

# **Avaliação da Eficiência das Atividades Logísticas utilizando a Análise Envoltória de Dados (DEA)**

**Alessandro Lepchak** (UFPR/Unicentro) - lepchak@msn.com

**Simone Bernardes Voese** (UFPR) - simone.voese@gmail.com

## **Resumo:**

*Este estudo teve como objetivo analisar a eficiência das atividades relacionadas aos modais logísticos, transporte e movimentação de cargas no Brasil. A plataforma teórica foi sustentada pela eficiência logística e pela discussão das características dos modais e também das variáveis necessárias para avaliar sua eficiência. O estudo classificou-se como descritivo e quantitativo utilizando a técnica de análise envoltória de dados (DEA). As variáveis de entrada foram a mão-de-obra, os gastos com combustíveis, os custos diretos e indiretos e a aquisição de meios de transporte e a variável de saída foi a receita operacional. Como principais resultados destacam-se como eficientes as atividades auxiliares aos transportes aéreos que atingiu escores de 100% nos períodos analisados, exceto no ano de 2010 que obteve 91,58%. Cabe ressaltar ainda que obtiveram três escores máximos de eficiência as atividades de cabotagem e longo curso e as atividades auxiliares ao transporte terrestre. Além de avaliar os benchmarkings para as atividades de menor escore de eficiência o estudo contemplou ainda as melhorias necessárias para que outras atividades atinjam a eficiência máxima.*

**Palavras-chave:** *Eficiência logística. Atividades logísticas. Análise envoltória de dados.*

**Área temática:** *Abordagens contemporâneas de custos*

## **Avaliação da Eficiência das Atividades Logísticas utilizando a Análise Envoltória de Dados (DEA)**

### **Resumo**

Este estudo teve como objetivo analisar a eficiência das atividades relacionadas aos modais logísticos, transporte e movimentação de cargas no Brasil. A plataforma teórica foi sustentada pela eficiência logística e pela discussão das características dos modais e também das variáveis necessárias para avaliar sua eficiência. O estudo classificou-se como descritivo e quantitativo utilizando a técnica de análise envoltória de dados (DEA). As variáveis de entrada foram a mão-de-obra, os gastos com combustíveis, os custos diretos e indiretos e a aquisição de meios de transporte e a variável de saída foi a receita operacional. Como principais resultados destacam-se como eficientes as atividades auxiliares aos transportes aéreos que atingiu escores de 100% nos períodos analisados, exceto no ano de 2010 que obteve 91,58%. Cabe ressaltar ainda que obtiveram três escores máximos de eficiência as atividades de cabotagem e longo curso e as atividades auxiliares ao transporte terrestre. Além de avaliar os benchmarkings para as atividades de menor escore de eficiência o estudo contemplou ainda as melhorias necessárias para que outras atividades atinjam a eficiência máxima.

Palavras-chave: Eficiência logística. Atividades logísticas. Análise envoltória de dados.

Área Temática: Abordagens Contemporâneas de Custos.

### **1 Introdução**

A logística representa um segmento organizacional que busca atenuar as relações entre produção e demanda, de modo que os consumidores tenham bens e serviços no momento e condição física que desejarem (BALLOU, 1993). Nesse contexto afirma-se que a logística é parte do processo da cadeia de suprimentos que planeja, implementa e controla o fluxo e armazenamento dos bens e serviços de forma eficiente, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de atender às exigências dos clientes (COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALES, 2003).

Insere-se também a análise logística em uma perspectiva de contribuição às atividades da cadeia de valor, pois um sistema logístico eficiente pode criar valor desde as fontes de matérias primas básicas até o produto final entregue nas mãos dos consumidores (SHANK; COLLEGE, 1989). Sendo assim, a atividade logística essencial para a criação de valor e eficiência desses serviços.

A logística pode representar ainda um obstáculo para novos empreendimentos por não terem a experiência, o conhecimento e a reputação para escolher de forma eficiente a cadeia de fornecimento menos onerosa possível (NAUDE; MATTHEE, 2011). Então, as empresas precisam incluí-la em uma perspectiva macro, dando suporte aos gestores no delineamento das estratégias organizacionais.

O desempenho gerencial das organizações também é diretamente afetado pela logística, o conjunto de fornecedores e clientes e sua localização impactam em uma análise gerencial detalhada. Corroborando essa afirmativa Dimitrov (2005) expõe que as empresas devem dominar a logística e sua implementação a fim de aprimorar suas práticas, ferramentas e métodos de gestão aplicados.

O Brasil possui uma das piores colocações em termos de minimização do custo logístico do mundo, representando cerca de 12% do PIB, enquanto nos EUA tal custo representa 8% do

PIB, porém há de se considerar que aspectos geográficos e o próprio desenvolvimento econômico devem ser levados em conta ao comparar estes percentuais. Ao se avaliar em valores monetários esses custos representam uma perda anual de 83,2 bilhões de dólares por ano. (FUNDAÇÃO DOM CABRAL, 2012).

Inúmeros estudos contemplam a abordagem da eficiência logística para apenas um modal logístico ou uma situação logística específica, dentre eles Kim (2010), Bertoloto e Mello (2011), Wanke (2012), Banaszewska et al. (2012), Silva et al. (2011). Por outro lado há propostas que visam a integração de modais logísticos ou de estratégias diferenciadas como terceirização ou eficiência dos depósitos, como nos estudos de Ishfaq e Sox (2010).

No Brasil o modal rodoviário é predominantemente utilizado em virtude da extensa malha rodoviária existente, fator esse que ocasiona um aumento nos custos logísticos das empresas em virtude das más condições das estradas. Para a CNT (2013) 63,8% da extensão rodoviária brasileira, em 2012, apresenta alguma deficiência no pavimento, na sinalização ou na geometria da via, sendo que também houve um aumento nos pontos considerados críticos, passando de 221 para 250 (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2012).

A comparação dos diversos modais que compõem o sistema logístico é pouco percebida na literatura, ou realizada de forma difícil, pois cada modal representa uma função de produção específica, sendo os achados de Savolainen (2007) um dos estudos que contemplam essa análise multimodal. Os dados referentes às cargas e capacidade dos modais são extremamente diferentes quando analisados em uma única base, desse modo é preciso definir variáveis que padronizem e possibilitem tal comparação.

A contabilidade gerencial auxilia neste processo de uniformização ao fornecer dados que podem comparáveis por atividade, por empresa, por departamentos, pois é uma linguagem comum dos negócios. Assim, como os sistemas logísticos impactam diretamente no resultado das empresas e conseqüentemente na análise gerencial, e, considerando a eficiência desses sistemas emerge tal questionamento: **Qual a eficiência das atividades relacionadas aos modais logísticos, transporte e movimentação de cargas no Brasil?**

Assim, justifica-se o presente estudo, pois a análise da eficiência logística comporta o aprofundamento das oportunidades nas organizações por meio da escolha do melhor meio logístico. Nessa perspectiva, a análise da eficiência já foi desenvolvida em alguns sistemas logísticos como nos terminais portuários com trabalhos de Bertoloto e Melo (2011), Silva et al. (2011) que avaliaram a eficiência produtiva e as características particulares dos terminais brasileiros. Por sua vez, Souza Júnior, Nobre Júnior e Prata (2009) investigaram a eficiência portuária da região Nordeste, e Guedes, Pena e Guerreiro (2000) encontraram pontos críticos e propuseram ações prioritárias na busca da eficiência dos terminais portuários do Mercosul.

