



EFICIÊNCIA OPERACIONAL DOS PORTOS BRASILEIROS: FATORES RELEVANTES – ESTUDO DE CASO

Carlos Francisco Simões Gomes^a; Julia Pereira Carneiro Dos Santos^b; Helder Gomes Costa^a

^a Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, RJ, Brasil - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção

^b Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais (IBMEC), Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Resumo

O conhecimento dos fatores que influenciam a eficiência operacional portuária brasileira pode ser de grande valor para orientar planos de investimento no sistema de transporte aquaviário. Para identificar as variáveis mais relevantes desse sistema, é proposta a correlação simples de quatro fatores – frequência de navios, consignação média, prancha média e tempo médio de espera – com quantidades anuais movimentadas de insumos significativos à balança comercial e pauta de exportações do Brasil – minério de ferro, coque de petróleo, bauxita, farelo de soja e açúcar a granel. Os dados estatísticos utilizados para a confecção do presente trabalho foram reunidos pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) durante os anos de 2008 e 2009. Conclui-se que cada produto apresentou uma matriz diferente de correlações e, o que é significativo, a análise apontou que apenas o fator tempo de espera não demonstrou correlação com nenhuma tonelagem movimentada em 2008 e 2009. Essa conclusão se mostra relevante porque mostra a necessidade de planos de investimentos customizados por insumo e informa que a variável tempo de espera poderia ser desprezada em tais planos sob condições semelhantes às dos cenários expostos neste artigo.

Palavras-Chave: Eficiência Operacional, Portos Brasileiros.

Abstract

The knowledge of factors that have influence over the operational efficiency of the Brazilian ports may be of great value to orientate the investment plans on the waterway transport system. To identify the most relevant variables of this system, it is proposed the simple correlation between four factors - vessel's frequency, average consignment, loading/discharging rate and average waiting time – with the annual loaded / discharged tonnage of inputs that are significant to the trade balance and the exports of Brazil - iron ore, petroleum coke, bauxite, soybean meal and bulk sugar. The statistical data used for this study was gathered by the National Agency for Waterway Transportation (ANTAQ) during 2008 and 2009. It was concluded that each product showed a different matrix of correlations and, what is significant, the analysis indicated that only the factor waiting time did not show correlation with any processed tonnage in 2008 and 2009. This conclusion becomes relevant, because it shows the necessity of investment plans customized by input and informs that the variable waiting time could be neglected in these plans under similar conditions as to the exposed scenarios of this paper.

Keywords: Operational Efficiency, Brazilian Ports.

1. INTRODUÇÃO

1.1. O sistema portuário brasileiro

O transporte marítimo brasileiro, embora não seja o principal modal da matriz de transportes do país – dependente do rodoviário – apresenta diversas características importantes que indicam que seu uso seja

intensificado: baixo custo, riscos menores se comparados com os enfrentados nas estradas (incluindo menos avarias e roubos), pontualidade nas entregas, boa estrutura de armazenagem e controle das informações por meio de rastreamento (desde a coleta até a chegada da mercadoria ao destino final), a extensão da costa brasileira, etc. Essas vantagens justificam um maior investimento e participação desse modal na matriz.

Gomes et Ribeiro (2013) salientam que o transporte brasileiro ainda é dependente de forma exagerada do modal



rodoviário, o segundo mais caro, atrás do aéreo, sendo responsável por 58% da carga transportada (t/km).

O transporte hidroviário é utilizado principalmente para graneis líquidos, produtos químicos, areia, carvão, cereais e bens de alto valor, e pode ser dividido em três formas de navegação: cabotagem – navegação realizada entre portos ou pontos do território brasileiro, utilizando a via marítima ou entre esta e as vias navegáveis interiores –, navegação interior – realizada em hidrovias interiores, em percurso nacional ou internacional – e navegação de longo curso – realizada entre portos brasileiros e estrangeiros (RIBEIRO *et al.*, 2011).

Um porto é um elo da cadeia de transporte que tem a função de promover a integração entre sociedades que possuem bens diferentes e, com isso, movimentar a economia global. Os portos são elementos de suma importância para a economia de um país, pois são as principais portas de entrada e saída do comércio exterior, uma vez que é ponto de passagem de boa parte das mercadorias. A utilização de técnicas para medir a eficiência de empresas vem cada vez mais evoluindo com a solicitação de dados confiáveis para o devido fim (SOUZA JUNIOR *et al.*, 2008).

Apesar dos benefícios citados, a participação do transporte hidroviário na matriz de transportes brasileira é de somente 13%, segundo o Plano Nacional de Logística de Transportes (PNLT) de 2010. A cabotagem, em particular, foi preterida durante muito tempo em relação a outros transportes principalmente devido à ineficiência operacional e aos altos custos dos portos públicos brasileiros (FILHO *et al.*, 2011). Os portos vêm sendo negligenciados quanto a sua capacidade de processamento e os investimentos em ampliação não acompanham a crescente demanda, o que gera um estresse muito grande do fluxo logístico.

Com a evolução dos navios, que podem transportar cada vez uma maior quantidade de cargas, surge a necessidade de construção, melhoramento e manutenção de píers, píeres, dragagens, para proporcionar melhor eficiência.

