

UM ESTUDO SOBRE A EFICIÊNCIA TÉCNICA DAS EMPRESAS DO SETOR FERROVIÁRIO NO BRASIL

Alessandro Lepchak (UNICENTRO) lepchak@msn.com

Resumo:

Este estudo teve por objetivo avaliar a eficiência técnica das empresas que atuam no setor de transporte ferroviário no Brasil. Para tanto se utilizou de uma pesquisa quantitativa por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA). O estudo contou com quatro (4) empresas listadas no site BM&FBovespa relacionadas no link 'Empresas Listadas' no setor de atuação de Transporte Ferroviário. O período analisado foi de 2011 a 2015, exceto para a ALL Norte que divulgou informações a partir de 2013 e a empresa Rumo Logística que é resultante de combinação de negócios apresentando dados a partir de 2013. As variáveis utilizadas foram os Ativos, Gastos com pessoal e Custos, para a entrada (*inputs*) e Receita, Lucro Líquido e Volume transportado para a saída (*outputs*). Conclui-se que os maiores indicadores de eficiência foram apresentados pelas empresa ALL Norte, seguida da Ferrovia Centro-Atlântica e da Rumo Logística. A Ferrovia Centro-Atlântica foi a empresa com maior oscilação em seus escores, sendo que também apresentou o escore mais baixo, 70,56% no 1º trimestre de 2013. As melhorias sugeridas pelo modelos concentraram-se nas variáveis de saída e na variável de entrada 'Ativo'. Sendo que os maiores percentuais de melhoria concentram-se na variável 'Volume' para as empresas ALL Norte e Rumo Logística. Destaca-se ainda melhorias em diversos períodos para a variável 'Receita'.

Palavras chave: Modal Ferroviário, Eficiência Técnica, Análise Envoltória de Dados (DEA).

A STUDY ON THE TECHNICAL EFFICIENCY OF COMPANIES OPERATING IN THE RAILWAY SECTOR IN BRAZIL

Abstract

This study aimed to evaluate the technical efficiency of companies operating in the railway sector in Brazil. For this we used a quantitative research using data envelopment analysis (DEA). The study had four (4) companies listed on the BM&FBovespa related site on the 'Listed Companies' in the Rail Transport sector of activity. The study period was from 2011 to 2015 except for ALL North who disclosed information from 2013 and the company Rumo Logística is a result of business combination presenting data from 2013. The variables were the Assets, Personnel expenses and costs for input and Revenue, Net Income and Volume transported to the output. It is concluded that the greatest efficiency indicators were presented by the company ALL Norte, followed by Ferrovia Centro-Atlantica and Rumo Logística. The Ferrovia Centro-Atlantica was the company with greater sway in their scores, and also had the lowest score, 70.56% in the 1st quarter of 2013. The improvements suggested by models focused on the output variables and variable input 'active'. With the largest percentage improvement focus on variable 'Volume' to ALL Northern Region and Rumo Logística. It is noticeable improvements in several periods for the variable 'Revenue'.

Key-words: Modal Rail, Technical efficiency, Data envelopment analysis (DEA).

1. Introdução

A partir da década de 60 os gestores e pesquisadores investigam a importância da área logística com maior ênfase (BALLOU, 2007). Desde então a logística incorporou o gerenciamento e fornecimento de produtos como uma nova função dentro da estrutura organizacional, fazendo referência principalmente as utilidades de tempo e lugar (TIMMS; POHLEN, 1970).

Posteriormente, a partir da década de 90 a logística tornou-se parte fundamental da gestão organizacional, sendo analisada dentro de um contexto gerencial na estrutura das empresas e também como fator importante para a competitividade, passando a ser objeto de investigações em esferas como a estratégia e o planejamento (RUSSEL, 2007).

O desempenho gerencial das organizações é diretamente afetado pela logística, o conjunto de fornecedores e clientes e sua localização demandam uma análise gerencial minuciosa e detalhada. Corroborando esta 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.

Faz-se necessário avaliar a eficiência dos sistemas logísticos, pois há valores representativos nas empresas brasileiras como por exemplo os custos que comprometem cerca 10% da receita nas economias mais desenvolvidas (ENGBLOM et al., 2012).

O Brasil possui uma das piores colocações em termos de minimização do custo logístico do mundo, representando cerca de 12% do PIB, enquanto nos Estados Unidos da América 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 valores relativos (FUNDAÇÃO DOM CABRAL, 2012). Ao se avaliar em valores monetários estes custos representam uma perda anual de 83,2 bilhões de dólares por ano. Para as empresas o custo logístico médio representa cerca de 13,14% em relação à receita, sendo que o setor Químico e Petroquímico apresenta o menor custo com 6,29% da receita bruta e o setor de Bens de Capital tem a maior média com 22,69% (FUNDAÇÃO DOM CABRAL, 2012).

Além da gestão de custos existem outros aspectos que afetam a eficiência dos modais logísticos e que estrategicamente podem ser explorados. Na óptica de Fawcett e Cooper (1998) outros quatro fatores devem ser levados em consideração na área logística, são eles: a gestão de ativos, o atendimento ao cliente, a produtividade e a qualidade.

Frazelle (2002) *apud* Banaszewska et al. (2012) dissertam que a escolha do modal logístico deveria ser sustentada em análise das perspectivas financeiras, de produtividade, de utilização, de qualidade e de ciclos. Logo, a análise da logística sob o arcabouço da contabilidade gerencial demanda melhores informações do que aquelas encontradas nas demonstrações contábeis ou relatórios gerenciais. A fim de ampliar a discussão em destaque emerge o conceito de eficiência operacional (eficiência técnica), presente em inúmeros trabalhos como por exemplo Li et al. (2009), Kim (2010), Bertoloto e Mello (2011), Wanke (2012), Banaszewska et al. (2012), Silva et al. (2012).

