia gerar, dado o nível de insumos que pratica (ou usando mínima quantidade de insumos suficiente para produzir determinado nível de produto).

Eficiência Relativa, segundo Farrell (1957), é a eficiência de unidades em relação a outras unidades que utilizam os mesmos inputs e outputs e praticam tarefas semelhantes.

Ao considerar a melhor combinação dos recursos em função da operação/objetivo Petrônio *et al* (2009) sugere a equação 1:

$$e = \frac{\text{output}}{\text{input}} \quad (1)$$

Nos terminais de contêineres a eficiência pode ser calculada a partir da utilização dos recursos utilizados na movimentação (equipamentos e infraestrutura) em função da movimentação dos contêineres nos pátios/terminais, dada pela equação 2.

$$\text{Medidas} = \frac{\text{Contêineres movimentados}}{\text{Recursos de movimentação}} \quad (2)$$

3- METODOLOGIA

Com base em Gil (1991), este trabalho foi desenvolvido utilizando pesquisa básica, bibliográfica e documental. A pesquisa básica proporcionou o conhecimento sobre terminais de contêineres e suas operações. Com o levantamento dos dados, utilizando fontes bibliográficas e documentais, surge a necessidade de implementação de técnica para auxílio à decisão multicritério.

Para Gomes *et al* (2004), os métodos de apoio multicritério à decisão, surgem com o intuito de ajudar a resolver problemas para a tomada de decisão, podendo citar algumas vantagens da abordagem multicritério:

- A constituição de uma base de diálogo, utilizando diversos pontos de vista comuns;
- Maior facilidade de incorporar incertezas;
- Enfrentar cada solução como um compromisso de objetivos em conflito.

Segundo Malcsewiski (1999 *apud* Romero, 2006), a tomada de decisão multicritério se divide em duas classes: *Multiobjective Decision Making* (tomada de decisão multiobjetivo) e *Multiattribute Decision Making* (tomada de decisão multiatributo). A primeira classe concentra-se em problemas que possuem objetivos múltiplos, nos quais as alternativas podem adquirir um número infinito de valores; seu objetivo é considerado em uma função de maximização ou minimização com base em variáveis ou atributos considerados. Na segunda o conjunto de alternativas de decisão é formado por um número finito e geralmente pequeno de variáveis; nos problemas de decisão multiatributo, a solução consiste em encontrar a melhor alternativa baseada em seus atributos.

Neste trabalho, adoção de alternativas pré-definidas com base em seus atributos e não há intenção de minimização ou maximização de um objetivo. Portanto, não serão abordados os métodos multiobjetivos.

Os problemas complexos da tomada de decisão são comuns em várias áreas, sendo muitas das vezes resolvidos com base em abstrações, heurísticas e raciocínios dedutivos (Gomes *et al.*, 2004). Com isso, dentre as técnicas para auxílio à decisão com julgamento *a posteriori* pode-se elencar:

Tabela 1: Técnicas de auxílio multicritério discretas

Técnica	Natureza dos dados	Referências	Referências de utilização em	Comentário
GRA	Julgamento somente a posteriori	Deng (1989); Liu e Lin (2006)	Garcia <i>et al</i> (2005); Leal Jr e Garcia (2008); Lo <i>et al</i> (2009)	A GRA (<i>Grey Relational Analysis</i>) é um método utilizado para determinar o grau de relacionamento entre uma observação referencial com observações levantadas, objetivando estabelecer um grau de proximidade com o resultado desejado.
DEA	Julgamento somente a posteriori	Charnes <i>et al</i> (1978)	Silva Neves (2000)	O modelo DEA (<i>Data Envelopment Analysis</i>) consiste de uma abordagem não paramétrica, baseada em programação matemática, que permite comparar as eficiências relativas entre entidades homogêneas que são chamadas unidades de tomada de decisão (DMU- "Decision Making Unit") (Silva Neves, 2000). Originalmente a DEA não foi concebida para fins de análise multicritério, entretanto, Lins e Angulo Meza (2000) apresentam como a técnica pode ser adaptada para tratar essa classe de problema.
TOPSIS	Julgamento somente a posteriori	Hwang e Yoon (1981)	Romero (2006); Krohling e Campanharo (2009);	É uma técnica que permite a ordenação por meio da utilização do conceito de similaridade e é classificado como um método de ranqueamento (Romero 2006).

Fonte: Leal Jr (2009)

O processo de escolha do método de multicritério a ser utilizado como apoio à decisão depende de fatores, tais como: as características do problema, o contexto, a estrutura de preferência do decisor e o tipo de problemática (Almeida e Costa, 2003).