Segundo NETO *et al.* (2009), outro problema a ser destacado é o enfrentado pelos usuários do sistema portuário brasileiro em relação ao tempo médio de espera para atracação. Para navios de contêineres, este prazo caiu entre 2006 e 2007 de 13,5 horas para 9 horas por navio. Em termos de graneis, a espera é muito maior: em 2007, a média nacional para os diversos graneis sólidos era de 54 horas/navio. A situação chega aos extremos no porto de Paranaguá, por exemplo, para o qual o tempo de espera para o transbordo chega a 389 horas/navio (aproximadamente 16 dias de espera). Quanto ao transbordo de carga geral, os tempos médios de espera são ainda mais graves, chegando a 244 horas/navio no cais público de Maceió.

Contudo, pode-se dizer que em 2007 se iniciou a segunda onda de investimentos privados no setor, depois dos arrendamentos da década de 1990. Com tais investimentos realizados pelos arrendatários em equipamentos e melhorias na infraestrutura, a produtividade dos terminais está aumentando. Além disso, a concorrência entre e intraportos pressiona a redução de preços. A tendência à criação de pólos concentradores e distribuidores de cargas também estimula o crescimento da cabotagem. Portos concentradores para o comércio exterior (“*hub ports*”) têm como premissa a existência da cabotagem, modo pelo qual a carga é redistribuída, além de tarifas competitivas e eficiência operacional (CAVALCANTI *et al.*, 2005). O PAC prevê investimentos para o sistema portuário de R\$ 2,66 bilhões (em 2007 – R\$ 684 milhões; de 2008 a 2010 – R\$ 1,98 bilhão) para os portos selecionados ao longo do programa (PAC, 2007). Esses são indícios de um maior investimento no modal marítimo brasileiro, o que deve levar ao aumento de sua participação e importância na matriz em alguns anos.

1.2. Objetivo do estudo

A eficiência de um porto pode ser medida pela tonelagem processada anualmente nas operações de carregamento ou descarga (DE OLIVA, 2008). Portos mais eficientes são capazes de processar ou movimentar maior tonelagem (GOMES e RIBEIRO, 2013).

O objetivo deste trabalho é analisar alguns fatores que podem contribuir para maior eficiência dos portos brasileiros e, dessa forma, apontar, considerando os fatores estudados, para onde os investimentos devem ser direcionados. Para este estudo, buscar-se-á verificar se existe uma correlação entre Frequência de navios, Consignação média, Prancha média e Tempo médio de espera. Serão utilizados os dados estatísticos disponíveis para fazer estudar esta possível correlação.

Gomes e Gomes (2012) definem decisão como a escolha entre alternativas aonde existem critérios conflitantes. O decisor nunca terá todos os recursos disponíveis; face a isto, este estudo buscará apoiar o decisor indicando quais fatores podem dar maior contribuição.

2. METODOLOGIA

2.1. Hipóteses

Para atingir o objetivo do presente trabalho, foi feita a análise da correlação entre a tonelagem processada de determinados produtos nos portos brasileiros e as seguintes variáveis:

1. Frequência de navios – sendo o número de navios por ano;
2. Consignação média – sendo a tonelagem média carregada por navio;



3. Prancha média – sendo a tonelagem média carregada ou descarregada por dia;
4. Tempo médio de espera – sendo o número médio de horas que os navios esperam para atracar no porto.

Foram identificadas quatro hipóteses que carecem de confirmação:

Hipótese 1: A frequência média de navios tem uma correlação positiva com a quantidade carregada anual;

Hipótese 2: A consignação média dos navios tem uma correlação positiva com a quantidade carregada anual;

Hipótese 3: A prancha média tem uma correlação positiva com a quantidade carregada anual;

Hipótese 4: O tempo médio de espera tem uma correlação negativa com a quantidade carregada anual.

Também buscou-se verificar qual dos quatro fatores (se algum) tem a correlação mais forte com a quantidade processada anual, podendo ser considerado o mais importante para a eficiência operacional daquele insumo.

2.2. Método Matemático Utilizado

Em estudos e pesquisas, é frequente a procura de uma relação entre duas ou mais variáveis para saber se

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} * \sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2}}$$

Coefficiente de correlação de Pearson, também chamado de “coeficiente de correlação produto-momento” ou simplesmente de “r de Pearson” mede o grau da correlação (e a direção dessa correlação - se positiva ou negativa) entre duas variáveis de escala métrica (intervalar ou de razão).

Sendo que:

- **n** representa o número de pares de dados presentes;
- **Σ** denota a adição dos itens indicados;
- **Σx** denota a soma de todos os valores de x;
- **Σx²** denota a elevação ao quadrado de cada valor de x e soma dos resultados;
- **(Σx)²** denota a soma de todos os valores de x e elevação do total ao quadrado;
- **Σxy** indica a multiplicação de cada valor de x pelo valor correspondente de y e então a soma de todos esses produtos;
- **r** representa o coeficiente de correlação linear para uma amostra.

as alterações sofridas por uma são acompanhadas por alterações nas outras. O objeto do estudo da correlação é a verificação da existência e do grau de relação entre as variáveis. Diz-se que existe *correlação* entre duas ou mais variáveis quando as alterações sofridas por uma delas são acompanhadas por modificações nas outras.

A correlação revela se existe uma *relação funcional* entre uma variável e as restantes. O coeficiente de correlação, como a covariância, é uma forma de medir até que ponto as variáveis de medida “se movem juntas”. Diferente da covariância, o coeficiente de correlação é escalonado de modo que seu valor seja independente das unidades em que as duas variáveis de medida são expressas (STEVENSON, 2001).