Em consonância com a identificação da eficiência dos modais, procurou-se disseminar junto às organizações o conhecimento sobre os diversos modais existentes e suas variáveis de eficiência percebidas de modo individual e também quando comparada entre os mesmos. Dessa forma as organizações podem estipular novas estratégias, desenhar cenários com maior subsídios de análise e melhorar as suas relações logísticas inerentes ao tempo e custo dos modais.

## **2 Referencial teórico**

### **2.1 Eficiência logística**

A eficiência pode ser definida como sinônimo de utilização racional de recursos de forma a maximizar a probabilidade de atingir determinados resultados. Fried, Lovell e Schmidt (1993) citam que o desempenho depende do estado da tecnologia empregada e do grau de eficiência de sua utilização.

Por eficiência técnica entende-se como a escala de utilização de diversos recursos estabelecidos, dada a especialização da organização, de modo a maximizar essa utilização por

meio da capacidade de evitar perdas e produzir tanto quanto os insumos permitem. Já a eficiência alocativa reflete a habilidade da firma em usar os insumos em proporção ótima, dados seus respectivos preços (URI, 2001).

Nos estudos de Brissimis, Delis e Tsionas (2010) a eficiência técnica (ET) reflete a capacidade de uma empresa para obter a saída máxima de um dado conjunto de insumos. Enquanto a eficiência alocativa (EA) reflete a capacidade de uma empresa em usar os insumos em proporções ótimas, dados seus respectivos preços. O produto de ET e EA é geralmente dado pela eficiência econômica (EE). Porém, afirmam os autores que é difícil decompor as fronteiras de tal eficiências dada a complexidade dos fatores e componentes.

De acordo com Kumbhaker e Lovell (2003), a eficiência técnica é definida em termos da distância de uma fronteira de produção e a eficiência econômica utiliza uma fronteira econômica. Disso deriva que um processo produtivo é economicamente eficiente se não existir outro processo alternativo, ou a combinação de processos, que produza a mesma quantidade, a menor custo ou maior lucro possível.

Desse modo, relacionando os conceitos de eficiência, suas aplicações e estudos contemporâneos com o presente estudo optou-se por seguir a linha da eficiência alocativa (EA), pois a utilização dos insumos na eficiência logística influencia nos preços praticados pelas organizações.

Quando não existe um bom sistema logístico, a extensão do mercado fica limitada aos itens de produção local. Com melhores serviços logísticos, os custos de produtos colocados em mercado mais distantes podem ser competitivos com aqueles de outros fabricantes que vendem no mesmo mercado (BALLOU, 1993). Esse aumento de oferta dos produtos em locais diferentes estimula as economias de modo a contribuir para a redução dos preços aos consumidores e incentiva a exploração de mercados por empresas que normalmente não explorariam tal região.

Para as empresas desempenharem um bom papel na exploração dos mercados é necessário que desenvolvam a atividade logística de modo eficiente e que tenham disponibilização de recursos na forma de capital de giro, investimentos e imobilizado. Logo, é importante considerar as questões financeiras e principalmente o retorno que esses investimentos em logística traz para a organização. A mensuração desse sistema interligado a fatores como gestão de pessoas, gestão ambiental, gestão estratégica de custos colabora para o alcance da eficiência organizacional.

## 2.2 Variáveis da eficiência logística

Primeiramente para comparação entre os meios apresentados, são elencados cinco itens que permitem uma análise das características operacionais de cada transporte, sendo eles: velocidade, disponibilidade, confiabilidade, capacidade e frequência (BOWERSOX; CLOSS, 2001).

A velocidade refere-se ao tempo de movimentação em dada rota, também conhecido como *transit time*, sendo o modal aéreo o mais rápido de todos (NAZÁRIO, 2007). Porém, para a finalidade de medir corretamente o desempenho do transportador, é melhor medir o tempo de entrega porta a porta, mesmo que mais de um modal esteja envolvido (BALLOU, 1993).

A disponibilidade é a capacidade que um modal tem de atender a qualquer origem-destino de localidades. As transportadoras rodoviárias apresentam a maior disponibilidade, já que conseguem dirigir-se diretamente para os pontos de origem e destino, caracterizando um serviço diferenciado (NAZÁRIO, 2007).

A confiabilidade decorre da possibilidade de alterações nas programações de entrega esperadas ou divulgadas. Em virtude de seu serviço contínuo e da baixa possibilidade de interferência das condições do tempo e de congestionamento, os dutos ocupam lugar de destaque nesse quesito (BOWERSOX; CLOSS, 2001).

A capacidade refere-se à possibilidade de um modal de transporte de lidar com qualquer requisito de transporte, como tamanho e tipo de carga. O transporte realizado pela via marítima/fluvial é o mais indicado para essa tarefa. Por último a frequência depende da quantidade de movimentações programadas, novamente os dutos lideram esse item em virtude de seu serviço contínuo entre dois pontos (BOWERSOX; CLOSS, 2001).

Analisando as características citadas percebe-se que as variáveis da eficiência estão relacionadas ao custo (itens como a mão-de-obra, os custos diretos, a capacidade, dentre outros) ou inerentes à variável tempo como a frequência, as movimentações, as condições meteorológicas e a disponibilidade.

### 2.3 Estudos relacionados

Gillen e Lall (1997) aplicaram a técnica de análise envoltória de dados (DEA) para aeroportos e seus terminais, respectivamente, sendo que o objetivo principal foi analisar a eficiência da produção de aeroportos, visando 21 dos top-30 constantes no ranking de aeroportos dos EUA, que eram diferentes em termos de propriedade e características financeiras e operacionais. Para essa pesquisa utilizaram como variáveis de entrada o número de pistas, o número de empresas, a área dos terminais, número de funcionários, número de coleta de cargas e a área total do aeroporto, sendo que as variáveis de saída foram o resultado anual da movimentação de cargas e o tipo de serviço do voo, sendo regular ou irregular.

Para facilitar a visualização de alguns estudos segue Quadro 1 com alguns estudos de eficiência ligados à logística e à contabilidade gerencial:

Quadro 1 – Estudos contemporâneos

<b>Autor</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Resultado</b>
Sarkis (2000)	Avaliar a eficiência em 44 aeroportos dos EUA.	- despesa / lucro / volume - número de funcionários - número de empresas - frequência do serviço - volume	Altas correlações foram encontradas como resultado da verificação das correlações entre a eficiência, fatores externos e características de aeroportos.
Taliani e Escobar (2008)	Avaliar a eficiência técnica das empresas rodoviárias entre os anos de 2004-2006.	- vendas - materiais primários - gastos com pessoal - depreciações - custos e despesas	O tamanho das empresas influencia na eficiência. A estrutura de custos pode ser melhorada em todos os aspectos. Potenciais de melhoria na geração de receitas
Savolainen (2007)	Avaliar a eficiência dos modais ferroviário, rodoviário e hidroviário no Reino Unido	- capacidade - números de linhas - mão-de-obra - volume	Os resultados da análise mostram que as diferenças de eficiência existem em operações ferroviárias, mas a especialização entre os atores é existente em ambos os subsetores de transporte.
Heinen, Diehl e Alves (2012)	Analisar a eficiência técnica ambiental das empresas aéreas brasileiras	- Funcionários voo e terra - Frota - Cons. de combustível - Horas terra - RPK e RTK	Para o transporte de passageiros as empresas mais eficientes são Azul, Tam, Webjet, Gol e para o transporte de cargas são Absa e Master Top. Quanto a análise ambiental foi verificado que é possível a redução de 286,62 GgCO <sub>2</sub> do total de emissões.