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 (FEDDERKE; SIMBANEGAVI, 2012 e URI, 2001) por meio da capacidade de evitar perdas e produzir tanto quanto os insumos permitem. Assim, na área logística é relevante conhecer as medidas de eficiência da organização, de modo a aprimorar a produtividade e utilização dos recursos organizacionais disponíveis proporcionando qualidade na informação contábil.

A eficiência aplicada na logística exige um nível alto de detalhamento de informações e contempla tanto elementos quantitativos como qualitativos. Com relação a estes fatores os chineses Zhao e Tang (2009) investigaram, por meio de uma análise quantitativa, que a atividade logística depende de fatores como a categoria de produtos, a organização logística e a distribuição de acordo com as características dos bens.

A análise de eficiência também foi alvo dos achados de Kim (2010) que propôs um sistema para avaliar a eficiência do transporte rodoviário na Coreia do Sul, por meio da aplicação de

questionários a motoristas. Os resultados demonstram que as variáveis como infraestrutura, imobilizado e frota precisam ser aperfeiçoadas para resultar em maior eficiência técnica.

O objeto principal desta pesquisa é o modal ferroviário, apesar do modal rodoviário ser o mais utilizado no Brasil, em virtude da extensa malha rodoviária existente (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2012). Para o Ministério dos Transportes (2012) falta concorrência entre os modais logísticos e a integração entre os mesmos de modo que a garantia de apropriada conexão e coordenação prejudicam a atuação eficiente das organizações.

Em estudo realizado com 126 empresas, 71% da amostra declarou que uma melhor gestão das ferrovias com integração multimodal seria uma ação relevante para a melhora da logística como um todo. Citaram também que o investimento e participação pública na composição da estrutura logística é um fator limitante para o desenvolvimento das organizações (FUNDAÇÃO DOM CABRAL, 2012).

O Brasil possuía em 2011 mais de 30 mil quilômetros de ferrovias, administradas por 12 empresas por meio de concessão estatal. Todavia há a predominância de atuação da empresa América Latina Logística que possui malhas ferroviárias nas regiões Sul, Centro Oeste e Norte (AGENCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRETTRES - ANTT, 2014). Diante dos argumentos ora apresentados, emerge a seguinte questão que norteia a presente pesquisa: **Qual a eficiência técnica (operacional) das empresas que atuam no setor ferroviário no Brasil?**

A contribuição da pesquisa baseia-se em oferecer uma análise diferenciada tanto dos indicadores contábeis como também de aspectos operacionais, pois o conhecimento da eficiência proporciona melhor domínio no poder de decisão. Assim, a contribuição teórica está alinhada com o objetivo da contabilidade (gerencial) que é prover os usuários de informação para tomada de decisão.

2. Referencial Teórico-empírico

2.1 Modal Ferroviário

O modal ferroviário consiste em um dos mais antigos meios de transporte e é utilizado para transportar, de maneira eficiente, uma grande quantidade de tonelage por longas distâncias, sendo essa a principal razão de que as ferrovias continuam ocupando um lugar de destaque nos transportes. Esse meio de transporte, segundo Bowersox e Closs (2001) incorrem em elevados custos fixos em virtude do equipamento caro, do acesso aos pátios de manobra e aos terminais, sendo que por outro lado apresenta custos variáveis relativamente baixos.

Esse modal oferece diversos serviços especiais aos contratantes, podendo ser movimentação de graneis, como carvão ou cereais, porém alguns produtos requerem equipamento especial para seu transporte como ocorre com automóveis ou perecíveis. Segundo a Confederação Nacional dos Transportes (2011) 71% do volume transportado nas ferrovias brasileiras correspondem ao minério de ferro, sendo considerado o principal produto movimentado em 2010.

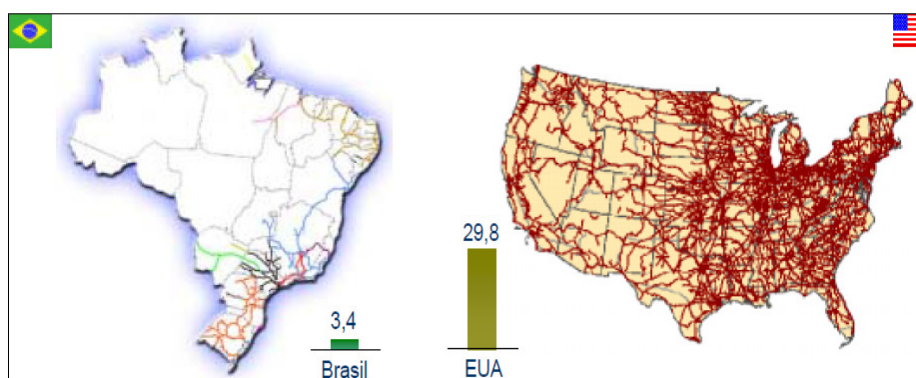
Para Keedi (2001) o modal do transporte ferroviário tem a capacidade de juntar várias unidades para a sua transformação numa composição de alta capacidade de transporte de carga, sendo essa a sua principal vantagem.

De acordo com o Ministério dos Transportes (2012), dentre as características do transporte ferroviário no Brasil está a grande capacidade de carga que pode ser transportada. Além de ser adequado para grandes distâncias, possui elevada eficiência energética, é pouco poluente, possui baixo custo de transporte e manutenção, possui maior segurança visto que ocorrem poucos acidentes, furtos e roubos. Contudo é necessário elevado investimento para a implantação, além do transporte ser lento devido às suas operações de carga e descarga, possui baixa flexibilidade com pequena extensão da malha e baixa integração entre os estados.

Percebe-se ainda a preocupação do Ministério dos Transportes do Brasil em interligar o modal ferroviário com os sistemas aéreos e rodoviários proporcionando a maximização da movimentação de cargas e pessoas.

Correa (2012) avaliou, por meio da Análise Envoltória de Dados - DEA, a eficiência dos sistemas de transporte de carga da Colômbia. Conclui neste estudo que, nas circunstâncias do país analisado, o transporte ferroviário é o mais eficiente na alocação de recursos, devido aos custos e características de cada sistema. Por outro lado, Kim (2010) afirma que, por este modal, é impossível estabelecer um transporte porta a porta e também a maioria das estradas de ferro não são eletrificadas, o que reduz a velocidade dos trens.