Gomes *et al* (2004) comentam que os problemas complexos de tomada de decisão apresentam, pelo menos, uma das peculiaridades: (1) Critérios de solução que são, no mínimo, dois que conflitam entre si; (2) Tanto os critérios quanto as alternativas não estão claramente definidos e as conseqüências da escolha não são devidamente compreendidas; (3) Os critérios e as alternativas podem estar interligados de forma que um dado critério parece refletir parcialmente outro critério, enquanto a eficácia em optar por uma alternativa específica depende de que outra seja ou não escolhida, no caso das alternativas não serem mutuamente excludentes; (4) A solução do problema depende de um conjunto de pessoas com pontos de vista próprios, muitas das vezes conflitantes; (5) As restrições dos problemas não são bem definidas; (6) Alguns critérios são quantificáveis enquanto outros somente o são por meio dos juízos de valor efetuados sobre uma escala; (7) A escala para um determinado critério pode ser cardinal, verbal ou ordinal, dependendo dos dados disponíveis e da natureza dos critérios.

Os componentes básicos de um problema de decisão multicritério são: decisor, analista, alternativas, modelo, critérios/atributos, pesos e tipos de problema. Segundo Pinheiro e Soares de Melo (2005), em um problema multicritério é necessário determinar de forma explícita qual o objeto da análise, sendo necessária a definição de quatro problemáticas: correta descrição do problema, ordenação, escolha e alocação das classes. Definem-se também as alternativas, os critérios, o método e o decisor.

Para a aplicação proposta neste trabalho, foram levantados dados quantitativos referentes a cada atributo possibilitando aplicação de uma técnica que permita trabalhar com juízos de valor efetuados sobre uma escala para quantificação dos atributos. Também se pretendeu isentar ao máximo possível a avaliação e o subjetivismo, ficando apenas nesse campo a questão da atribuição da importância dos atributos. Com base na tabela 1, todas as técnicas levantadas se enquadram nessa classificação. Em sua função desta adequação, a tabela 2 mostra as vantagens e as desvantagens de cada uma das técnicas de forma a auxiliar a escolha.

Tabela 2: Vantagens e desvantagens da GRA, DEA e TOPSIS

Técnica	Vantagem	Desvantagem
GRA	<ul style="list-style-type: none"> *Evita os efeitos inerentes aos métodos quantitativos convencionais; * É utilizada para analisar o grau de relacionamento de muitas seqüências discretas e selecionar a melhor; * Necessita de uma quantidade limitada de dados (entradas multidados, dados discretos e dados insuficientes) para estimar o comportamento de um sistema incerto; *Apresenta simplicidade na aplicação; 	<ul style="list-style-type: none"> *É necessário ter ter quantificação de atributos; *Poucos fatores são permitidos e podem ser expressos funcionalmente;
DEA	<ul style="list-style-type: none"> *Não há necessidade de converter os dados em uma unidade de medida padrão (Lins e Ângulo Meza, 1999); *Na DEA, é suficiente dispor apenas dos dados os níveis dos inputs e outputs de cada DMU para que a eficiência relativa dela possa ser calculada; *Para a atribuição de pesos aos fatos não há a necessidade de nenhuma informação a priori; *Considerada a possibilidade de que os outliers não representem apenas desvios em relação ao comportamento "médio", mas possíveis benchmarks a serem estudados pelos demais DMUs (Garcia, 2001). 	<ul style="list-style-type: none"> *É recomendável um número de DMUs 3 vezes maior que o número de atributos (Novaes, 2004). Observa-se que esse valor é empírico e não há demonstrações científicas que comprovem isso; *A DEA diferencia os pesos conforme a necessidade da DMU sob análise. Caso um dos atributos contribua mais para que a DMU seja considerada mais eficiente, o peso será majorado em relação a outro que contribua negativamente, podendo ser até igual a zero (Lobianco e Angulo Meza, 2008);
TOPSIS	<ul style="list-style-type: none"> *Apresenta popularidade e simplicidade no conceito (Krohling e Campanharo, 2009); *Modo como aborda um problema de decisão, comparando duas situações hipotéticas: ideal e indesejável (Salomon e Pamplona, 1999). 	<ul style="list-style-type: none"> *Incapacidade para tratar adequadamente incerteza e imprecisão, inerentes ao processo de mapeamento da percepção dos tomadores de decisão; *Os tomadores de decisão poderiam ser incapazes de atribuir valores numéricos a julgamentos de comparação (Krohling e Campanharo, 2009).