Os pré-requisitos para o cálculo são:

- A amostra de dados emparelhados (x, y) deve ser aleatória;
- Os pares de dados (x, y) devem ter uma distribuição normal bivariada;
- Os dados devem provir de observações realizadas em condições semelhantes.

E a fórmula da correlação linear simples é conforme abaixo:

Os resultados da correlação linear variam entre -1 (sendo a correlação linear negativa perfeita entre x e y) e +1 (correlação linear positiva perfeita entre x e y). O valor zero indica que não há correlação entre as variáveis.

Considerando isso, a escala adotada no presente estudo para a classificação dos resultados se encontra na Tabela 1:

Correlação	Classificação
Até 0,59	Inexistente*
Entre 0,60 e 0,69	Fraca
Entre 0,70 e 0,74	Média
Acima de 0,75	Forte

* não existe uma equivalência matemática que possa assegurar a correlação

Tabela 1 – Escala para classificação das correlações encontradas

2.3. Dados Estatísticos

Conforme indicado pelo Anuário Estatístico da ANTAQ de 2012, as sete principais mercadorias movimentadas no país representam aproximadamente 81% do total geral, como mostra a Gráfico 1:



Mercadorias – participação em %

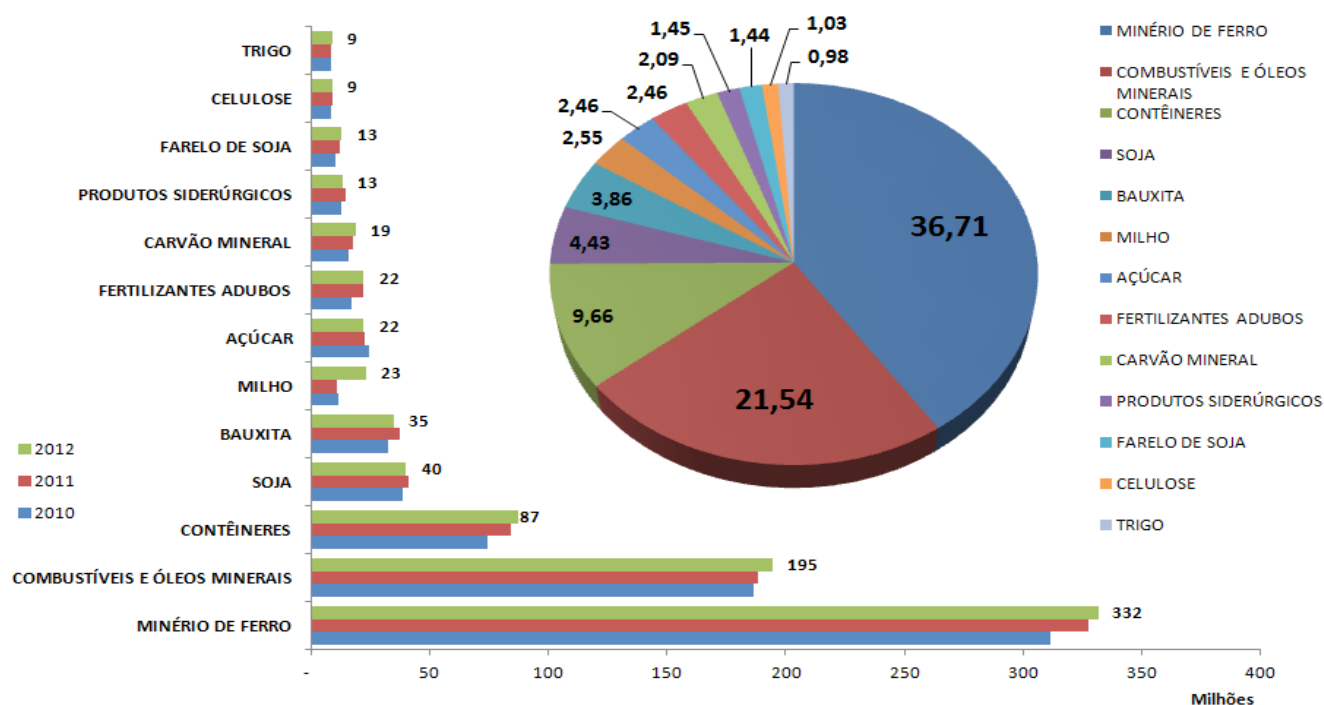


Gráfico 1 – Principais mercadorias movimentadas no país

Fonte: Anuário Estatístico ANTAQ 2012

Com base nessa estatística, podem ser selecionados cinco dos produtos mais representativos para testar as hipóteses de correlação linear entre as variáveis citadas e a tonelagem movimentada, verificando, portanto, os significativos para a eficiência operacional. Sendo assim, as mercadorias selecionadas foram: minério de ferro, coque de petróleo (representando os combustíveis, óleos minerais e produtos da sua destilação), farelo de soja (representando a soja), bauxita e açúcar a granel (representando o açúcar).

A soja (soja em grão) constitui-se numa das mais importantes *commodities* nacionais. A soja é o produto

agrícola que mais gera volume (em toneladas) de exportação para o Brasil, exigindo bastante da estrutura logística do país (PONTES *et al.*, 2009).