Uma informação importante a ser analisada no modal é a densidade do transporte ferroviário, esse indicador é calculado com base na infraestrutura disponível em 1.000 Km² de área. No Brasil este indicador é extremamente baixo quando comparado a outros países desenvolvidos e em desenvolvimento. Tem-se exemplo na Figura 2, que compara a estrutura ferroviária entre Brasil e Estados Unidos.



Fonte: CNT (2013)

Figura 1 - Comparação Da Densidade De Ferrovias

As linhas em vermelho destacadas nos dois mapas da Figura 1 indicam a presença de ferrovias. Percebe-se claramente que os Estados Unidos possuem uma extensa malha ferroviária se comparadas ao Brasil. Justificadas pelas privatizações das ferrovias na década de 90 e pelo período de forte desenvolvimento das rodovias brasileiras. Segundo dados do DNIT (2011) em 1884 o Brasil tinha 6.116 km de ferrovias e 1.650 km estavam em construção. No ano de 1988 existiam 9.200 km em exploração e 9.000 km em construção ou estudo.

Com base no ano de 2008 nos Estados Unidos a participação das ferrovias é de 43% da produção transportada e na Rússia chega a 81%. No Brasil a participação ferroviária é próxima dos 20% ficando atrás, inclusive, de países menores, como a França, que tem o tamanho, aproximado, do estado de São Paulo e tem uma disponibilidade ferroviária superior a do Brasil inteiro (GONÇALVES e MARTINS, 2009; NAZÁRIO, 2007).

Em 2011 o Brasil possuía mais de 30 mil quilômetros de ferrovias, administradas por 12 empresas por meio de concessão estatal. Todavia há a predominância de atuação da empresa América Latina Logística que possui malhas ferroviárias nas regiões Sul, Centro Oeste e Norte (ANTT, 2012).

Nessa linha de raciocínio o setor ferroviário tem experimentado considerável crescimento nos últimos anos, fomentado pelo processo de concessão das malhas federais à iniciativa privada. Os contratos para exploração do serviço público de transporte ferroviário de cargas foram celebrados pela União entre 1996 e 1998. O longo período de estagnação pelo qual passou o setor ferroviário interferiu na matriz de transportes (CNT, 2012), pois mesmo após as

privatizações, 62% das ferrovias concedidas estão em péssimas condições de uso ou abandonadas (ANTT, 2009).

Estima-se que são transportados pelas estradas de ferro brasileiras mais de 20% da produção do país, mas esse valor é considerado baixo em vista da extensão territorial do Brasil e do potencial de utilização desse modal (CNT, 2012). Conforme a Associação Brasileira da Indústria Ferroviária - ABIFER (2010) o transporte ferroviário brasileiro ainda está muito longe de ser um exemplo, se comparado aos países da América Latina, Europa e Estados Unidos.

A análise do modal ferroviário foi objeto do estudo de Marinho *et al* (2012) sendo verificado o uso dos modais na região Sul Fluminense. Uma das principais conclusões foi que a localização, entre o eixo Rio de Janeiro - São Paulo é privilegiada e apresenta vantagem competitiva permitindo uma interligação produtiva das redes logísticas, principalmente com o aumento do fluxo do modal ferroviário.

O modal ferroviário apresenta como vantagens a capacidade para transportar grandes lotes de mercadorias, podendo transportar vários tipos de produtos, alta garantia de entrega dentro do prazo, além de ter alta segurança e ser pouco poluente. Por outro lado, percebem-se pontos negativos como o tempo longo entre os destinos, altos custos fixos em virtude de terminais e pátios de manobra, baixa flexibilidade das rotas e a impossibilidade, em muitos casos, de realizar a entrega final do produto necessitando da integração com outros modais (CORREA, 2012; KIM, 2010; MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2012; NAZÁRIO, 2007; BALLOU, 1993; BOWERSOX E CLOSS, 2001).

2.2 Eficiência Logística

A análise da eficiência foi desenvolvida em alguns sistemas logísticos como nos terminais portuários com trabalhos de Bertoloto e Melo (2011), Silva et al. (2012) que avaliaram a eficiência produtiva e as características particulares dos terminais brasileiros. Por sua vez, De Souza Júnior, Nobre Júnior e Prata (2008) investigaram a eficiência portuária da região Nordeste, e Guedes, Pena e Guerreiro (2008) encontraram pontos críticos e propuseram ações prioritárias na busca da eficiência dos terminais portuários do Mercosul.

Outro exemplo da investigação da eficiência é também notada nos achados de Wanke (2012) que averiguou o setor brasileiro de logística terceirizada, a busca pela ampla variedade de oferta de produtos e serviços aos consumidores e a variedade de tecnologias oferecidas. Constatou que a coordenação eficiente da cadeia logística, apoiados pela disponibilidade de informações em tempo real e sincronização dos inventários, favorece uma alocação mais racional dos recursos em relação às demandas dos clientes.

A eficiência depende tanto do fator humano como do fator capital presente nas organizações, visando aprimorar a interação entre esses fatores para maximizar o resultado. Para Cui e Hertz (2011) as organizações logísticas desenvolvem diferentes formas de pensar e procuram a lógica da criação de valor, sendo que tal estudo serve para compreender as várias estratégias que as empresas adotam.

Então a eficiência pode ser representada pela seguinte equação ' $Q = f(K, L, T)$ ', no qual Q representa a Quantidade de produção, f a função, K o capital, T a tecnologia e L o trabalho segundo Pindyck e Rubinfeld (1994). Essa função representa os insumos utilizados para produzir determinado produto ou serviço, e indicam o conjunto de escolhas que a empresa realiza, podendo ser classificados em amplas categorias como ativo fixo, trabalho, capital e matérias primas e dependentes ainda do estado do fator tecnologia (MILLER, 1981).

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.