Fonte: Leal Jr (2009)

Com base nas informações das tabelas 1 e 2 a Análise Relacional Grey (GRA) foi escolhida para a aplicação deste trabalho, pois, além de se adequar às características do problema de decisão, apresenta como principal vantagem a possibilidade de se trabalhar com quantidade limitada de dados para estimar o comportamento de um sistema incerto. A técnica TOPSIS poderia ser aplicada neste trabalho, entretanto, por preferência do autor, a mesma foi substituída pela GRA. A DEA não foi utilizada em função de sua pouca discriminação em relação às alternativas e devido ao número de DMUs não ser adequado para a aplicação da mesma.

Segundo Wen (2004), a teoria de sistemas Grey, inicialmente, foi proposta por Julong Deng em 1982 com o intuito de evitar problemas inerentes aos métodos estatísticos que possuem uma quantidade limitada de dados para estimar o comportamento de um sistema incerto.

A teoria Grey parte do princípio que existem informações a respeito de um sistema que são “claras” e podem ser medidas e encontradas facilmente, como outras que são cinzentas ou não são bem definidas e incompletas (Prazeres *et al.* 2010). A Análise Relacional Grey (GRA) é utilizada em situações onde há grande variedade de dados de entrada, dados discretos, incertezas e informações insuficientes para a tomada de decisão.

A análise relacional integra a teoria de sistemas Grey (Deng, 1989; Liu e Lin, 2006), sendo um método utilizado para determinar o grau de relacionamento entre uma observação referencial com observações levantadas, objetivando estabelecer um grau de proximidade com o resultado desejado.

Segundo Bischoff (2008), a GRA utiliza a informação do sistema para comparar dinamicamente cada fator quantitativamente, baseado no nível de similaridade e de variabilidade entre todos os fatores para estabelecer a sua relação, sendo um método utilizado para analisar o grau de relacionamento para seqüências discretas.

Conforme Prazeres *et al.* (2010), seja um conjunto de observações $\{x_0^{(o)}, x_1^{(o)}, \dots, x_m^{(o)}\}$, onde $x_0^{(o)}$ é uma observação referencial e $x_1^{(o)}, x_2^{(o)}, \dots, x_m^{(o)}$ são observações originais a serem comparadas. Cada observação x_i possui n medidas que são descritas sob a forma de séries $x_i^{(o)} = \{x_i^{(o)}(k), \dots, x_i^{(o)}(n)\}$, onde cada componente dessa série, antes de qualquer operação, é normalizado da forma a seguir.

Se quanto maior melhor usa-se a equação 3:

$$x'_i(k) = \frac{x_i^{(o)}(k) - \min_{\forall i} (x_i^{(o)}(k))}{\max_{\forall i} (x_i^{(o)}(k)) - \min_{\forall i} (x_i^{(o)}(k))} \text{ para } i: 0..m, \quad k: 1..n \quad (3)$$

Se quanto menor melhor usa-se a equação 4:

$$x'_i(k) = \frac{\max_{\forall i} (x_i^{(o)}(k)) - x_i^{(o)}(k)}{\max_{\forall i} (x_i^{(o)}(k)) - \min_{\forall i} (x_i^{(o)}(k))} \text{ para } i: 0..m, \quad k: 1..n \quad (4)$$

Onde: $x'_i(k)$ é o valor normalizado de uma medida k para uma observação original $x_i^{(o)}$.

A série cujos atributos normalizados são os melhores possíveis e representa o estado desejado para qualquer série é representada por x_0 , sendo os valores da mesma iguais a 1. Essa é uma abordagem que propõe um contorno para os muitos casos em que a medida de referência não é facilmente encontrada ou difícil de ser calculada.

Após a normalização dos dados de cada série, calculam-se os coeficientes relacionais Grey γ , conforme equação 5.

$$\gamma'(x'_0(k), x'_1(k)) = \frac{\min_{\forall i} \min_{\forall k} |x_0(k) - x_i(k)| + \zeta \max_{\forall i} \max_{\forall k} |x_0(k) - x_i(k)|}{x_0(k) - x_1(k) + \zeta \max_{\forall i} \max_{\forall k} |x_0(k) - x_i(k)|} \quad (5)$$

Onde $\zeta \in [0,1]$ assume-se, em geral, o valor de 0,5, sendo útil somente para diferenciar os elementos da série e não influenciando na ordenação final das séries (Deng, 1989).

De acordo com Wen (2004), dentro do intervalo de ζ , pode-se atribuir qualquer valor entre 0 e 1, mas usualmente adota-se 0,5, tornado-se possível demonstrar que a mudança no valor de ζ não altera o *ranking* dos graus de relacionamento Grey, somente o distanciamento entre os itens comparados (Zuo, 1995).

Os coeficientes relacionais expressam a similaridade entre as respectivas medidas associadas a uma série padrão e as séries comparativas, refletindo o quanto cada uma está distante de sua respectiva na série padrão.