Fonte: Dados da pesquisa (2014)

De Sousa Júnior, Nobre Júnior e Prata (2009) avaliaram a eficiência dos portos nordestinos brasileiros, primeiramente aplicando a técnica DEA para a movimentação dos contêineres, utilizando como variável de entrada a área total e como variável de saída a unidade TEU que é uma medida correspondente a 20 pés (Twenty-foot Equivalent Unit).

Posteriormente mediram a movimentação de cargas por meio das variáveis ‘berço’ e ‘calado’ para entrada e a ‘quantidade movimentada’ para saída.

Também analisando os portos, Silva et al. (2011) realizaram uma análise exploratória da eficiência produtiva nos portos brasileiros, para tanto utilizaram os seguintes itens como insumos: a largura e profundidade das bacias de navegação, dos canais de acesso e dos cais existentes; sendo os produtos da análise os contêineres (em unidade, toneladas e TEU’s) e a carga geral movimentada.

Cabe salientar que alguns estudos contendo a análise de eficiência contemplam indicadores contábeis a fim de identificar uma eficiência relacionada a avaliação do desempenho. Exemplo desse uso são os achados de Casa Nova (2002) que utilizou variáveis como liquidez, rentabilidade, valor do ativo, dentre outras para avaliar a eficiência de empresas listadas no mercado de ações.

### 3. Metodologia

Esta pesquisa trata-se de uma *survey* da eficiência das atividades logísticas relacionadas aos modais logísticos, transporte e movimentação de cargas por meio da análise envoltória de dados (DEA). O trabalho é delineado a partir de uma análise quantitativa nas atividades logísticas de modo a evidenciar a eficiência operacional no Brasil e contemplar os vários modais em uma análise comparada.

#### 3.1 Coleta de dados

Primeiramente, para alinhar a pesquisa ao escopo da contabilidade gerencial verifica-se que é possível uma análise de eficiência com a escolha de indicadores que tenham relação direta com a contabilidade.

A variável inerente ao volume de carga transportada (presente em inúmeros trabalhos que analisaram a eficiência individual de cada modal (SARKIS, 2000; GILLEN E LALL, 1997; SAVOLAINEN, 2007; DE SOUZA JUNIOR; NOBRE JUNIOR; PRATA, 2009; SILVA *et al*, 2011)) não foi utilizada, pois é coerente, que o modal ferroviário irá transportar maior quantidade que o modal aéreo, este último limitado pelo tamanho dos porões dos aviões. Como *proxy* para esta variável utilizou-se a ‘receita operacional líquida’ que possui relação direta com os volumes transportados.

Procedeu-se então a formatação das variáveis do estudo. Sabendo que qualquer análise de eficiência exige uma classificação entre variáveis de entrada e saída (insumos e produtos) segue Quadro 2 contendo uma breve explicação das mesmas e as referências que foram utilizadas na escolha dessas variáveis:

Quadro 2 – Explicação das variáveis

E/S	Variáveis	Sigla Utilizada para Identificação	Composição das variáveis	Referencial teórico empírico
Entrada	Meios de transporte	AQUIS_ TRANSP	Total de aquisições de meios de transporte.	- MARTIN-CEJAS (2002) - URI (2001)
	Gastos com pessoal	MOD	Compreende os valores totais de salários e gratificações bem como outros valores dentre eles PLR e contribuições sociais.	- SARKIS (2000) - TALIANI E ESCOBAR (2008) - SAVOLAINEN (2007) - HEINEN, DIEHL E ALVES (2012)
	Custos	CUSTOS	Custos dos serviços, materiais de consumo e outros gastos exceto combustíveis.	- SARKIS (2000) - TALIANI E ESCOBAR (2008);
	Combustíveis	COMB	Total de custos com combustíveis no período analisado.	- TALIANI E ESCOBAR (2008);
Saída	Receita	RECEITA	<i>Proxy</i> utilizada em substituição ao volume.	- TALIANI; ESCOBAR (2008)

Fonte: Dados da pesquisa

As variáveis foram assim coletadas:

a) Primeiramente fez-se o acesso ao site do IBGE, escolhendo a opção Sidra que é o Sistema IBGE de Recuperação Automática, nesta seção foi selecionada a Pesquisa Anual de Serviços.

b) Assim visualiza-se a seção que contempla as atividades de transporte e serviços auxiliares (de acordo com o Código Nacional de Atividade Econômica), na qual tem-se disponibilizadas as variáveis que estão presentes nas pesquisas anuais do IBGE, dentre elas aquelas elencadas no Quadro 2.

c) Posteriormente, escolheu-se as variáveis e também o período compreendido (2008 a 2012), assim o próprio sistema do IBGE gera a base de dados de acordo com os parâmetros selecionados, dando a opção para gerar os dados em Excel®.

d) Os dados retornados da pesquisa na base de dados correspondem a valores totais de empresas que compõem a amostra da pesquisa anual que o IBGE realiza com diversas empresas e setores econômicos. São valores agregados resultantes do somatório de valores pesquisados em diversas regiões, municípios, empresas, que são classificados de acordo com a tabela de códigos de atividade.

Após a coleta, ocorreu a organização da base de dados, pois alguns dados coletados não foram utilizados, como daquelas atividades relacionadas ao transporte dutoviário e correios, sendo que estas atividades não possuem relação com o estudo, que contempla atividades em que há o transporte via deslocamento do modal.

### 3.2 População

A população da pesquisa foi composta por atividades relacionadas a cada modal logístico. Foi selecionada por acessibilidade de dados e composta de modo que o estudo contemple pelo menos uma investigação de cada atividade logística, assim segue Quadro 3:

Quadro 3 – População da pesquisa

<b>Modal</b>	<b>Atividade</b>
Modal Ferroviário	1. Transporte ferroviário de carga
Modal Rodoviário	2. Transporte rodoviário de cargas
Modal Aquaviário	3. Cabotagem e longo curso
	4. Navegação interior
	5. Navegação de apoio
	6. Outros tipos de transporte aquaviário
Modal Aéreo	7. Transporte aéreo de cargas
Atividades Auxiliares	8. Movimentação e armazenagem de cargas
	9. Atividades auxiliares aos transportes terrestres
	10. Atividades auxiliares aos transportes aquaviários
	11. Atividades auxiliares aos transportes aéreos
	12. Atividades organizadoras do transporte de cargas

Fonte: IBGE (2013)

Não há recorte na população, pois todas as atividades que utilizam um modal para auxiliar em suas atividades foram contempladas neste estudo.

Com relação ao Quadro 3 percebe-se que foi necessário incluir na análise as atividades auxiliares dos modais, pois sem as mesmas, o objetivo do modal que é o transporte, movimentação e armazenagem das cargas não pode ser cumprido. Ao final dessa seleção totalizou-se 60 unidades de análise, sendo 12 atividades e cinco anos analisados (2008 a 2012).

### 3.3 Procedimentos de tratamento dos dados

Para análise da eficiência fez-se uso da técnica estatística da Análise Envoltória de Dados (DEA), sendo um método não paramétrico, para processar fatores e estabelecer as atividades logísticas eficientes, por meio de escores. Neste método as atividades foram tratadas como *DMU's* (*Decisions Making Unit*).