2.3 Estudos similares

Taliani e Escobar (2008) apresentaram um estudo utilizando DEA com o objetivo de descrever as características de um grupo de empresas de transporte rodoviário de cargas, nas províncias espanholas de Madrid e Guadalajara, com objetivo de avaliar a eficácia técnica e as limitações dessa eficiência entre os anos de 2004-2006. Como variáveis de saída eles usaram os números inerentes às vendas, e como insumos foram empregados a entrada de materiais primários, os gastos com pessoal, as depreciações e amortizações e outras despesas inerentes à apuração do resultado como custos indiretos e despesas. O objetivo principal foi a otimização da estrutura de custos dessas empresas.

Odeck (2008), para analisar o transporte rodoviário de passageiros, utilizou os insumos referentes a capital, representado pela capacidade do modal, trabalho, representado pelo número de horas e energia, sendo constituído pelo consumo de combustíveis. Como variáveis de saída desse estudo, utilizou-se das seguintes medidas: número de passageiros, quilômetros rodados, e ainda uma correlação entre essas variáveis, o estudo ocorreu entre 1995 e 2002 e foram analisadas dezessete empresas da região de Romsdal, na Noruega.

Na União Europeia, Savolainen (2007) avaliou a eficiência dos modais ferroviário, rodoviário e hidroviário. A análise foi delineada em um nível macro econômico, coletando dados por meio das bases governamentais dos países que compõem a União Europeia. Utilizou-se da técnica da análise envoltória de dados (DEA) para avaliar a eficiência de cada país e seus modais. O estudo não encontrou diferenças significativas entre os modais ferroviário e aéreo, porém as ferrovias apresentam variações da eficiência técnica entre os países. As variáveis investigadas foram capacidade, números de linhas/modais, mão-de-obra direta e indireta, sendo a variável de saída sempre relacionada aos volumes transportados.

3. Metodologia

A proposta central da pesquisa é avaliar a eficiência técnica do modal ferroviário no Brasil, assim a metodologia e estratégia de pesquisa é descrita considerando três divisões principais, sendo elas: classificação e tipologia da pesquisa; população e amostra; e tratamento do dados.

3.1 Classificação e tipologia da pesquisa

Esta pesquisa é classificada como descritiva pois visa descrever a avaliação da eficiência técnica do modal ferroviário, tratando assim do entendimento da realidade social pertinente ao fenômeno em tela. Esse tipo de pesquisa exige do pesquisador certo grau de responsabilidade para que possua validade científica (COOPER e SCHINDLER, 2003). Fontes bibliográficas e documentais foram consultadas a fim de investigar a literatura clássica e contemporânea relativa aos temas centrais do trabalho como modal ferroviário e eficiência logística.

A abordagem do problema possui natureza quantitativa. A abordagem quantitativa é a adequada pois a pesquisa investiga a relação entre variáveis que devem ser minimizadas (insumos) e variáveis a serem maximizadas (produtos). Tal relação define a aplicação empírica do conceito de eficiência técnica.

3.2 População e amostra

A população da pesquisa é composta pelas empresas do setor ferroviário que atuam em todo o território nacional brasileiro e que divulgam seus demonstrativos por meio do site da BM&F Bovespa, ou seja, empresas do setor ferroviário que possuem ações negociadas na bolsa de valores. Segue o Quadro 1 com as empresas que compõem a população do estudo:

Razão Social	Nome de Pregão	Segmento
All - América Latina Logística Malha Norte S.A.	ALL NORTE	MB Cia Balcão Tradicional
All - América Latina Logística Malha Paulista S.A.	ALL PAULISTA	MB Cia Balcão Tradicional
All America Latina Logistica S.A.	ALL AMER LAT	Classificação não disponível
Cosan Logística S.A.	COSAN LOG	NM Novo Mercado
Ferrovia Centro-Atlântica S.A.	FER C ATLANT	Classificação não disponível
Mrs Logística S.A.	MRS LOGIST	MB Cia Balcão Tradicional
Rumo Logística Operadora Multimodal S.A.	RUMO LOG	NM Novo Mercado

Fonte: BM&F Bovespa – Empresas Listadas (2016)

Quadro 1 – População Da Pesquisa

Percebe-se no Quadro 1, as empresas que compõem a população da pesquisa sendo que as mesmas operam via modal ferroviário no Brasil. A listagem foi consultada por meio do site da BM&F Bovespa, por meio do link *Empresas Listadas*. A pesquisa das empresas foi realizada por segmento acessível no link *Setor de atuação* e a seleção da amostra final contemplou quatro (4) empresas. Foram excluídas as empresas ‘All’, ‘All Paulista’ e ‘Cosan’ pois não divulgaram todas as variáveis necessárias para a análise, principalmente dados relacionados ao volume transportado.

3.3 Variáveis, Coleta e Tratamento dos Dados

As variáveis necessárias para a operacionalização da pesquisa foram elegidas de acordo com a coesão entre questão de pesquisa e objetivos (relacionadas à eficiência técnica/logística das empresas). Deste modo, o processo de escolha das variáveis se deu de acordo com a percepção empírica de outros trabalhos que trataram temas correlatos.

Para Cooper e Schindler (2003, p. 53) “variáveis são símbolos aos quais atribuímos numerais ou valores”. Possuem uma ordenação lógica que representam dimensões significativas pertinentes à investigação, Fachin (2001) disserta que a quantificação das variáveis permite comparações entre objetos, fenômenos ou agentes. Com bases em tais definições segue Quadro 2 com as variáveis utilizadas na pesquisa:

E/S	Variáveis	Sigla	Composição das variáveis	Referencial teórico empírico
Entrada	Ativos	ATV	Refere-se ao total de ativos do grupo imobilizado como máquinas, instalações e meios de transporte.	- MARTIN-CEJAS (2002) - URI (2001) - SONG ET AL (2015)
	Gastos com pessoal	MOD	valores totais de salários e gratificações bem como outros valores dentre eles participação nos lucros e resultados, contribuição previdenciária e FGTS.	- TALIANI E ESCOBAR (2008) - SAVOLAINEN (2007) - LI, YU, ZENG e HOLST (2012) - SONG ET AL (2015)
	Custos	CUSTOS	Custos dos serviços, materiais de consumo e outros gastos.	- TALIANI E ESCOBAR (2008); - LI, YU, ZENG e HOLST (2012)
Saída	Receita	RECEITA	Receita Operacional Líquida trimestral	- TALIANI E ESCOBAR (2008)
	Lucro	LL	Lucro Líquido trimestral	- RODRIGUES JR (2012)
	Volume	VOL	Volume de cargas transportadas no trimestre	- SAVOLAINEN (2007) - GILLEN E LALL (1997)

Fonte: Dados da pesquisa (2016)

Quadro 2 – Variáveis Da Pesquisa

As variáveis da pesquisa estão dispostas no Quadro 2, e classificam-se em variáveis de entrada (insumo) e saída (produto). Ao total foram analisadas seis (6) variáveis, sendo três variáveis de entrada (*input*) e três variáveis de saída (*output*). A coleta foi efetuada no site da BM&F Bovespa principalmente nas Demonstrações Contábeis das empresas alvo do estudo bem como nos Relatórios da Administração e compreenderm dados trimestrais do período de 2011 a 2015 (exceto para as empresas ‘ALL NORTE’ que não apresentou todas as variáveis para o ano de 2011, sendo que para esta empresa o recorte temporal foi de 2012 a 2015 e para a empresa ‘RUMO’ que é resultante de uma fusão entre ALL e Cosan, tendo dados disponíveis a partir de

2013). Após a coleta as variáveis foram organizadas com o auxílio de planilhas eletrônicas dispostas via *Microsoft Excel*[®].

Para análise das variáveis foi utilizada técnica de pesquisa operacional que permite a comparação e melhor combinação entre variáveis de entrada e saída. Dentre as técnicas de pesquisa operacional destaca-se a Análise Envoltória de Dados (DEA) originária dos clássicos de Farrell (1957), e aperfeiçoada por Charnes, Cooper e Rhodes (1985) 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 que é utilizada para retornos constantes de escala e BCC que é utilizada para retornos variáveis de escala (SOUZA; WILHELM, 2009).

Para definir o modelo DEA a ser utilizado, os dados foram previamente tratados em software *SPSS*[®]. Nesta etapa foram calculadas regressões e correlações das variáveis e definiu-se o modelo CCR para esta análise tendo em vista que as variáveis apresentam retornos constantes de escala. A base de dados após organizada contou com 68 observações, sendo que para a análise DEA cada trimestre é tratado como uma DMU (*Decision Making Unit*), logo a unidade 'trimestre' de cada empresa é que foi objeto de análise individual e comparativa.

A pesquisa operacional foi realizada utilizando o banco de dados em *Microsoft Access*[®] 'MaxDEA' (versão 6.1 R2013-12-25; www.maxdea.cn) que permite a importação dos *inputs* e *outputs* de cada unidade de análise por meio de base preparada em *Microsoft Excel*[®].

4. Análise dos resultados

Primeiramente tem-se a Tabela 1 que apresenta os escores de eficiência calculados para as quatro empresas constantes na amostra:

TRIMESTRE	ANO	ALL NORTE	CENTRO ATLANTICA	MRS	RUMO
1ºTRIM	2011	-	78,85%	95,67%	-
2ºTRIM	2011	-	98,91%	94,37%	-
3ºTRIM	2011	-	100,00%	97,65%	-
4ºTRIM	2011	-	100,00%	86,50%	-
1ºTRIM	2012	100,00%	81,32%	81,53%	-
2ºTRIM	2012	100,00%	99,45%	84,03%	-
3ºTRIM	2012	100,00%	88,90%	83,34%	-
4ºTRIM	2012	100,00%	94,14%	83,01%	-
1ºTRIM	2013	94,72%	70,56%	76,11%	100,00%
2ºTRIM	2013	91,44%	80,18%	84,37%	94,47%
3ºTRIM	2013	90,14%	92,54%	88,80%	100,00%
4ºTRIM	2013	89,03%	100,00%	92,29%	100,00%
1ºTRIM	2014	95,93%	80,50%	79,23%	96,20%
2ºTRIM	2014	100,00%	92,81%	79,46%	90,31%
3ºTRIM	2014	100,00%	96,94%	85,65%	88,39%
4ºTRIM	2014	77,81%	85,29%	88,39%	85,77%
1ºTRIM	2015	94,99%	84,00%	79,13%	79,63%
2ºTRIM	2015	95,63%	100,00%	80,22%	86,55%
3ºTRIM	2015	90,53%	100,00%	81,52%	80,69%
4ºTRIM	2015	82,01%	82,82%	89,95%	72,96%

Fonte: Dados da pesquisa (2016)

Tabela 1 – Escores De Eficiência

Percebe-se na Tabela 1 que os maiores escores de eficiência, dadas as variáveis utilizadas foram constatados na empresa ALL Norte, sendo a mais eficiente tecnicamente no período. Em segundo lugar tem-se a Ferrovia Centro-Atlântica, seguida da Rumo Logística e com menores escores de eficiência apresenta-se a MRS. A ALL Norte se diferencia das demais empresas

estudas por proporcionar um volume de transporte superior às demais e mesmo assim conseguir manter seus níveis de resultado (lucro), controlando seus custos.

A MRS logística apresenta volumes transportados muito inferiores às demais, se considerados os ativos investidos para geração operacional e geração de lucro. Apesar de alcançar volumes consideráveis transportados não consegue atingir uma geração de receita e geração de lucro que a coloque em um patamar eficiente.

Em 2015 a Rumo investiu em novos ativos imobilizados e devido à finalização do processo de fusão, novos ativos foram incorporados em seu balanço. Este indicador, aliado a alguns períodos de prejuízo em 2015 fizeram com que o escore de eficiência diminuísse.