Após estabelecidos os coeficientes relacionais Grey, é necessário que se estabeleçam os graus de relacionamento Grey (Γ_i) para cada série (Deng, 1989), conforme equação 6.

$$\Gamma_i = \sum_{k=1}^n \beta_k \gamma_i(x'_0(k), x'_i(k)) \quad (6)$$

Onde β_k é o peso atribuído a cada medida e $\sum_{j=1}^n \beta_k = 1$

Após o cálculo dos graus de relacionamento Grey, ranqueiam-se as seqüências, sendo esse procedimento chamado *Ranking* Relacional Grey.

4- DESENVOLVIMENTO

Para o estudo foram tomados os terminais que fazem parte da ABRATEC, seus recursos de movimentações bem como a quantidade movimentada em 2009, conforme tabela 1.

Tabela 3: Terminais de contêineres, seus atributos e TEU's movimentações em 2009

Terminal	Porto	Conteineres	Porteiner	MHC	Caminhão trator	Semireboque	Reachstackers	Empilhadeiras	RTG	Transteiner ferroviário	Berços	Área total
		[CTN]	[qtd]	[qtd]	[qtd]	[qtd]	[qtd]	[qtd]	[qtd]	[qtd]	[qtd]	[mil m2]
TECON 1	Santos	1.032.000	14	11	0	0	34	5	22	2	4	596.000
TERMINAL 37 - LIBRA	Santos	729.546	7	0	0	0	0	22	20	0	5	380.000
TECONDI	Santos	306.000	3	4	0	0	15	2	6	0	5	105.380
RODRIMAR	Santos	146.880	3	3	18	24	25	17	0	0	2	70.000
LIBRA - TERMINAL 1	Rio de Janeiro	180.392	3	1	24	24	13	19	0	0	2	140.000
MULTIRIO	Rio de Janeiro	179.000	2	3	20	20	16	0	0	0	2	185.000
SEPETIBA TECON	Itaguaí	204.000	4	2	17	12	14	27	2	0	2	400.000
TERMINAL DE VILA VELHA	Vitória	211.387	2	2	16	16	6	15	3	1	2	108.000
TECON RIO GRANDE	Rio Grande	656.358	4	5	32	36	18	29	4	0	2	735.000
TCP - TERMINAL DE CONTÊINERES PARANAGUÁ	Paranaguá e Antonina	627.879	3	1	16	18	2	8	7	7	2	302.800
TECONVI	Itajaí	184.213	3	3	0	0	18	0	0	0	4	180.000
TESC - TERMINAL DE SANTA CATARINA	São Francisco do Sul	10.000	0	4	0	0	10	5	0	0	1	30.000
TERMINAL DE CONTÊINERES DE SUAPE (TECON)	Suape	242.702	4	0	0	0	7	15	4	2	3	290.000
TECON SALVADOR	Salvador	231.908	2	1	20	35	9	20	2	2	2	73.443
CONVICON	Vila do Conde	10.000	0	1	32	32	4	7	0	0	1	100.000

Fonte: Elaboração própria a partir de ABRATEC (2010) e Silva (2010)

Na tabela 3 é possível verificar o *output* referente a movimentação nos terminais de contêineres para o ano de 2009 (em TEU's), e os *inputs* que se referem a quantidade de Porteineres, Guindastes MHC's, Caminhões Trator, Semireboques, Reachstackers, Empilhadeiras, Guindastes RTG's, Transteineres Ferroviários e Berços referentes a cada terminal.

Para a elaboração desta tabela se mostrou necessário levantamento de dados junto a ABRATEC e a trabalhos que anteriormente tratavam do tema como Silva (2010). Após o levantamento dos dados torna-se possível a elaboração de medidas de eficiência para os terminais conforme equação 2.