Ainda utilizando as informações da ANTAQ, os dados referentes aos produtos e fatores analisados provêm do Relatório Técnico 2010 – contendo indicadores de desempenho operacional de 2009 e 2010. O Gráfico 2 mostra o tamanho em toneladas das exportações e importações Brasileiras.

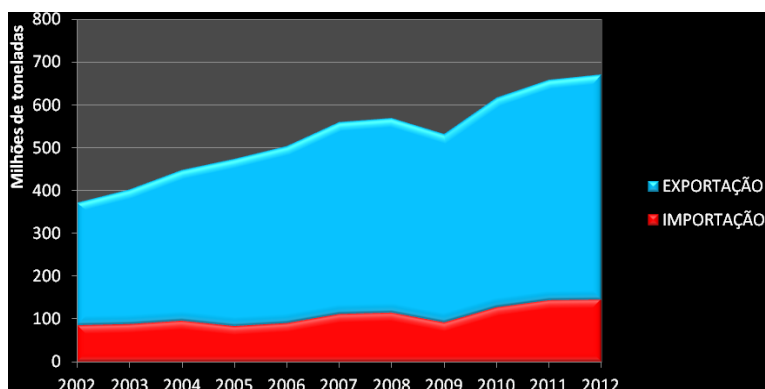


Gráfico 2 – Movimentação em Toneladas das importações e exportações brasileiras

Fonte: Anuário Estatístico ANTAQ 2012



3. RESULTADOS

Este estudo foi inicialmente feito para os anos 2008 e 2009, e posteriormente atualizado para os anos 2010, 2011, e 2012.

Será apresentado o estudo inicial, Tabelas 2 a 19, e o estudo posterior a partir da Tabela 20. As Tabelas 2 a 19 possuem como fonte o Anuário Estatístico ANTAQ 2010. A Tabela 20 possui como fonte o Anuário Estatístico ANTAQ 2012.

Ano 2008				
Produtos / Fatores	Frequência Navios	Consignação Média	Prancha Média	Tempo Espera
Minério de Ferro	0,22	0,64	0,76	0,42
Coque de Petróleo	0,83	0,32	0,48	0,26
Farelo de Soja	0,29	0,02	-0,04	0,32
Bauxita	0,70	0,59	0,69	-0,01
Açúcar a granel	0,51	0,44	0,44	0,21

Tabela 2 – Correlações entre as quantidades carregadas e os fatores operacionais no ano de 2008

Ano 2009				
Produtos / Fatores	Frequência Navios	Consignação Média	Prancha Média	Tempo Espera
Minério de Ferro	0,21	0,72	0,77	0,48
Coque de Petróleo	0,7	0,34	0,35	0,22
Farelo de Soja	0,33	0,34	0,31	0,22
Bauxita	0,73	0,58	0,69	-0,35
Açúcar a granel	0,49	0,29	0,33	0,27

Tabela 3 – Correlações entre as quantidades carregadas e os fatores operacionais no ano de 2009

Anos 2008 e 2009				
Produtos / Fatores	Frequência Navios	Consignação Média	Prancha Média	Tempo Espera
Minério de Ferro	0,21	0,65	0,73	0,41
Coque de Petróleo	0,78	0,31	0,4	0,26
Farelo de Soja	0,28	0,18	0,12	0,27
Bauxita	0,62	0,5	0,59	-0,14
Açúcar a granel	0,48	0,35	0,36	0,24

Tabela 4 – Correlações entre as quantidades carregadas e os fatores operacionais nos anos de 2008 e 2009

Assim, podemos classificar as correlações da seguinte forma:

Minério de Ferro

Considerando os dados do minério de ferro, os resultados obtidos para cada fator operacional e suas classificações estão indicados nas Tabelas 5, 6 e 7:

Minério de Ferro (2008)				
	Frequência Navios	Consignação Média	Prancha Média	Tempo Espera
Correlação	0,22	0,64	0,76	0,42
Classificação	Inexistente	Fraca	Forte	Inexistente

Tabela 5 – Correlações entre a quantidade carregada e os fatores operacionais em 2008 para o minério de ferro



Minério de Ferro (2009)				
	Frequência Navios	Consignação Média	Prancha Média	Tempo Espera
Correlação	0,21	0,72	0,77	0,48
Classificação	Inexistente	Média	Forte	Inexistente

Tabela 6 – Correlações entre a quantidade carregada e os fatores operacionais em 2009 para o minério de ferro

Minério de Ferro (2008 e 2009)				
	Frequência Navios	Consignação Média	Prancha Média	Tempo Espera
Correlação	0,21	0,65	0,73	0,41
Classificação	Inexistente	Fraca	Média	Inexistente

Tabela 7 – Correlações entre a quantidade carregada e os fatores operacionais em 2008 e 2009 para o minério de ferro

Coque de Petróleo

Considerando os dados do coque de petróleo, os resultados obtidos para cada fator operacional e suas classificações estão indicados nas Tabelas 8, 9 e 10:

Coque de Petróleo (2008)				
	Frequência Navios	Consignação Média	Prancha Média	Tempo Espera
Correlação	0,83	0,32	0,48	0,26
Classificação	Forte	Inexistente	Inexistente	Inexistente

Tabela 8 – Correlações entre a quantidade carregada e os fatores operacionais em 2008 para o coque de petróleo