Corroborando com a análise em tela, tem-se a Tabela 2 que trata de todas as melhorias necessárias sugeridas para que, aquelas empresas que não alcançaram eficiência máxima em alguns períodos, possam instituir ações para correção de tais variáveis.

Empresa	Trim	Ano	Ativo	Pessoal	Custos	Receita	Lucro	Volume
ALLNORTE	1º trim	2013	0,00%	0,00%	0,00%	5,28%	4,80%	17,07%
ALLNORTE	2º trim	2013	0,00%	0,00%	0,00%	8,56%	7,60%	38,06%
ALLNORTE	3º trim	2013	0,00%	0,00%	0,00%	9,86%	9,07%	18,37%
ALLNORTE	4º trim	2013	0,00%	0,00%	0,00%	10,97%	9,29%	24,21%
ALLNORTE	1º trim	2014	0,00%	0,00%	0,00%	4,07%	3,31%	9,48%
ALLNORTE	4º trim	2014	0,00%	0,00%	0,00%	22,19%	0,00%	39,40%
ALLNORTE	1º trim	2015	-6,18%	0,00%	0,00%	5,01%	2,69%	0,00%
ALLNORTE	2º trim	2015	0,00%	-9,41%	-9,41%	4,37%	1,61%	15,85%
ALLNORTE	3º trim	2015	0,00%	0,00%	0,00%	9,47%	4,76%	46,98%
ALLNORTE	4º trim	2015	0,00%	-2,30%	-2,30%	17,99%	1,64%	52,67%
CENTRO-ATLANT	1º trim	2011	0,00%	0,00%	0,00%	21,15%	0,00%	0,00%
CENTRO-ATLANT	2º trim	2011	0,00%	0,00%	0,00%	1,09%	0,00%	0,00%
CENTRO-ATLANT	1º trim	2012	0,00%	0,00%	0,00%	18,68%	0,00%	0,00%
CENTRO-ATLANT	2º trim	2012	0,00%	-5,37%	-5,37%	0,55%	0,00%	0,00%
CENTRO-ATLANT	3º trim	2012	0,00%	-3,06%	-3,06%	11,10%	0,00%	0,00%
CENTRO-ATLANT	4º trim	2012	0,00%	0,00%	0,00%	5,86%	0,00%	0,00%
CENTRO-ATLANT	1º trim	2013	0,00%	0,00%	0,00%	29,44%	0,00%	30,39%
CENTRO-ATLANT	2º trim	2013	0,00%	0,00%	0,00%	19,82%	0,00%	10,85%
CENTRO-ATLANT	3º trim	2013	0,00%	0,00%	0,00%	7,46%	1,11%	16,48%
CENTRO-ATLANT	1º trim	2014	0,00%	0,00%	0,00%	19,50%	0,00%	41,79%
CENTRO-ATLANT	2º trim	2014	0,00%	0,00%	0,00%	7,19%	3,73%	31,15%
CENTRO-ATLANT	3º trim	2014	0,00%	0,00%	0,00%	3,06%	2,21%	0,00%
CENTRO-ATLANT	4º trim	2014	0,00%	-0,31%	-0,31%	14,71%	14,71%	28,30%
CENTRO-ATLANT	1º trim	2015	0,00%	0,00%	0,00%	16,00%	0,00%	29,51%
CENTRO-ATLANT	4º trim	2015	0,00%	0,00%	0,00%	17,18%	17,18%	0,00%
MRS1	1º trim	2011	0,00%	0,00%	0,00%	4,33%	4,10%	0,88%
MRS2	2º trim	2011	0,00%	0,00%	0,00%	5,63%	4,64%	26,59%
MRS3	3º trim	2011	0,00%	0,00%	0,00%	2,21%	1,59%	0,00%
MRS4	4º trim	2011	0,00%	0,00%	0,00%	13,50%	9,50%	27,73%
MRS5	1º trim	2012	0,00%	0,00%	0,00%	18,47%	11,06%	2,69%
MRS6	2º trim	2012	0,00%	0,00%	0,00%	15,97%	9,08%	3,66%
MRS7	3º trim	2012	-5,84%	0,00%	0,00%	16,66%	12,65%	0,00%
MRS8	4º trim	2012	0,00%	0,00%	0,00%	16,99%	9,91%	3,27%
MRS9	1º trim	2013	-13,77%	0,00%	0,00%	23,89%	9,97%	0,00%
MRS10	2º trim	2013	-10,00%	0,00%	0,00%	15,63%	8,65%	0,00%
MRS11	3º trim	2013	-9,28%	0,00%	0,00%	11,20%	9,05%	0,00%
MRS12	4º trim	2013	-2,36%	0,00%	0,00%	7,71%	5,75%	0,00%
MRS13	1º trim	2014	-25,83%	0,00%	0,00%	20,77%	9,55%	0,00%
MRS14	2º trim	2014	-14,16%	0,00%	0,00%	20,54%	11,96%	0,00%
MRS15	3º trim	2014	-22,80%	0,00%	0,00%	14,35%	5,73%	0,00%
MRS16	4º trim	2014	-14,82%	0,00%	0,00%	11,61%	7,63%	0,00%

MRS17	1º trim	2015	-26,86%	0,00%	0,00%	20,87%	6,75%	0,00%
MRS18	2º trim	2015	-27,71%	0,00%	0,00%	19,78%	10,25%	0,00%
MRS19	3º trim	2015	-23,81%	0,00%	0,00%	18,48%	5,57%	0,00%
MRS20	4º trim	2015	-14,59%	0,00%	0,00%	10,05%	4,34%	0,00%
RUMO9	1º trim	2013	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
RUMO10	2º trim	2013	0,00%	0,00%	0,00%	5,53%	5,39%	2,84%
RUMO13	1º trim	2014	0,00%	0,00%	0,00%	3,80%	3,80%	7,41%
RUMO14	2º trim	2014	0,00%	0,00%	0,00%	8,94%	0,96%	0,00%
RUMO15	3º trim	2014	0,00%	0,00%	0,00%	11,47%	8,04%	0,00%
RUMO16	4º trim	2014	0,00%	0,00%	0,00%	14,23%	5,78%	4,20%
RUMO17	1º trim	2015	0,00%	0,00%	0,00%	20,37%	3,51%	13,40%
RUMO18	2º trim	2015	0,00%	0,00%	0,00%	13,45%	1,45%	79,21%
RUMO19	3º trim	2015	0,00%	0,00%	0,00%	19,31%	0,00%	81,46%
RUMO20	4º trim	2015	0,00%	0,00%	0,00%	27,04%	0,00%	80,67%