Tabela 4: Medidas de desempenho

Alternativas	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
	Conteineres/ Porteiner	Conteineres/ MHC	Conteineres/ Caminhão trator	Conteineres/ Semiroboque	Conteineres/ Reachstackers	Conteineres/ Empilhadeiras	Conteineres/ RTG	Conteineres/ Transteiner Ferroviário	Conteineres/ Berços	Conteineres/ Área total
	[TEU's]/[qtd]	[TEU's]/[qtd]	[TEU's]/[qtd]	[TEU's]/[qtd]	[TEU's]/[qtd]	[TEU's]/[qtd]	[TEU's]/[qtd]	[TEU's]/[qtd]	[TEU's]/[qtd]	[TEU's]/[mil m2]
TECON 1	73.714	93.818	103.200.000	103.200.000	30.353	206.400	46.909	516.000	258.000	2
TERMINAL 37 - LIBRA	104.221	72.954.600	72.954.600	72.954.600	72.954.600	33.161	36.477	72.954.600	145.909	2
TECONDI	102.000	76.500	30.600.000	30.600.000	20.400	153.000	51.000	30.600.000	61.200	3
RODRIMAR	48.960	48.960	8.160	6.120	5.875	8.640	14.688.000	14.688.000	73.440	2
LIBRA - TERMINAL 1	60.131	180.392	7.516	7.516	13.876	9.494	18.039.200	18.039.200	90.196	1
MULTIRIO	89.500	59.667	8.950	8.950	11.188	17.900.000	17.900.000	17.900.000	89.500	1
SEPETIBA TECON	51.000	102.000	12.000	17.000	14.571	7.556	102.000	20.400.000	102.000	1
TERMINAL DE VILA VELHA	105.694	105.694	13.212	13.212	35.231	14.092	70.462	211.387	105.694	2
TECON RIO GRANDE	164.090	131.272	20.511	18.232	36.464	22.633	164.090	65.635.800	328.179	1
TCP - TERMINAL DE CONTÊINERES PARANAGUÁ	209.293	627.879	39.242	34.882	313.940	78.485	89.697	89.697	313.940	2
TECONVI	61.404	61.404	18.421.300	18.421.300	10.234	18.421.300	18.421.300	18.421.300	46.053	1
TESC - TERMINAL DE SANTA CATARINA	4.208.500	10.521	4.208.500	4.208.500	4.209	8.417	4.208.500	4.208.500	42.085	1
TERMINAL DE CONTÊINERES DE SUAPE (TECON)	60.676	24.270.200	24.270.200	24.270.200	34.672	16.180	60.676	121.351	80.901	1
TECON SALVADOR	115.954	231.908	11.595	6.626	25.768	11.595	115.954	115.954	115.954	3
CONVICON	2.877.500	28.775	899	899	7.194	4.111	2.877.500	2.877.500	28.775	0

Fonte: Elaboração própria

Após a criação das medidas de eficiência, a seguinte etapa é a normalização dos dados, conforme equação 3. Consequente a normalização dos dados é possível o cálculo do coeficiente relacional Grey, utilizando a equação 5 e adotando $\zeta = 0,5$. Com os coeficientes devidamente calculados é possível a atribuição de pesos às medidas. Neste caso utilizou-se o mesmo peso considerando que cada uma delas possui a mesma importância. Ao final desta etapa pôde-se criar o *Ranking* Relacional Grey, adotando-se o grau de relacionamento Grey como a eficiência dos terminais, conforme figura 1.

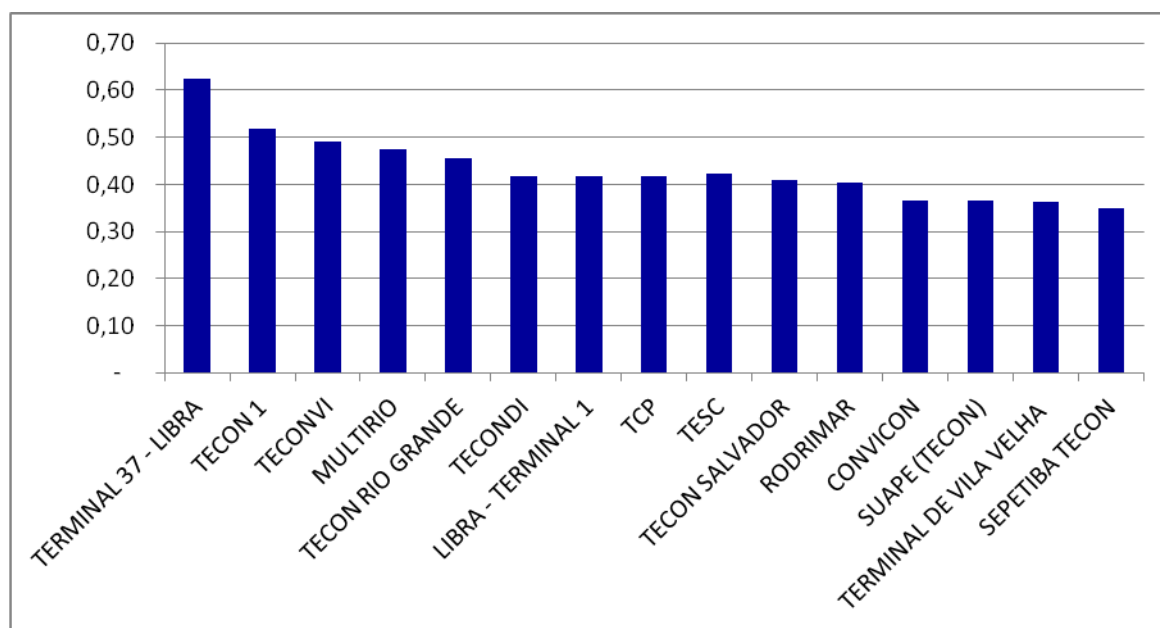


Figura 1: Ranking relacional Grey para eficiência em terminais de contêineres.