Coque de Petróleo (2009)				
	Frequência Navios	Consignação Média	Prancha Média	Tempo Espera
Correlação	0,70	0,34	0,35	0,22
Classificação	Média	Inexistente	Inexistente	Inexistente

Tabela 9 – Correlações entre a quantidade carregada e os fatores operacionais em 2009 para o coque de petróleo

Coque de Petróleo (2008 e 2009)				
	Frequência Navios	Consignação Média	Prancha Média	Tempo Espera
Correlação	0,78	0,31	0,40	0,26
Classificação	Forte	Inexistente	Inexistente	Inexistente

Tabela 10 – Correlações entre a quantidade carregada e os fatores operacionais em 2008 e 2009 para o coque de petróleo

Farelo de Soja

Considerando os dados do farelo de soja, os resultados obtidos para cada fator operacional e suas classificações estão indicados nas Tabelas 11, 12 e 13:

Farelo de Soja (2008)				
	Frequência Navios	Consignação Média	Prancha Média	Tempo Espera
Correlação	0,29	0,02	-0,04	0,32
Classificação	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente

Tabela 11 – Correlações entre a quantidade carregada e os fatores operacionais em 2008 para o farelo de soja



Farelo de Soja (2009)				
	Frequência Navios	Consignação Média	Prancha Média	Tempo Espera
Correlação	0,33	0,34	0,31	0,22
Classificação	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente

Tabela 12 – Correlações entre a quantidade carregada e os fatores operacionais em 2009 para o farelo de soja

Farelo de Soja (2008 e 2009)				
	Frequência Navios	Consignação Média	Prancha Média	Tempo Espera
Correlação	0,28	0,18	0,12	0,27
Classificação	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente

Tabela 13 – Correlações entre a quantidade carregada e os fatores operacionais em 2008 e 2009 para o farelo de soja

Bauxita

Considerando os dados da bauxita, os resultados obtidos para cada fator operacional e suas classificações estão indicados nas Tabelas 14, 15 e 16:

Bauxita (2008)				
	Frequência Navios	Consignação Média	Prancha Média	Tempo Espera
Correlação	0,70	0,59	0,69	-0,01
Classificação	Média	Inexistente	Fraca	Inexistente

Tabela 14 – Correlações entre a quantidade carregada e os fatores operacionais em 2008 para a bauxita

Bauxita (2009)				
	Frequência Navios	Consignação Média	Prancha Média	Tempo Espera
Correlação	0,73	0,58	0,69	-0,35
Classificação	Média	Inexistente	Fraca	Inexistente

Tabela 15 – Correlações entre a quantidade carregada e os fatores operacionais em 2009 para a bauxita

Bauxita (2008 e 2009)				
	Frequência Navios	Consignação Média	Prancha Média	Tempo Espera
Correlação	0,62	0,50	0,59	-0,14
Classificação	Fraca	Inexistente	Inexistente	Inexistente

Tabela 16 – Correlações entre a quantidade carregada e os fatores operacionais em 2008 e 2009 para a bauxita

Açúcar a granel

Considerando os dados do açúcar a granel, os resultados obtidos para cada fator operacional e suas classificações estão indicados nas Tabelas 17, 18 e 19:

Açúcar a Granel (2008)				
	Frequência Navios	Consignação Média	Prancha Média	Tempo Espera
Correlação	0,51	0,44	0,44	0,21
Classificação	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente

Tabela 17 – Correlações entre a quantidade carregada e os fatores operacionais em 2008 para o açúcar a granel



Açúcar a Granel (2009)				
	Frequência Navios	Consignação Média	Prancha Média	Tempo Espera
Correlação	0,49	0,29	0,33	0,27
Classificação	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente

Tabela 18 – Correlações entre a quantidade carregada e os fatores operacionais em 2009 para o açúcar a granel

Açúcar a Granel (2008 e 2009)				
	Frequência Navios	Consignação Média	Prancha Média	Tempo Espera
Correlação	0,48	0,35	0,36	0,24
Classificação	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente

Tabela 19 – Correlações entre a quantidade carregada e os fatores operacionais em 2008 e 2009 para o açúcar a granel

Anos 2010 a 2012

Produtos fatores	Frequência do navio	Consignação média	Prancha média	Tempo de espera
Minério de ferro	0,21	0,64	0,74	0,41
Coque de petróleo	0,71	0,28	0,36	0,24
Farelo de soja	0,29	0,19	0,13	0,28
Bauxita	0,63	0,51	0,60	-0,13
Açúcar granel	0,38	0,28	0,29	0,19

Tabela 20 – Correlações entre as quantidades carregadas e os fatores operacionais nos anos de 2010 e 2012

Verifica-se que permanece a correlação fraca entre Minério de ferro e a Consignação Média (valor 0,64), aumentando a correlação com a Prancha Média, agora com 0,74. Permanecendo as demais inexistentes. A correlação do coque de Petróleo passou de forte para Média, pois reduziu de 0,78 para 0,71, permanecendo as demais inexistentes. Farelo de Soja permaneceu inexistente. A correlação com a Bauxita permaneceu Fraca com relação a frequência de navios, embora tenha aumentado de 0,62 para 0,63. Açúcar a granel, permaneceu inexistente e com redução de todas as correlações.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Considerando cada produto separadamente, formam-se as seguintes conclusões:

Minério de Ferro

O fator que se mostrou mais significativo para esse produto foi a prancha média (como já citado, sendo a tonelagem média carregada ou descarregada por dia). Esse fator apresentou forte correlação com a tonelagem movimentada, ao se observar os anos de 2008 e 2009 separadamente, e média, ao se analisar os dois anos em conjunto, bem como no conjunto dos anos 2010 a 2012.