Fonte: Dados da pesquisa (2016)

Tabela 2 – Percentuais de Melhoria para as Variáveis da Pesquisa

Nota-se na Tabela 2 altos indicadores de melhorias na empresa Rumo, sendo que as sugestões para alcance da eficiência máxima se concentram em indicadores de saída como a Receita, o Lucro e o Volume transportado. Nesta última variável é que se tem os maiores percentuais para melhoria do escore de eficiência, chegando no 4º trimestre de 2015 a 80,67%. Este percentual indica que nesta variável a empresa em questão teria que aumentar em 80,67% o volume transportado para ser considerada eficiente. Fator este que diminui o escore deste período para 72,96% (vide Tabela 1). Além de aumentar o volume teria que aumentar em 27,04% sua Receita, assim alcançaria o escore máximo de 100%.

A análise indicou melhorias na variável Ativo para a MRS, sendo que isso demonstra que a mesma possui um ativo menor que as outras empresas analisadas e mesmo assim apresenta escores de eficiência médios de 85%. Para a MRS, além dos ativos destacam-se também melhorias necessárias no Lucro e na Receita para o alcance da eficiência máxima.

Na variável Custos e Pessoal poucos trimestres apresentaram sugestões de melhoria. Percebe-se, nos poucos meses apresentados nestas variáveis que os percentuais de melhoria são relativamente pequenos se comparados aos percentuais de melhoria das outras variáveis. Isso demonstra que as empresas do setor enfrentam as mesmas dificuldades com relação a manutenção dos seus ativos e qualificação e remuneração de pessoal.

A Ferrovia Centro Atlântica concentra os percentuais de melhoria de eficiência, em sua maioria, nas variáveis lucro e receita, atingindo para a variável receita, no 1º trimestre de 2013, 29,44% e 17,18% para o lucro no 4º trimestre de 2015. Altas melhorias necessárias também são percebidas na variável volume que apresenta altos percentuais nos anos de 2013 a 2015.

Comparando os resultados aqui expostos com os achados de Savolainen (2007) discute-se que o Brasil apresenta os mesmos problemas enfrentados pela Europa (guardadas as devidas proporções). Há similaridade com relação à diferença existente nos escores de eficiência, principalmente com relação aos volumes transportados. A fim de apresentar melhorias o Brasil carece de uma padronização dos tamanhos de trilhos (bitolas) e contêineres de modo a proporcionar às empresas, que atuam em regiões diferentes, a igualdade competitiva na busca pela eficiência.

Taliani e Escobar (2008) utilizaram métricas similares às aplicadas neste trabalho (com foco no transporte rodoviário), do contrário aos achados no mencionado estudo, os resultados não apresentaram melhorias significativas em variáveis relacionadas à custos e despesas, sendo que os principais apontamentos estão presentes em variáveis de saída e na variável de entrada 'Ativo'.

5. Conclusões

Este estudo teve por objetivo avaliar a eficiência técnica das empresas que atuam no setor de transporte ferroviário no Brasil. Para tanto se utilizou de uma pesquisa quantitativa por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA).

O estudo contou com quatro (4) empresas listadas no site BM&FBovespa relacionadas no link 'Empresas Listadas' no setor de atuação de Transporte Ferroviário. O período analisado foi de 2011 a 2015 exceto para a ALL Norte que divulgou informações a partir de 2013 e a empresa Rumo Logística que é resultante de combinação de negócios apresentando dados a partir de 2013. As variáveis variáveis foram os Ativos, Gastos com pessoal e Custos para a entrada (*inputs*) e Receita, Lucro Líquido e Volume transportado para a saída (*outputs*).

Conclui-se que os maiores indicadores de eficiência foram apresentados pelas empresa ALL Norte, seguida da Ferrovia Centro-Atlântica e da Rumo Logística. A Ferrovia Centro-Atlântica foi a empresa com maior oscilação em seus escores, sendo que também apresentou o escore mais baixo, 70,56% no 1º trimestre de 2013.

As melhorias sugeridas pelo modelos concentraram-se nas variáveis de saída e na variável de entrada 'Ativo'. Sendo que os maiores percentuais de melhoria concentram-se na variável 'Volume' para as empresas ALL Norte e Rumo Logística. Destaca-se ainda melhorias em diversos períodos para a variável 'Receita'.

Recomenda-se para novos trabalhos a investigação sobre a eficiência nos processos de combinação de negócios, de modo a aprofundar a investigação na empresa Rumo Logística e também a comparação com a estrutura da malha ferroviária existente no Brasil.