Fonte: Elaboração própria

Verifica-se, com base na tabela 1 e figura 1, que a eficiência do terminal não está somente ligada a sua demanda de movimentações, porém, este dado possui grande influência no resultado. Isso é possível observar se considerado que os três terminais que mais movimentaram contêineres em 2009 (TECON -1 e

Terminal 37- Libra, ambos localizados em Santos e Tecon Rio Grande em Rio Grande) estão também entre os líderes em eficiência.

Para a análise de eficiência dos terminais se mostram necessárias a compreensão dos equipamentos e infraestrutura do terminal em relação a sua capacidade de movimentação. A maior eficiência só será revelada com a melhor alocação dos recursos em prol de uma movimentação.

Em função desta afirmativa considerou-se o exemplo de um terminal que hoje não é eficiente, em função de sua capacidade ociosa, ter sua eficiência alterada positivamente em resposta ao aumento de sua demanda. O terminal Sepetiba Tecon apresenta-se como o de menor eficiência, sendo sua movimentação de 204 mil TEUs no ano de 2009 inferior a sua capacidade nominal de movimentação que é de 500 mil TEUs (Portal Naval, 2006).

Atribuindo sua capacidade nominal total como sua suposta movimentação e aplicando-se todo o procedimento para a apuração do *ranking*, sua colocação passará a 12ª posição, conforme figura 2.

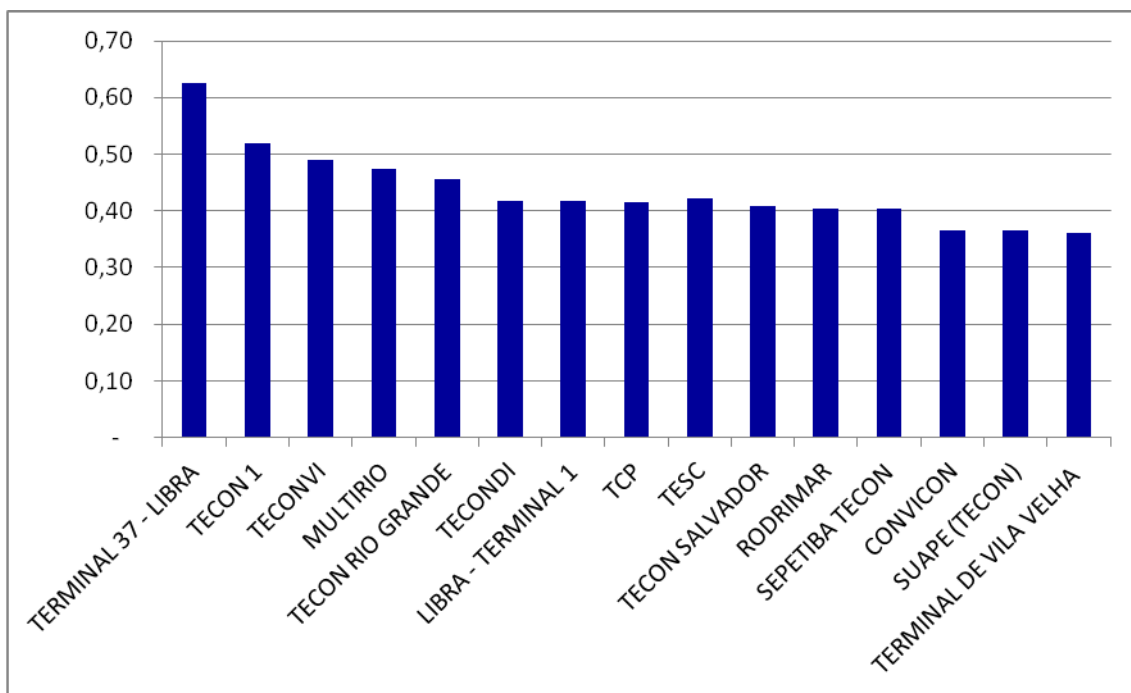


Figura 2: Sepetiba Tecon - demanda igual a capacidade nominal

Fonte: Elaboração própria

Com a atribuição de pesos na análise relacional Grey pode-se considerar um elemento da operação como de maior ou menor importância perante os demais, porém no estudo dos terminais de contêineres essa diferenciação não foi aplicada. Para esta avaliação todos os equipamentos com a estrutura do terminal exercem a mesma importância.