O modelo inicial da DEA criado por Debre (1951) e estendido por Farrell (1957), foi aperfeiçoado por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e depois por Banker, Charnes e Cooper (1984). Para chegar ao quadro vigente, têm-se dois modelos que são orientados tanto para produtos como para insumos e são nomeados com as iniciais dos nomes de seus precursores: CCR e BCC (SOUZA; WILHELM, 2009).

Para definir qual modelo de análise DEA a ser escolhido foram realizados alguns procedimentos. Primeiramente foram gerados valores de correlações via SPSS® a fim de verificar se a relação entre os insumos e produtos é constante ou variável. Assim, tem-se a Tabela 1 com os resultados das correlações:

Tabela 1 – Resultados do indicador R<sup>2</sup>

		RECEITA	COMB	MOD	CUSTOS	AQ_ TRANSP
RECEITA	Correlação	1	,962**	,982**	,983**	,952**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000
	Sum of Squares and Cross-products	1,484E16	2,181E15	1,120E14	1,516E15	1,340E15
	Covariance	2,515E14	3,696E13	1,899E12	2,569E13	2,271E13
	N	60	60	60	60	60

Fonte: Dados da pesquisa

De acordo com a Tabela 1, todas as variáveis apresentam altas correlações, evidenciando indicadores acima de 0,9 e um índice de significância inferior a 0,05. A maior correlação está presente entre a variável de saída Receita e a variável de insumo Custos, que tem um indicador de 0,983, ou seja, 98,3% da variação nos custos das atividades logísticas estudadas pode ser explicada pela mesma proporção de variação das receitas.

Assim, para esse estudo foi utilizado o modelo de análise de eficiência intitulado CCR, que de acordo com Charnes e Cooper (1985) tem como característica essencial a redução de múltiplos insumos para um único produto ou insumo 'virtual' (100%).

Para o tratamento estatístico dos dados foi utilizado o banco de dados em Microsoft® Access 'MaxDEA' que permitiu a importação dos *inputs* e *outputs* de cada DMU por meio da base preparada em Excel®. Adicionalmente, o banco de dados proporciona a geração de tabelas para a comparação e avaliação das DMU's e também dos componentes de entrada e saída individualmente.

Definidas as variáveis e as DMU's do estudo têm-se a seguinte função para a eficiência, na qual os insumos são: os gastos com combustíveis, gastos com mão-de-obra, custos diretos e indiretos e as aquisições de transporte, tendo como produto o valor da receita operacional:

$$Q = f(\text{COMB}; \text{MOD}; \text{CUSTOS}; \text{AQUIS\_TRANSP}; \text{RECEITA})$$

Reforça-se o pressuposto presente na definição das variáveis que, a fim de obter uma uniformidade na comparação das unidades produtivas, buscou-se a variável de saída 'receita' pois a capacidade de cada modal extingue a possibilidade de comparação com relação ao volume, sendo a receita possuidora de correlação direta com os volumes transportados.

## 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

As DMU's com resultado igual a 100% são consideradas eficientes e a análise foi feita de modo concentrado para os cinco anos (2008 a 2012) para obter apenas uma fronteira de eficiência. Na Tabela 2 segue os resultados do período de 2008 a 2012:

Tabela 2 – Escores de eficiência

Num	Descrição	2008	2009	2010	2011	2012
1	Transporte ferroviário de carga	78,63%	83,47%	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	75,50%
2	Transporte rodoviário de cargas	57,76%	56,97%	54,61%	55,60%	54,49%
3	Cabotagem e longo curso	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	91,52%	81,07%
4	Navegação interior	49,82%	55,95%	51,34%	55,05%	56,33%
5	Navegação de apoio	47,41%	42,70%	41,85%	42,60%	38,43%
6	Outros tipos de transp. aquaviário	36,62%	36,16%	38,61%	38,76%	37,93%
7	Transporte aéreo de cargas	<b>100,00%</b>	77,75%	72,84%	80,07%	<b>100,00%</b>
8	Movim e armazenagem de cargas	74,73%	64,80%	61,24%	66,03%	74,29%
9	Ativ aux aos transportes terrestres	96,37%	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	98,59%
10	Ativ aux aos transportes aquaviários	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	95,60%	95,76%	68,91%
11	Ativ aux aos transportes aéreos	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	91,58%	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>
12	Ativ organiz do transporte de cargas	76,72%	71,64%	57,10%	70,12%	64,00%
	MÉDIA	76,50%	74,12%	72,06%	74,63%	70,80%
	MÍNIMA	36,62%	36,16%	38,61%	38,76%	37,93%
	DESVIO PADRÃO	0,193644	0,194157	0,21273	0,199318	0,174462

Fonte: Dados da pesquisa

Dentre as atividades que se encontram na fronteira da eficiência, tem-se a 'atividade auxiliar aos transportes aéreos' como mais eficiente. Essa atividade apresentou eficiência em quatro dos cinco períodos analisados, seguidos pela atividade de 'Cabotagem e longo curso' que atinge 100% de eficiência nos anos de 2008 a 2010 e também a 'atividade auxiliar aos transportes terrestres' que alcança a máxima eficiência de 2009 a 2011.

A atividade de 'cabotagem e longo curso' atingiu a eficiência máxima devido a investimentos do governo e das empresas, constantes no anuário de 2011 da ANTAQ que confirma os altos investimentos em períodos anteriores, colaborando para os altos escores. Ademais, ocorreu o aumento considerável do volume de cargas no ano de 2010, alcançando 616,4 milhões de toneladas movimentadas pelos portos e que, respectivamente fazem parte da navegação de longo curso, coincidindo com o final do período de máxima eficiência (ANTAQ, 2012).

A 'atividade auxiliar aos transportes terrestres' apresenta eficiência máxima nos anos de 2009 a 2011 pelo fato de ser uma atividade que complementa tanto o modal ferroviário como o rodoviário. Os dados absolutos mostram que nos anos de 2008 e 2012, precisaria apenas uma melhora de 3,63% e 1,41% na variável receita para que alcançasse nos cinco períodos a eficiência máxima. Esses dados estão em consonância com o aumento da frota de caminhões, uma taxa média de 7% ao ano, assim o crescimento da frota também demanda um nível maior de serviço auxiliar para cumprir o objetivo dos modais terrestres.

Alcançando o escore de máxima eficiência em dois anos aparecem as atividades de 'transporte ferroviário de cargas' (2010 e 2011), 'transporte aéreo de cargas' (2008 e 2012) e ainda a 'atividade auxiliar aos transportes aquaviários' (2008 e 2009).

Destaca-se a eficiência do 'transporte ferroviário de cargas' que está ligada à viabilização de alternativas por parte do governo. Dentre estas ações predominam a construção da Ferrovia Nova Transnordestina, viabilizada pelo aporte de financiamentos oriundos de organismos de desenvolvimento regional e, ainda, concessão do trecho da Ferrovia Norte-Sul (entre pátios multimodais de Colinas-TO e de Palmas-TO, inaugurada em 2010), com vistas à geração de recursos para complementação da ligação ferroviária até Palmas-TO. Todas essas ações permitiram obter melhores condições de atendimento à demanda de mercado, tanto do

ponto de vista da logística como da produtividade (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2012).