De acordo com o Relatório Técnico ANTAQ 2010, os portos que embarcaram minério de ferro e que relataram as

maiores pranchas médias nos anos citados foram Terminal de Uso Privativo (TUP) CVRD Tubarão, no Espírito Santo (108.946 tm/dia em 2008 e 123.554 tm/dia em 2009) e TUP Ponta da Madeira, no Maranhão (104.061 tm/dia em 2008 e 103.921 tm/dia em 2009). Enquanto foram também os portos com maior tonelagem movimentada nesses dois anos, podem ser considerados como os mais importantes portos para o carregamento do minério de ferro, por apresentarem alta prancha média.

A quantidade total transportada de Ferro no Brasil em 2012 foi de 4.273.494 toneladas (Relatório Técnico ANTAQ 2012).

A recomendação para aumentar a eficiência da movimentação do minério de ferro é fazer investimentos com o intuito de aumentar a prancha média dos portos. Tais investimentos poderiam compreender, dependendo da necessidade de cada porto, compra ou atualização de equipamentos – guindastes, pontes rolantes, esteiras transportadoras etc –, assim como aumento da capacidade dos armazéns ou pátios de armazenagem e melhoria da infraestrutura dos píeres.

O outro fator que mostrou sinais de correlação foi a consignação média (tonelagem média carregada por navio), indicando correlação fraca em 2008 e média em 2009, e fraca ao se considerar os dois em conjunto. Permanecendo Fraca de 2010 a 2012. Quanto a esse fator, os portos que mostraram as maiores taxas de consignação média em 2008



e 2009 foram novamente TUP CVRD Tubarão, no Espírito Santo (141.933 tm em 2008 e 166.698 tm em 2009 e 107,7 tm em 2010), TUP Ponta da Madeira, no Maranhão (165.223 tm em 2008 e 179.624 tm em 2009) e ainda TUP MBR-RJ, no Rio de Janeiro (125.569 tm em 2008 e 172.136 tm em 2009). Podemos assumir que tais portos, por apresentarem maior taxa de consignação média, possuem condições operacionais que permitem navios maiores, que logicamente conseguem carregar mais tonelagem. No TUP Tubarão, por exemplo, o menor berço para o minério possui 390 m de comprimento e calado de 14,5 m. Já o maior berço do píer de granéis sólidos do porto de Aratu, na Bahia, que não apresenta alta taxa de consignação média (21.037 m em 2008 e 6.864 m em 2009), tem especificações mais limitadas: o terminal de granéis sólidos apresenta 202,60 m de comprimento e 12 m de calado.

Apesar da consignação média não ter se mostrado como um fator tão importante, sua influência na tonelagem processada não deve ser completamente desconsiderada, principalmente para os próximos anos. Com a tendência do mercado de construir navios cada vez maiores, essa correlação pode se tornar cada vez mais forte se os portos com especificações limitadas não se modernizarem e melhorarem as condições que oferecem para atracação e operação dos navios, fazendo com que as embarcações maiores sejam obrigadas a atracar nos portos que já oferecem condições adequadas para sua operação.

Um exemplo são os navios da classe Valemax (o primeiro tem 362 m de comprimento, 23 m de calado e capacidade para 400 mil toneladas de minério, necessitando de uma profundidade mínima de 25 m para operar), que comporão uma frota de 35 embarcações com término de construção em 2013, a um custo de cerca de US \$ 4,2 bilhões. Entretanto, no final de 2012 existiam 16 navios em operação e 12 em construção. O que se espera atualmente é que tais navios operem em Ponta da Madeira, no atracadouro com profundidade mínima de 25 m na maré baixa, e no Porto de Tubarão, que com a dragagem passará a atingir também a profundidade de 25 m. Ou seja, os portos que investem em melhores condições para as embarcações cada vez maiores são os que de fato poderão operá-las, e isso pode vir a ter uma influência crescente na tonelagem movimentada anualmente em cada terminal.

Os demais fatores analisados – tempo de espera e frequência de navios – apresentaram inexistência de correlação com a quantidade carregada.

Dessa forma, as Hipóteses 2 (Consignação média) e 3 (Prancha média) foram confirmadas para o minério de ferro.

Coque de Petróleo

Para esse produto, o único fator que apresentou correlação com a tonelagem processada foi a frequência

de navios – indicando forte correlação em 2008, média em 2009 e forte considerando-se os dois anos em conjunto. Permanecendo média de 2010 a 2012.

O porto que apresentou maior frequência de navios em 2008 e 2009 foi TUP Usiminas, em São Paulo (99 navios em 2008 e 52 em 2009). O porto movimentou em 2010 a carga de 4,659 milhões de toneladas. Ainda podem ser citados como portos com grande frequência (se comparados com os outros) Imbituba, em Santa Catarina (20 navios em 2008 e 18 em 2009), que movimentou em 2010 1,9 milhões de toneladas; Vila do Conde, no Pará (23 navios em 2008 e 14 em 2009) e movimentou em 2010 um total de 15,5 milhões de toneladas de carga; e TUP CVRD Praia Mole, no Espírito Santo (31 navios em 2008 e 10 em 2009), com movimentação de 10,5 milhões de toneladas em carga em 2010.