Acredita-se que com o levantamento das demandas anteriores, assim como, a criação de cenários levando em conta o perfil de crescimento do mercado pode-se alterar essa eficiência em função da melhor alocação dos ativos, novas técnicas e demandas.

5- CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E PROPOSIÇÕES PARA NOVOS ESTUDOS

A utilização da Análise Relacional Grey como ferramenta para criação do *ranking* dos terminais públicos de contêineres auxiliou na constatação que os terminais apresentam resultados discrepantes a cerca de suas eficiências.

Em resposta aos problemas em questão, (1) Qual a configuração estrutural, atual, dos terminais de contêineres brasileiros? (2) Se comparados, quais os mais eficientes? Pode-se concluir que:

Segundo a ABRATEC (2012) e fontes dos referidos terminais de contêineres, as atuais configurações contam com infraestrutura e equipamentos capazes de satisfazer a atual demanda.

Um fator importante que se deve apontar é que os terminais que apresentam maior eficiência atualmente não necessariamente possuem maior demanda e/ou menor número de equipamentos, mas sim a melhor combinação destes recursos a fim de gerar maior coeficiente, assim, os mais eficientes são os que melhor alocam seus ativos em função de sua demanda atual, porém no futuro essa configuração poderá alterar-se em função de suas demandas e gargalos na operação.

Ao se tomar como teste a ampliação da demanda do terminal Sepetiba Tecon, último colocado em eficiência em relação aos demais, para o valor de sua atual capacidade nominal - sem aquisição de novos equipamentos ou obras de infraestrutura - pode-se notar que sua posição ascende em três postos no *ranking*, o que justifica a melhor alocação de equipamentos em prol de uma maior demanda.

Com isso a relevância do trabalho se apresenta de forma notória, posto que, servirá como base de dados para elaboração de novas pesquisas focadas na eficiência dos terminais de contêineres brasileiros, uma vez que na elaboração das informações revelou-se de grande importância a opinião de especialistas no assunto, com vistas aos terminais de forma a conferir maior confiabilidade à pesquisa.

Como proposições para novos estudos pode-se assumir os quinze terminais de contêineres públicos brasileiros, subdividindo-os em três grupos: Grupo A- terminais com eficiência maior ou igual a 0,5; Grupo B- terminais com eficiência entre 0,4 e 0,5; e Grupo C- terminais com eficiência inferior a 0,4. Esta estratificação poderá ser utilizada em uma possível identificação dos aspectos comuns a cada um dos grupos e possíveis relações.

Outra proposição seria a projeção da demanda de cada um dos terminais, ao limite de suas capacidades nominais, a fim de avaliar as eficiências máximas com a utilização dos atuais recursos.

O presente artigo limita-se a utilização de dados do ano de 2009, uma vez que no decorrer dos procedimentos a configuração dos terminais poderá sofrer alterações.