Com relação ao ‘transporte aéreo de cargas’ tem-se altos escores de eficiência nos cinco períodos analisados (de 72,84% a 100%) devido a alguns motivos, sendo eles: a) de 2008 a 2012 a quantidade de voos no Brasil aumentou ano após ano, sendo que em 2008 o total de voos foi de 750 mil e em 2012 alcançou um milhão duzentos e sessenta e um voos ocasionando um aumento de 67%. Com maiores quantidades de voo é possível um aumento no volume transportado e conseqüentemente uma elevação na receita; b) a evolução da carga transportada também apresentou um aumento de volume na ordem de 66% (de 2008 a 2012) no mercado internacional, sendo que o aumento no mercado doméstico correspondeu a 49%; c) a partir de 2008 houve um decréscimo, em média de 25%, nos cancelamentos e atrasos dos voos, assim, menos atrasos são conseqüências para um maior número de decolagens e pousos (ANTT, 2012).

Ainda com relação ao ‘transporte aéreo de cargas’ a eficiência torna-se relevante quando se observa que o desempenho da atividade é limitado ao tamanho dos porões dos aviões, portanto, sua geração de receita também é limitada. Corrobora para a análise o fato da aviação civil ser utilizada em sua essência para o transporte de pessoas e, em otimizar o espaço das aeronaves com cargas, sendo este o segundo objetivo da maioria das empresas aéreas, exceto àquelas que são constituídas especificamente para o transporte de cargas. Estes pontos elevam a análise no sentido de que, mesmo sendo uma atividade secundária do modal aéreo e ainda possuir uma limitação em relação aos volumes, os escores foram relativamente altos, situados entre 72% e 100%.

Cabe ressaltar também a ‘atividade auxiliar aos transportes aquaviários’ (com eficiência máxima em 2008 e 2009) que compreendem a organização e suporte para o transporte aquaviário e também serviços de classificação de embarcações e praticagem. Entre 2008 e 2010 houve aumento de mais de 100 milhões de toneladas nos portos, sendo que esta movimentação representa 60% do total da matriz aquaviária do Brasil. Assim, as empresas que auxiliam os portos e as embarcações tiveram um aumento de demanda principalmente nestes períodos, fato este que colabora para que a eficiência desta atividade em 2008, 2009 e 2010 atinja respectivamente 100%, 100% e 95,6%.

A atividade de ‘movimentação e armazenagem de cargas’ apresentou escores medianos entre 61% e 75%, essa atividade tem como uma das características o alto gasto com custos variáveis, dentre os quais, está o combustível. Outra característica peculiar das empresas que desenvolvem este tipo de atividade é que são responsáveis por menores quantidades de volumes transportados aliados a várias empresas existentes em uma mesma região.

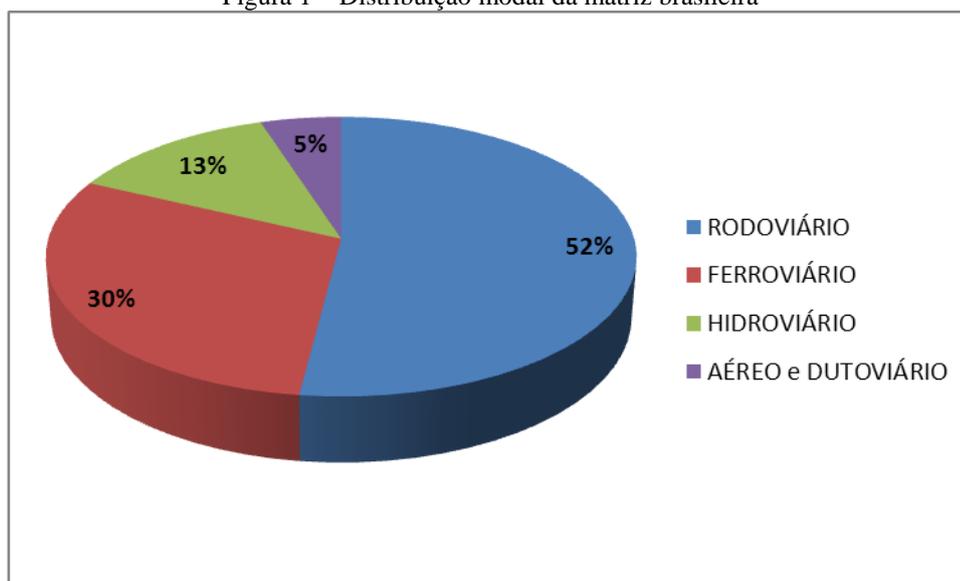
Escore mais baixos são notados em algumas atividades relacionadas ao modal aquaviário, porém concentram-se naquelas atividades que tem atuação nas vias navegáveis internas, tendo destaque negativo as atividades de ‘navegação interior’, ‘navegação de apoio’ e ‘outras tipos de transporte aquaviário’. Segundo o Plano Nacional de Logística e Transportes – PNLT (2012) o Brasil não explora plenamente todo seu potencial hidrográfico, ainda que possuam níveis de atividade econômica que aliem a necessidade de transporte com as possibilidades de seus rios.

A navegação interior compreende o transporte de cargas por rios, canais, lagoas, baías e também o fretamento de embarcações, não compreendendo a operação e a gestão de terminais de carga. Segundo dados da ANTAQ (2012) o Brasil teve um desenvolvimento considerável nos últimos anos e, vem crescendo, principalmente na região Norte. As estatísticas de demanda de transportes pela navegação interior também apontam um aumento, tendo como reflexos o aumento dos operadores, porém, os reflexos dos investimentos descritos pela ANTAQ não refletiu em um alto escore de eficiência, mantendo-se na ordem de 50%. Se comparada com outra atividade do mesmo modal, a cabotagem de longo curso, pode-se afirmar que a

navegação interna precisa de maiores investimentos para alcançar os escores de eficiência maiores.

Corroborando com os escores apresentados na Tabela 2 faz-se necessário analisar a matriz de transporte do Brasil. Cabe destacar que a distribuição modal da matriz depende da aplicação de corretas políticas de desenvolvimento e de uma visão de futuro transformadora, sendo afetada por razões de mercado que influenciam nas escolhas de forma decisiva e são fortes determinantes da intensidade da movimentação regional de mercadorias, assim segue Figura 1:

Figura 1 – Distribuição modal da matriz brasileira



Fonte: PNL (2012)

Percebe-se na Figura 1 que o modal mais utilizado no Brasil é o rodoviário que, em 2011, representava 52% do volume transportado. Assim, a análise de eficiência demonstra que, mesmo possuindo escores situados entre 50% e 60%, a atividade de transporte rodoviário de cargas é a mais utilizada no país. Outro ponto que merece destaque é que, segundo o PNL (2012) os fretes hidroviários e ferroviários podem ser 62% e 37% mais baratos do que os fretes rodoviários.

A evolução do setor aéreo nos últimos dez anos evidencia que o ambiente de livre concorrência no setor tende a estimular a inovação, a otimização de custos, a melhoria da eficiência, a modicidade tarifária e a manutenção da oferta em níveis compatíveis com o crescimento da demanda (PNL, 2012). Apesar de representar menos de 5% do total da matriz brasileira de transportes o modal aéreo apresenta alta eficiência, dados os escores calculados, tanto para o transporte aéreo de cargas como para a atividade auxiliar aos transportes aéreos.