Nesse caso, para aumentar a tonelagem movimentada nos portos, os investimentos devem ser direcionados para uma operação portuária que permita uma frequência maior de navios. O foco deve estar, por exemplo, na redução do tempo de atracação e maior velocidade de operação (não só em termos de carregamento ou descarga, até porque a correlação entre a tonelagem movimentada e a prancha média se mostrou inexistente, mas toda a parte de inspeção, liberação pelas autoridades, estiva etc, tudo o que contribui para a velocidade da operação). Um porto que recebe e libera os navios mais rapidamente pode receber mais embarcações, ou seja, ter uma maior frequência de navios.

Dessa forma, a Hipótese 1 (Frequência do navio) foi confirmada para o coque de petróleo.

Bauxita

O fator de mais forte correlação com a tonelagem movimentada foi a frequência de navios, mostrando como resultados: média em 2008 e 2009 separadamente, e fraca considerando-se os dois anos em conjunto. Permanecendo fraca no triênio seguinte.

Os portos que operam bauxita e que podem ser citados como destaques nesse quesito são TUP Porto Trombetas (322 navios em 2008 e 345 em 2009) e Vila do Conde (198 navios em 2008 e 165 em 2009), ambos no Pará. Trombetas e Vila Conde movimentaram, cada um, aproximadamente 16,5 milhões de toneladas em 2010.

As recomendações seriam as mesmas do coque de petróleo, que também indicou a frequência de navios como fator de maior correlação. Ou seja, investimentos direcionados para uma melhor operação portuária, permitindo uma frequência maior de embarcações.

Outra variável que mostrou alguma correlação com a tonelagem movimentada foi a prancha média, mostrando-se fraca em 2008 e 2009 separadamente, e inexistente para os dois anos em conjunto. Os portos com maior prancha



média foram novamente TUP Porto Trombetas (65.792 tm/dia em 2008 e 61.327 tm/dia em 2009) e Vila do Conde (23.318 tm/dia em 2008 e 23.856 tm/dia em 2009). E as recomendações para melhoria do desempenho portuário seriam as mesmas do minério de ferro: investimentos com o intuito de aumentar a prancha média dos portos.

Pode-se concluir que as Hipóteses 1 (**Frequência do navio**) e 3 (**Prancha média**) foram confirmadas para a bauxita.

Farelo de Soja e Açúcar a Granel

As toneladas carregadas de ambos os produtos apresentaram inexistência de correlação com todos os fatores estudados, ou seja, não existe uma equivalência matemática que possa assegurar as correlações.

O que se pode formular como hipótese para explicar esse fato é que existem outros fatores que poderiam apresentar a citada correlação, ou que até mesmo possivelmente as variáveis desse estudo mostraram correlação em anos passados, contudo, não nos anos de 2008 e 2009, nem tampouco no triênio seguinte.

Nenhuma das hipóteses formuladas pode, portanto, ser comprovada para o farelo de soja e o açúcar a granel.

5. CONCLUSÃO

Diversas conclusões podem ser obtidas a partir dos resultados do estudo. A primeira é que os fatores que mais afetam cada produto não são os mesmos, ou seja, não se pode considerar que somente um fator operacional portuário merece atenção e investimentos, devido à forte correlação com as toneladas movimentadas, independentemente do produto. Entretanto, verificou-se que o Tempo de Espera é o fator com menor correlação.

Cada produto apresentou sua própria estrutura de correlações com as diversas variáveis apresentadas. De modo geral, contudo, a pesquisa apresenta somente um fator sem correlação com a tonelagem movimentada de todos os insumos analisados: o tempo médio de espera.

A Consignação média tem correlação com minério de ferro. A Prancha média tem correlação com o minério de ferro e bauxita. A Frequência do navio tem correlação com coque de petróleo e a bauxita. E a Frequência do navio tem correlação com a bauxita.

Com essas análises, pode-se considerar que o objetivo deste trabalho – verificar quais são os fatores que contribuem para maior eficiência dos portos brasileiros, separando-se por produto – foi atingido. Assim, os investimentos podem ser mais bem direcionados para as variáveis que são de fato determinantes para tal eficiência, contribuindo para que, com planos de investimentos customizados por insumo,

tonelagens cada vez maiores de cada produto possam ser movimentadas nos portos brasileiros.

Verificou-se também que, contrariamente, como se poderia esperar, não ocorreu significativa alteração das correlações se comparado o biênio 2008 e 2009 com o triênio 2010 a 2012.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRENDAMENTOS EM OPERAÇÃO. In: CODEBA – Companhia de Docas do Estado da Bahia. Bahia, 2010. Disponível em: <http://www.codeba.com.br/eficiente/sites/portalcodedba/pt-br/porto_aratu.php?secao=porto_aratu_arrendamentos_operacao>. Acesso em 27 nov. 2011.

BRASÍLIA. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. “Análise da movimentação de cargas nos portos organizados e terminais de uso privativo”. In: *Anuário Estatístico 2009*. Brasília, 2010. Disponível em <<http://www.antaq.gov.br/Portal/Anuarios/Portuario2009/Index.htm>>. Acesso em 02 out. 2011.