Referências

- ABIFER.** Associação Brasileira da Indústria Ferroviária. Disponível em <http://www.abifer.org.br>. Acesso em 04/04/2013 às 22h15min.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT.** *Evolução do Transporte Ferroviário*. 2014. Disponível em http://www.antt.gov.br/html/objects/_downloadblob.php?cod_blob=12769. Acesso em 23 fev 2014.
- BALLOU, R. H.** *The evolution and future of logistics and supply chain management*. European Business Review. Vol. 19, No. 4, 2007, pp. 332-348.
- 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, 10.1016/j.ijpe.2012.05.003.
- BANKER, R.D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W.** *Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis*. Management Science, Vol. 30, No. 9, Setembro 1984, 1982782, pg. 1078-1092
- 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, Research Directory.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.** *Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento*. Atlas, 2009.
- 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.
- COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S.** *Métodos de pesquisa em administração*. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.
- CUI, L.; HERTZ, S.** *Networks and capabilities as characteristics of logistics firms*. Industrial Marketing Management. Volume 40, Issue 6, August 2011, Pages 1004-1011, ISSN 0019-8501.
- 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*. Revista Sistemas & Gestão. 2008. Vol. 3, n. 2, pp. 74-91.
- DELIVAND, M. K.; BARZ, M.; GHEEWALA, S.H.** *Logistics cost analysis of rice straw for biomass power generation in Thailand*. Energy. Volume 36, Issue 3, March 2011, Pages 1435-1441, ISSN 0360-5442, 10.1016/j.energy.2011.01.026.
- DIMITROV, P.** *Logistics in Bulgarian manufacturing companies*. International Journal of Production Economics. Volumes 93–94, 8 January 2005, Pages 207-215, ISSN 0925-5273, 10.1016/j.ijpe.2004.06.019.
- ENGBLOM, J.; SOLAKIVI, T; TÖYLI, J e OJALA, L.** *Multiple-method analysis of logistics costs*. International Journal of Production Economics, Volume 137, Issue 1, May 2012, Pages 29-35, ISSN 0925-5273, 10.1016/j.ijpe.2012.01.007.

- FARRELL, M.J.** *The Measurement of Productive Efficiency*. Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General). 1957, Vol. 120, No. 3, pp. 253-290. Published by: Wiley-Blackwell for the Royal Statistical Society.
- FAWCETT, S.E., COOPER, M.B.** *Logistics performance measurement and customer success*. *Industrial Marketing Management*. Vol. 27, 1998. No. 4, pp. 341-357.
- FEDDERKE, J. W.; SIMBANEGAVI, W.** *Price Elasticities And Pricing Power In Emerging Markets: The Case Of Petrochemical-Derived Plastics In South Africa*. SAJE South Africa Journal of Economics. Vol. 80:1, March, 2012.
- FUNDAÇÃO DOM CABRAL.** *Custos Logísticos no Brasil*. 2012. Disponível em 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.
- GONÇALVES, J. M. P.; MARTINS, G.** *Raio X da produção: investimento e participação dos modais de transporte*. *Revista Brasil Engenharia*. Edição 591. 2009. P. 136-141.
- 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. 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.
- KEEDI, S.** *Logística de Transporte Internacional*. Aduaneiras, São Paulo, 2001.
- KIM, T.** *Efficiency of trucks in logistics: technical efficiency and scale efficiency*. *Asian Journal on Quality*. 2010. Vol. 11 Iss: 1, pp.89 – 96.
- LI, Y.; YANG, F.; LIANG, L.; HUA, Z.** *Allocating the fixed cost as a complement of other cost inputs: A DEA approach*. *European Journal of Operational Research*, Volume 197, Issue 1, 16 August 2009, Pages 389-401, ISSN 0377-2217, 10.1016/j.ejor.2008.06.017.
- MARINHO, F. C.; SOUZA, A. C. B de; SILVA, J. L. G. da; MEIRELLES, E. G.; JUNIOR, D. M. P.** *Transporte de cargas: uma análise sobre os modais e sua aplicação na região Sul Fluminense*. In: Congresso Internacional de Administração. De 24 a 28 de setembro de 2012. Ponta Grossa – PR.
- MARTÍN-CEJAS, R. R.** *An approximation to the productive efficiency of the Spanish airports networks through a deterministic cost frontier*. *Journal of Air Transport Management*. Volume 8, Issue 4, July 2002, Pages 233-238, ISSN 0969-6997.
- MILLER, R. L.** *Microeconomia: teoria, questões e aplicações*. São Paulo: McGraw-Hill, 1981.
- MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES.** *Banco de Informações e Mapas de Transporte*. 2012. Disponível em <http://www2.transportes.gov.br/bit/03-ferro/anuario-ferro.html>. Acesso em: 16 nov 2012.
- 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.
- ODECK, J.** *The effect of mergers on efficiency and productivity of public transport services*. *Transportation Research. Part A*, v. 42, p. 696-708, 2008.
- PINDYCK, R. S; RUBINFELD, D.** *Microeconomia*. São Paulo: Makron Books, 1994.
- RODRIGUES JR, M. M.** *Implicações do processo de convergência contábil na análise de desempenho: um estudo por meio da análise envoltória de dados em empresas listadas na BM&FBovespa*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis – FURB. Blumenau, 2012.
- RUSSEL, S. H.** *Supply chain management: more than integrated logistics*. *Air Force Journal of Logistics*. V. 31, n. 2, p. 56-63, 2007.
- SAVOLAINEN, V-V.** *Relative Technical Efficiency of European Transportation Systems*. Dissertação de Mestrado. Gestão da Informação e Supply Chain. Lappeenranta – Finlândia. 2007.
- SILVA, E. M. da; SILVA, E. M. da; GONÇALVES, V.; MUROLO, A. C.** *Pesquisa Operacional: Para os cursos de Administração e Engenharia*. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- SONG, M.; ZHANG, G.; ZENG, W.; LIU, J.; FANG, K.** *Railway transportation and environmental efficiency in China*. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Available online 29 July 2015, ISSN 1361-920
- SOUZA, P. C. T.; WILHELM, V. E.** *Uma introdução aos modelos DEA de eficiência técnica*. *Ciência e Cultura*, n. 42, p. 121-139. Tuiuti., Curitiba, 2009.
- TALIANI, E. C.; ESCOBAR, S. G.** *Analisis de la eficiencia encostes delas empresas de transporte de mercancia por carretera: una aproximación empírica del DEA*. *Revista ibero-americana de contabilidade de gestion*, p. 93-120. 2008.
- TIMMS, H.L.; POHLEN, M.F.** *The Production Function in Business*. 3rd ed., Richard D. Irwin, Inc., Homewood, IL, 1970.
- 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, 10.1016/S0954-349X(00)00031-X.
- ZHAO, X.; TANG, K.** *Analysis and Strategy of the Chinese Logistics Cost Reduction*. *International Journal of Business and Management*. 2009. Vol. 4, Iss. 4. ISSN 1833-3850.
- 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.