#### 4.1 Benchmarking

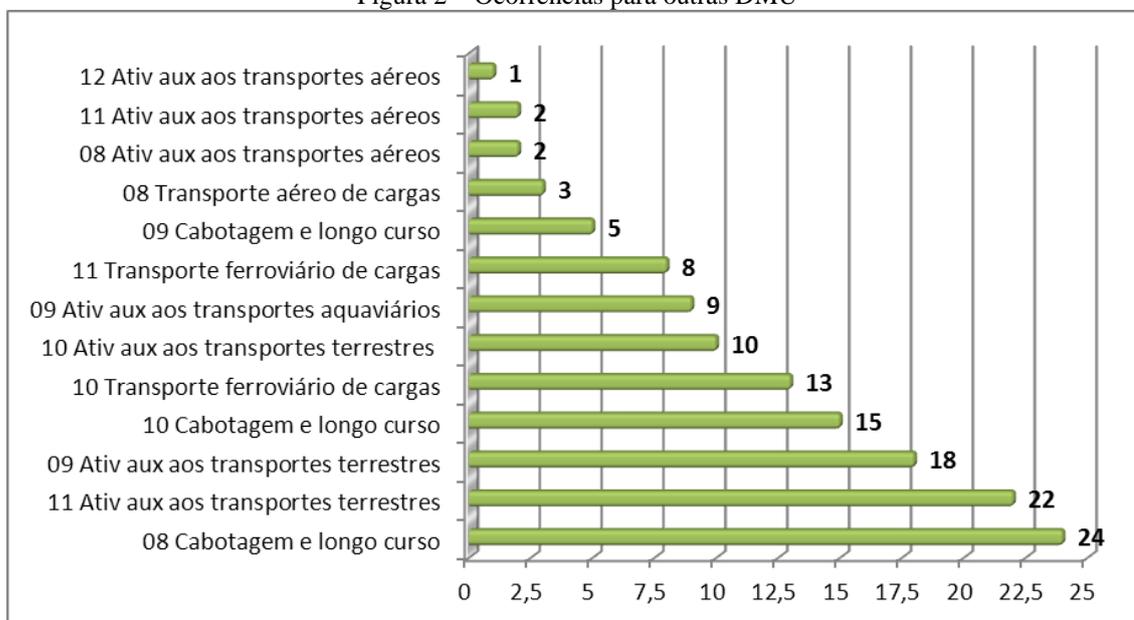
Além da análise de eficiência por meio de escores, a aplicação DEA fornece ainda *benchmarking* 's para as unidades que não alcançaram a eficiência máxima.

A atividade que mais serviu de referência para outra DMU foi a 'cabotagem e longo curso' no ano de 2008 com 24 ocorrências e no ano de 2010 com 15 ocorrências, seguida pela 'atividade auxiliar aos transportes terrestres' no ano de 2011 com 22 eventos e no ano de 2009 com 18 frequências. Ainda surge a atividade de 'transporte ferroviário de cargas' no ano de 2010 com 13 ocorrências.

Percebe-se que as atividades descritas na sequência na Figura 3, são aquelas que mais servem de exemplo para as atividades menos eficientes. Assim destacam-se a 'atividade

auxiliar aos transportes aéreos’, a ‘cabotagem de longo curso’ e o ‘transporte ferroviário de cargas’ que demonstram, além de terem escores elevados, serem uma boa referência de melhoria para as outras atividades. Segue Figura 2 tem-se as atividades que mais serviram de *benchmarking*’s para outras DMU’s.:

Figura 2 – Ocorrências para outras DMU



Fonte: Dados da pesquisa

As DMU’s que não aparecem na Figura 2 não são bons exemplos de *benchmarking* para as outras atividades, pois não tiveram nenhuma ocorrência na modelagem DEA. Essas ocorrências servem para projetar as unidades ineficientes sugerindo valores ótimos para as variáveis, minimizando insumos e maximizando os produtos.

Após a análise de *benchmarking* na qual é possível verificar os exemplos positivos para melhoria de cada DMU passa-se a análise de melhoria das variáveis.

#### 4.2 Análise de melhoria das variáveis

As melhorias potenciais indicam o quanto cada variável necessita ser minimizada, se for insumo ou maximizada, se for produto, para que a DMU alcance a máxima eficiência. Não há como alterar apenas uma variável para que a atividade alcance a eficiência (exceto se apenas uma variável surgir como possível melhoria), é preciso que haja a alteração no conjunto de todas as variáveis, minimizando as variáveis de entrada e maximizando as variáveis de saída. Assim segue Tabela 3 com uma visão geral das melhorias necessárias:

Tabela 3 – Melhorias potenciais (%) para as DMU’s menos eficientes

ANO	DMU	Entrada				Saída
		MOD	COMB	CUSTO	AQUIS TRANSP	RECEITA
2008	Ativ aux aos transportes terrestres	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,77%
2008	Ativ organiz do transporte de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-67,44%	30,35%
2008	Movim e armazenagem de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	33,82%
2008	Navegação de apoio	0,00%	0,00%	0,00%	-89,26%	110,92%
2008	Navegação interior	0,00%	-0,45%	-69,22%	-43,24%	100,73%
2008	Outros tipos de transporte aquaviário	0,00%	0,00%	0,00%	-5,01%	173,09%
2008	Transporte ferroviário de carga	0,00%	-8,73%	0,00%	-11,50%	27,18%
2008	Transporte rodoviário de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-85,81%	73,12%
2009	Ativ organiz do transporte de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-5,08%	39,58%

2009	Movim e armazenagem de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-28,74%	54,31%
2009	Navegação de apoio	0,00%	0,00%	0,00%	-88,28%	134,18%
2009	Navegação interior	0,00%	-19,33%	-75,95%	-67,62%	78,74%
2009	Outros tipos de transporte aquaviário	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	176,55%
2009	Transporte aéreo de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	28,62%
2009	Transporte ferroviário de carga	0,00%	-3,94%	0,00%	-62,36%	19,81%
2009	Transporte rodoviário de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-90,92%	75,53%
2010	Ativ aux aos transportes aéreos	0,00%	0,00%	0,00%	-11,77%	9,20%
2010	Ativ aux aos transportes aquaviários	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,60%
2010	Ativ organiz do transporte de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	75,12%
2010	Movim e armazenagem de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-0,52%	63,30%
2010	Navegação de apoio	0,00%	0,00%	0,00%	-89,95%	138,97%
2010	Navegação interior	0,00%	-9,78%	-75,78%	-66,23%	94,80%
2010	Outros tipos de transporte aquaviário	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	159,00%
2010	Transporte aéreo de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	37,28%
2010	Transporte rodoviário de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-84,08%	83,12%
2011	Ativ aux aos transportes aquaviários	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,43%
2011	Ativ organiz do transporte de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-8,11%	42,60%
2011	Cabotagem e longo curso	0,00%	0,00%	-41,28%	-96,56%	9,27%
2011	Movim e armazenagem de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-53,08%	51,45%
2011	Navegação de apoio	0,00%	0,00%	0,00%	-93,31%	134,72%
2011	Navegação interior	0,00%	0,00%	-78,34%	-73,31%	81,65%
2011	Outros tipos de transporte aquaviário	0,00%	0,00%	-34,41%	-15,97%	158,01%
2011	Transporte aéreo de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	24,89%
2011	Transporte rodoviário de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-87,99%	79,87%
2012	Ativ aux aos transportes aquaviários	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	45,11%
2012	Ativ aux aos transportes terrestres	0,00%	0,00%	-27,04%	0,00%	1,43%
2012	Ativ organiz do transporte de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-20,25%	56,24%
2012	Cabotagem e longo curso	0,00%	0,00%	-19,35%	-82,75%	23,35%
2012	Movim e armazenagem de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-71,30%	34,61%
2012	Navegação de apoio	0,00%	0,00%	0,00%	-90,93%	160,20%
2012	Navegação interior	0,00%	0,00%	0,00%	-21,65%	77,52%
2012	Outros tipos de transporte aquaviário	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	163,61%
2012	Transporte ferroviário de carga	0,00%	0,00%	0,00%	-5,94%	32,44%
2012	Transporte rodoviário de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-89,79%	83,52%
	MÉDIA	0,00%	-0,96%	-9,58%	-38,84%	70,24%
	MÁXIMO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	176,55%
	MÍNIMO	0,00%	-19,33%	-78,34%	-96,56%	1,43%
	DESVIO PADRÃO	0,00%	1,72%	15,67%	36,25%	42,63%

Fonte: Dados da pesquisa

Nota-se conforme Tabela 3 que a variável mão-de-obra não apresentou percentuais de melhoria para nenhuma atividade e em nenhum período analisado. Dessa forma as análises de melhoria se concentram nas variáveis combustíveis, custos e aquisição de transportes para os *inputs* e na variável receita para os *outputs*.