Agradecimentos

Agradecemos as sugestões de todos os interessados e o apoio do CNPQ e da FAPERJ.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRATEC (2012a) *Desempenhos*. Associação Brasileira de Terminais de Contêiner de Uso Público. Disponível em: <<http://www.abratec-terminais.org.br/desempenho>>. Acesso em: 19/01/2012.
- ANTAQ (2012b) *Movimentação de cargas nos portos*. Agência Nacional de Transporte Aquaviário. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/Portal/Frota/ConsultarTotalGeralCarga.aspx>>. Acesso em: 17/01/2012.
- ANTAQ (2012c) *Movimentação contêineres*. Agência Nacional de Transporte Aquaviário. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/Portal/DesempenhoPortuario/Index.asp>>. Acesso em: 19/01/2012.
- ANTAQ (2012d) *Porto de Itaguaí*. Agência Nacional de Transporte Aquaviário. Disponível em: <www.antaq.gov.br/portal/pdf/Portos/Itaguaui.pdf>. Acesso em: 20/01/2012.
- ANTAQ (2011) *Principais portos brasileiros*. Agência Nacional de Transporte Aquaviário. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/Portal/Default.asp>>. Acesso em: 29/12/2011.
- Bischoff, E. (2008) *Estudo da utilização de algoritmos genéticos para seleção de redes de acesso*. Dissertação de Mestrado. p.142., Universidade de Brasília, Brasília.
- CEBR (2011) *Centre for Economics and Business Research*. Disponível em: <<http://www.portugues.rfi.fr/brasil/20111226-brasil-e-sexta-economia-mundial-diz-instituto-britanico>>. Acesso em: 31/01/12.
- Deng, J. (1989) Introduction to Grey system theory. *Journal of Grey Systems*, v.1, p.1-24.
- Farrell, M. J. (1957) The Measurement of production efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, Series A. part III, p. 253-290.
- Gomes, L. F. A. M., Araya, M. C. G. e Carignano, C. (2004), Tomada de decisões em cenários complexos: intrpdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão. São Paulo: Pioneiro Thomson Learning.
- Leal Junior, I. C. (2009) Método de escolha modal para transporte de produtos perigosos com base em medidas de ecoeficiência. Tese doutorado. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE.
- LIBRA (2012) *Infraestrutura*. Disponível em: <http://www.terminalrio.com.br/infraestrutura.aspx>. Acesso em: 21/05/2012.
- Liu, S e Lin, Y. (2006) *Grey information: theory and practical applications*. Springer, London.
- Lovvell, C. A.; Fried H. O.; C. A. Schmidt. (1993) *Production Frontiers and productive efficiency*. The Measurement of Productive Efficiency –Techniques and Applications. Oxford: Oxford University Press p. 3-67.
- MULTIRIO (2012) *Estrutura*. Disponível em: http://www.multiterminais.com.br/e_multirio.html. Acesso em: 21/05/2012.
- Petrônio, G. M. e Laugeni F. P. (2009) Administração da produção. 2. Ed. rev. Atual. – Saraiva – São Paulo, 2009.
- Prazeres T. F.; Leal Junior I. C.; P. A. A. Garcia (2010) Análise Relacional Grey e Método de Análise Hierárquica: Um estudo comparativo aplicando ao caso de movimentação e armazenagem de material siderúrgico. *VII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia*. V.1, p. 1-7.
- PORTO NAVAL (2012) *Sepetiba Tecon amplia capacidade*. Disponível em: <<http://www.portalnaval.com.br/noticia/25174/sepetiba-tecon-amplia-capacidade>>. Acesso em: 14/05/2012.
- Rearson, Kate. (1993) Data envelopment analysis: na explanation. Bureau of Industry Economics, n.83, p.1-44,
- Rodrigues, R. A. C. (2007). Modernização portuária e rede logística – o porto de Sepetiba /Itaguaí como vetor de desenvolvimento do território fluminense. – Rio de Janeiro: UFRJ/CCMN.
- RODRIMAR (2012) *Instalações operacionais*. Disponível em: <http://www.rodrimar.com.br/instalacoes-operacionais>. Acesso em: 21/05/2012.

Romero, B. de C. (2006) *Análise da localização de plataformas logísticas: aplicação do caso do ETSP- Entrepasto Terminal São Paulo da GEAGESP*. Dissertação de mestrado, USP, São Paulo.

SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, ENERGIA, INDÚSTRIA E SERVIÇOS (2007) *Os impactos regionais do PAC no estado do Rio de Janeiro*. Disponível em: < www.corecon-rj.org.br/ced/exposicao_dulce_seminario_pac.ppt>. Acesso em: 20/01/2012.

SEP/PR (2012) *Programa de Aceleração do Crescimento*. Secretaria Especial de Portos – Presidência da República. Disponível em: <<http://www.portosdobrasil.gov.br/programas-e-projetos/pac/PAC>>. Acesso em: 23/01/2012.

SEPETIBA TECON (2012) *O porto de Sepetiba- RJ*. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/57605252/32/%E2%80%93-Porto-de-Sepetiba-RJ>. Acesso em 21/05/2012.

Silva, E. L. e E. M. Menezes (2001) *Metodologia de pesquisa e elaboração de dissertação*. 3. ed. rev. Atual. – Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC.

Silva, S. D. (2010) *A utilização de jogos de empresa como instrumento pedagógico de apoio* – Rio de Janeiro: UFRJ

TECONDI (2012) *Tecnologia e equipamentos*. Disponível em: < <http://www.tecondi.com.br/estrutura-e-tecnologia/tecnologia-e-equipamentos>>. Acesso em 21/05/2012.

TECONVI (2012) *Estrutura*. Disponível em: <<http://www.apmterminals.com.br/estrutura>>. Acesso em 21/05/2012.

TESC (2012) *Infraestrutura*. Disponível em: <http://www.santosbrasil.com.br/pt-br/unidades-de-negocios/tecon-imituba/infraestrutura>>. Acesso em 21/05/2012

Wen, K. (2004) *Grey Systems: Modeling and Prediction*. Printed in USA by Yang's Scientific Press. ISBN 0-9721212-7-7.

Renata Ribeiro Fonseca (renata.ribeiro@pet.coppe.ufrj.br)

Ilton Curty Leal Junior (ilton@pet.coppe.ufrj.br)

Programa de Engenharia de Transportes (COPPE/UFRJ)

Centro de Tecnologia, Bloco H - Cidade Universitária, CEP 21.949-900, Rio de Janeiro, RJ