BRASÍLIA, Agência Nacional de Transportes Aquaviários. “Indicadores de Desempenho Operacional”. In: *Relatório Técnico 2010*. Brasília, 2010. Disponível em <<http://www.antaq.gov.br/Portal/DesempenhoPortuario/2010/index.htm>>. Acesso em 02 out. 2011.

BAZERMAN, M. H. Processo Decisório para Cursos de Administração e Economia. Primeira Edição, Elsevier: Rio de Janeiro, 2004.

CAVALCANTI, B. S.; RUEDIGER, M. A.; SOBREIRA, R. Desenvolvimento e Construção Nacional: Políticas Públicas. Primeira Edição, Editora FGV: Rio de Janeiro, 2005.

COMBUSTÍVEIS E ÓLEOS MINERAIS. In: PESQUISA NCM - Nomenclatura Comum do Mercosul. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.brasilglobalnet.gov.br/classificacaoncm/pesquisa/frmPesqNCM.aspx?cod=27>>. Acesso em: 02 out. 2011.

DE OLIVA, J. A. B. “Cenário Atual do Transporte Hidroviário Brasileiro”. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL EM LOGÍSTICA AGROINDUSTRIAL, 5., 2008, São Paulo. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/porta/pdf/palestras/Mar0817PiracicabaAlexOliva.pdf>>. Acesso em 08 set. 2011.

FILHO, A. C. D.; GONÇALVES, L. M.; ALVES, M. T. A.; NASCIMENTO, S. M. R. “Cabotagem Uma Alternativa Econômica de Transporte Eficaz para o Brasil”. *Perspectivas Online*, ano 1, n. 1, 2011. Disponível em: <<http://www.seer.perspectivasonline.com.br/index.php/EE/article/viewFile/30/17>>. Acesso em: 08 set. 2011.

GOMES, C.F.S.; RIBEIRO, P.C.C. Gestão da cadeia de Suprimentos Integrada a Tecnologia da Informação. Segunda Edição, Cengage Learning: São Paulo, 2013.



GOMES, L.F.A.M.; GOMES, C.F.S.; Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério. Quarta Edição, Atlas: São Paulo, 2012.

Navio Vale Rio de Janeiro já está atracado no Terminal de Ponta da Madeira, em São Luís. Portal da Navegação. Pará, 2011. Disponível em: <<http://www.portaldanavegacao.com/2011/05/supernavio-vale-brasil-chega-ao-litoral-de-sao-luis/>>. Acesso em 15 nov. 2011.

NETO, C. A. S. C.; FILHO, B. P.; ROMMINGER, A. E.; FERREIRA, I. M.; VASCONCELOS, L. F. S. Gargalos e Demandas da Infraestrutura Portuária e os Investimentos do PAC: Mapeamento IPEA de Obras Portuárias. Primeira Edição, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada: Brasília, 2009.

PERRUPATO, M. **Plano Nacional de Logística de Transportes**. In: CURSO DE LOGÍSTICA E MOBILIZAÇÃO NACIONAL 2010, 1., 2010, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://transportes.gov.br/public/arquivo/arq1294413194.pdf>>. Acesso em 07 set. 2011.

PONTES, H. L. J., CARMO, B. B. T., PORTO, A. J. V. "Problemas logísticos na exportação brasileira da soja em grão", *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão* 4 (2) 155-181, 2009.

RIBEIRO, P. C. C.; FERREIRA, K. A.; "Logística e Transportes: Uma Discussão Sobre os Modais de Transporte e o Panorama Brasileiro". In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22, 2002, Curitiba. Disponível em: <<http://www.tecspace.com.br/paginas/aula/mdt/artigo01-MDL.pdf>>. Acesso em: 08 set. 2011.

SECRETARIA ESPECIAL DE PORTOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Dragagem por resultados (lei nº 11.610/07). In: REFORMA PORTUÁRIA PARA FORMULADORES DE POLÍTICA E ESPECIALISTAS, 2008, Brasília. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/Palestras/seminarioReformaPortuaria/DragagemMarcosPagnoncelli.pdf>>. Acesso em 27 nov. 2011.

SOUSA JÚNIOR, J. N. C.; NOBRE JÚNIOR; E. F.; PRATA, B. A. Análise da eficiência dos portos da região Nordeste do Brasil baseada em Análise Envoltória de Dados *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão* 3 (2) 74-91, 2008.

STEVENSON, Willian J. Estatística aplicada à administração. São Paulo – SP. Ed. Harbra. Brasil, 2001.

TERMINAL DE TUBARÃO. In: ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/Portos/Tubarao.pdf>>. Acesso em 15 nov. 2011

Vale Brasil recebe a primeira carga de sua história. Portos MA. Maranhão, 2011. Disponível em <<http://www.portosma.com.br/noticias/noticia.php?id=2528>>. Acesso em 15 nov. 2011

Vale recebe o maior navio mineralheiro do mundo. Portos e Navios. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://www.portosenavios.com.br/site/noticiario/industria-naval/9508-vale-recebe-o-maior-navio-mineralheiro-do-mundo>>. Acesso em 15 nov. 2011

VALENTE, J. A. Portos brasileiros recebem nova onda de investimentos privados. **Logística e Transportes**. Brasília, abr. 2007. Disponível em: <<http://logisticaetransportes.blogspot.com/2007/04/portos-brasileiros-recebem-nova-onda-de.html>>. Acesso em 27 nov. 2011