A variável com maior desvio padrão é a ‘receita’, coincidentemente é a variável que precisa ser maximizada em todas as DMU’s conforme Tabela 3. A receita apresenta altos valores, sendo que destacam-se as três atividades ligadas ao modal aquaviário, sendo elas navegação de apoio, navegação interior e outros tipos de transporte aquaviário. A sugestão para maximização da receita nestas atividades pode estar ligada ao baixo uso das vias navegáveis internas do Brasil, que representam menos de 13% da matriz de transportes.

Menores percentuais surgem em atividades que, se elevassem apenas a receita, conseguiriam obter o escore máximo de eficiência. Nesta condição, tem-se na atividade auxiliar aos transportes terrestres um exemplo de que, maximizando a receita em 3,77% seria possível atingir o escore máximo no ano de 2008.

Altos percentuais de otimização da receita também são notados no modal rodoviário, que apresenta escores de melhoria entre 70% e 80%. Este fato exige atenção quando resgatamos os dados do PNL (2012) no qual pode-se constatar que os fretes hidroviários e ferroviários podem ser 62% e 37% mais baratos do que os fretes rodoviários. Ou seja, além de possuir um frete mais caro em relação a outros modais, esta atividade não está conseguindo gerar altas receitas, pois um percentual de melhoria de, por exemplo, 79,87% no ano de 2011, representa um valor superior a 54 bilhões a ser obtido como receita adicional nesta atividade.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa analisou a eficiência das atividades relacionadas aos modais logísticos, transporte e movimentação de cargas no Brasil. O setor logístico foi escolhido em função da importância que representa para a economia do país e seu desenvolvimento.

A escolha das variáveis utilizadas para cálculo da eficiência foi baseada em estudos contemporâneos que calcularam a eficiência de diversas formas (ambiental, técnica, contábil, alocativa). Sendo a eficiência alocativa aplicada neste estudo.

As principais variáveis percebidas na literatura e relacionadas à logística foram o gasto com combustíveis, mão-de-obra, custos diretos e indiretos, investimento em ativos, investimento em meios de transporte, número de empresas e a receita gerada. A opção por essas variáveis consiste em uniformizar a equação de eficiência utilizando variáveis contábeis e gerenciais que são comuns a todas as atividades logísticas, independente do modal, seja ele aéreo, ferroviário, rodoviário, aquaviário ou dutoviário. Optou-se por não incluir no cálculo da eficiência o volume transportado, pois é inerente ao processo que determinado modal movimenta mais ou menos carga que outro, dada sua capacidade. Logo, a inclusão da variável volume foi suprida pela inclusão da receita gerada que mantém uma relação com o volume.

Foram testados os retornos de escala das variáveis que compõem o estudo a fim de determinar o método de avaliação da eficiência das atividades logísticas. Dadas as variáveis utilizadas foram gerados diagramas de dispersão via SPSS<sup>®</sup> e verificadas as correlações entre as variáveis de modo a diagnosticar os retornos de escala. Como os retornos foram constantes foi utilizada a análise envoltória de dados (DEA) com o modelo CCR orientado a produtos, desse modo a abordagem do estudo foi quantitativa.

A análise envoltória de dados (DEA) permitiu comparações dos indicadores de eficiência de cada atividade, ou seja, um comparativo entre as doze DMU's que fizeram parte da amostra, sendo que foi analisado o período de 2008 a 2012. Os escores resultantes deste estudo servem como avaliação de desempenho dos modais, pois podem ser vistos como indicadores de auxílio às empresas que optam por sua atividade concentrada em determinado modal.

Assim, como atividade eficiente destacou-se a atividade auxiliar aos transportes aéreos que atingiu escores de 100% nos períodos analisados, exceto no ano de 2010 que obteve 91,58%. Cabe ressaltar ainda que obtiveram três escores máximos de eficiência as atividades de 'cabotagem e longo curso' e as 'atividades auxiliares ao transporte terrestre. As atividades de 'transporte ferroviário de cargas' (2010 e 2011), 'transporte aéreo de cargas' (2008 e 2012) e 'atividades auxiliares aos transportes aquaviários' (2008 e 2009) tiveram dois escores máximos de eficiência nos anos destacados entre parênteses.

Destaque negativo para atividades de navegação interior, navegação de apoio e outros tipos de transporte aquaviários que apresentaram baixos escores de eficiência. Dessa forma, o modal aquaviário, no tocante às vias internas navegáveis e sua exploração requer investimentos e expansão para um melhora efetiva na eficiência dessas atividades.

A análise envoltória de dados (DEA) também permitiu comparações de modo a sugerir valores e percentuais de melhoria para as atividades. Assim é possível indicar quais atividades

consomem mais ou menos combustíveis, incorrem em custos diretos e indiretos e investem em ativos.

Desse modo, dentre os *benchmarkings* ou referências para melhoria e alcance a fronteira da eficiência, surgem como exemplos a cabotagem de longo curso (2008) e a atividade auxiliar aos transportes terrestres (2011) com 22 e 24 ocorrências de *benchmarking* respectivamente. Com relação à variável ‘gastos com combustíveis’ a navegação interior e o transporte ferroviário de carga são os que apresentam maior índice de melhoria, como por exemplo, em 2009, o transporte ferroviário de cargas deveria melhorar ou reduzir seus gastos com combustíveis em 3,94% para alcançar a fronteira da eficiência. Para a variável ‘custos’ destacam-se atividades ligadas ao modal aquaviário como a ‘navegação interior’ e a ‘cabotagem a longo curso’, sendo que de 2008 a 2011 a atividade ‘navegação interior’ atingiu altos escores de melhoria chegando a 78,34% em 2011. Por fim, quanto a ‘aquisição de ativos’ os maiores percentuais de melhorias foram notados nas atividades organizadoras do transporte de cargas, no ano de 2008 com 96,56% e também a atividade navegação de apoio com 93,31% também no ano de 2008.

Assim percebe-se que algumas atividades podem ser estimuladas por serem mais eficientes, como é o caso do transporte ferroviário de cargas e o transporte aéreo de cargas que possuem alto potencial de eficiência e ainda representam baixos percentuais na matriz de transportes brasileira.

A contribuição no âmbito contábil concentrou-se na adoção de variáveis que possuem relação direta com o volume de cargas, um exemplo dessas variáveis é o custo com combustíveis e a receita gerada pelas atividades. Desse modo, essas métricas reforçam a importância da contabilidade para medição e apuração de resultados e desempenho.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS – ANTAQ. **Anuário Estatístico Aquaviário**. 2012. Disponível em <http://www.antaq.gov.br/portal/Anuarios/Anuario2012/index.htm>. Acesso em 18 fev 2014.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT. **Anuário Estatístico dos Transportes Terrestres**. 2008. Disponível em [http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/10868/Ano\\_2009.html#lista](http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/10868/Ano_2009.html#lista). Acesso em 16 nov 2012.
- BALLOU, R. H. **Logística empresarial: transporte, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 1993.
- BANASZEWSKA, A.; CRUIJSSEN, F.; DULLAERT, W.; GERDESSEN, J.C. A framework for measuring efficiency levels—The case of express depots. **International Journal of Production Economics**, Volume 139, Issue 2, October 2012, Pages 484-495, ISSN 0925-5273.
- BERTOLOTO, R. F. MELLO, J. C. C. B. S. de. Eficiência dos portos e terminais privativos brasileiros com características distintas. **Journal of Transport Literature**. Vol. 5, n. 22, pp. 4-21, Apr 2011.
- BLOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística Empresarial: O processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2001.
- BRISSIMIS, S. N.; DELIS, M. D.; TSIONAS, E. G. Technical and allocative efficiency in European banking. **European Journal of Operational Research**, Volume 204, Issue 1, 1 July 2010, Pages 153-163, ISSN 0377-2217.
- CASA NOVA, S. **Utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na Análise de Demonstrações Contábeis**. Tese (Doutorado em Contabilidade e Controladoria) Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2002.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W. Preface to topics in data envelopment analysis. **Business And Economics Annals Of Operations Research**. Volume 2, Number 1 - 1985, 59-94, DOI: 10.1007/BF01874733
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT. **Pesquisa CNT de Rodovias 2013: Relatório Gerencial**. 2013. CNT, SEST, SENAT. Brasília.
- COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS. **Supply Chain Management Terms and Glossary**. Feb 2010. Disponível em <http://cscmp.org/digital/glossary/document.pdf>. Acesso em Nov 2012.

- DE SOUSA JÚNIOR, J.; NOBRE JÚNIOR, E.; PRATA, B.. Análise da eficiência dos portos da região Nordeste do Brasil baseada em Análise Envoltória de Dados. **Sistemas & Gestão**, América do Norte, 329, 05, 2009.
- DIMITROV, P. Logistics in Bulgarian manufacturing companies. **International Journal of Production Economics**. Volumes 93–94, 8 January 2005, Pages 207-215, ISSN 0925-5273.
- FRIED, H.; LOVELL, C. A. K.; SCHIMIDT, S. **The measurement of productive efficiency: techniques and applications**. 1993. New York: Oxford University Press.
- FUNDAÇÃO DOM CABRAL. **Custos Logísticos no Brasil**. 2012. Disponível em [http://www.fdc.org.br/pt/PublishingImages/noticias/2012/pesquisa\\_custo\\_logistico.pdf](http://www.fdc.org.br/pt/PublishingImages/noticias/2012/pesquisa_custo_logistico.pdf). Acesso em Out 2012.
- GILLEN, D.; LALL, A. Developing measures of airport productivity and performance: an application of data envelopment analysis. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, Volume 33, Issue 4, December 1997, Pages 261-273, ISSN 1366-5545.
- GUEDES, L. E. M.; PENA, R. C. M.; GUERREIRO, A. S. Análise de Eficiência dos Terminais Portuários do Mercosul. **In: Congresso de Pesquisa em Ensino em Transportes, XXII.**, 2008, Fortaleza. Anais.Fortaleza: ANPET, 2008.
- HEINEN, A. C.; DIEHL, C. A.; ALVES, T. W. Análise de Eficiência Ambiental na Aviação Civil Comercial Brasileira com Uso da Abordagem DEA. **In: Anais do Congresso Brasileiro de Custos – 2012**. Bento Gonçalves – RS, de 12 a 14 de nov de 2012.
- ISHFAQ, R.; SOX, C. R. Intermodal logistics: The interplay of financial, operational and service issues. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**. Volume 46, Issue 6, November 2010, Pages 926-949, ISSN 1366-5545.
- KIM, T. Efficiency of trucks in logistics: technical efficiency and scale efficiency. **Asian Journal on Quality**. 2010. Vol. 11 Iss: 1, pp.89 – 96.
- KUMBHAKAR, S.C., LOVELL, C.A.K. **Stochastic frontier analysis**. New York: Cambridge University Press, 2003. 332 p.
- MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Balço 2012**. Edição 2012. Disponível em <http://www.transportes.gov.br/public/arquivo/arq1360875337.pdf>. Acesso em: 06 jan 2014.
- NAUDÉ, W.; MATTHEE, M. The impact of transport costs on new venture internationalization. **Journal Of International Entrepreneurship**. Volume 9, Number 1 (2011), 62-89, DOI: 10.1007/s10843-010-0066-6.
- NAZÁRIO, P. Papel do Transporte na Estratégia Logística. In: FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. **Logística Empresarial: a perspectiva brasileira**. 1. ed. 9. reimpr. São Paulo: Atlas, 2007.
- PLANO NACIONAL DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES – PNLT. **Relatório Final**. Ministério dos Transportes. Secretaria de Política Nacional de Transportes SPNT/MT. Setembro 2012. Brasília – DF.
- SARKIS, J. An Analysis of the Operational Efficiency of Major Airports in the United States. **Journal of Operations Management**. Volume 18, Issue 3, April 2000, pp. 335 – 351.
- SAVOLAINEN, V-V. **Relative Technical Efficiency of European Transportation Systems**. Dissertação de Mestrado. Gestão da Informação e Supply Chain. Lappeenranta – Finlândia. 2007.
- SHANK, J. K.; COLLEGE, D. Strategic Cost Management: New Wine, or Just New Bottles? **Journal of Management Accounting Research**. Fall, Vol. 1. 47-65, 1989.
- SILVA, F. G. F. da; MARTINS, F. G. D.; ROCHA, C. H., ARAÚJO, C. D. F. Análise exploratória da eficiência produtiva dos portos brasileiros. **Revista Transportes**. Rio de Janeiro, RJ, v. 19, n. 1, p. 5-12, Set. 2011. ISSN 2237-1346. Disponível em: <<http://www.revistatransportes.org.br/anpet/article/view/480/366>>. Acesso em: 26 Nov. 2012. doi:10.4237/transportes.v19i1.480.
- SOUZA, P. C. T.; WILHELM, V. E. Uma introdução aos modelos DEA de eficiência técnica. **Ciência e Cultura**, n. 42, p121-139. Tuiuti., Curitiba, 2009.
- SOUZA JUNIOR, J. N. C. ; PRATA, B. A. ; NOBRE JUNIOR, E. F. Análise da eficiência dos Portos da Região Nordeste do Brasil baseada em Análise Envoltória de Dados. **Sistemas & Gestão**, 2008, v. 3, p. 74-91.
- TALIANI, E. C.; ESCOBAR, S. G. Analisis de la eficiencia encostes delas empresas de transporte de mercancia por carretera: uma aproximación empírica del DEA. **Revista ibero-americana de contabilidade de gestion**, 93–120. 2008.
- URI, N. D. Technical efficiency, allocative efficiency, and the impact of incentive regulation in telecommunications in the United States. **Structural Change and Economic Dynamics**. Volume 12, Issue 1, March 2001, Pages 59-73, ISSN 0954-349X.
- WANKE, P. Determinants of scale efficiency in the Brazilian third-party logistics industry from 2001 to 2009. **BAR, Braz. Adm. Rev.** [online]. 2012, vol.9, n.1, pp. 66-87. ISSN 1807-7692.