



## EFICIENCIA DAS CONCESSIONARIAS FERROVIÁRIAS NO BRASIL: Uma Aplicação por meio da Análise Envoltória de Dados

### EFFICIENCY OF DEALERS RAILWAY IN BRAZIL: An Application by Data Envelopment Analysis

*André Luiz Marques Serrano* <sup>(1)</sup>

*Guilherme Faria Prux* <sup>(2)</sup>

*Marcelo Driemeyer Wilbert* <sup>(3)</sup>

*Universidade de Brasília/UNB, Brasília, DF*

*Luiz Medeiros de Araujo Neto* <sup>(4)</sup>

*Centro Universitário Euro-Americano/Unieuro*

*Carlos Rosano Peña* <sup>(5)</sup>

*Universidade de Brasília/UNB, Brasília, DF*

#### RESUMO

Considerando a futura expansão das malhas ferroviárias brasileiras previstas no Programa de Investimento em Logística (PIL) e no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), a prática adotada pelo governo de conceder a administração de trechos ferroviários a empresas privadas tem sido uma boa alternativa para fazer frente ao problema da escassez de recursos. Para que tal prática funcione de forma adequada é necessário acompanhar de maneira corrente a prestação de serviço das empresas ferroviárias. Este trabalho busca mensurar a eficiência produtiva de doze concessionárias ferroviárias de carga no Brasil nos anos de 2010 a 2015. Tal análise foi elaborada por meio da Análise Envoltória de Dados, a partir de modelos CCR e BCC, com orientação aos inputs, divididos em oito cenários. Quanto aos dados, inputs e outputs, foram disponibilizados pela Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT. Os resultados obtidos com a pesquisa mostram que seis entre os oito modelos testados podem vir a serem utilizados pela ANTT para controlar os níveis de eficiência das concessionárias ferroviárias. A hipótese de que as ferrovias mais antigas obteriam maiores escores foi refutada, dessa forma, fazem-se necessários estudos a respeito da gestão individual de cada empresa.

**Palavras chave:** eficiência; concessionárias ferroviárias; análise envoltória de dados.

#### ABSTRACT

Considering the future expansion of the Brazilian rail network in the Investment Program in Logistics (PIL) and the Growth Acceleration Program (PAC), the practice adopted by the government to grant the administration of rail segments to private companies has been a good alternative to face the problem of scarcity of resources. For this practice to function properly it is necessary to follow the current way by which railway undertakings provide service. This paper seeks to measure the productive efficiency of twelve railway freight companies in Brazil in the years 2010 to 2015. This analysis was prepared by data envelopment analysis, from CCR and BCC models, with guidance to inputs, divided into eight scenarios. As for the data, inputs and outputs were provided by the National Land Transportation Agency - ANTT. The results from the survey show that six out of the eight models tested are likely to be used by ANTT to control the levels of efficiency of rail concessionaries. The hypothesis that the oldest railways would obtain higher

scores was refuted and, studies concerning the individual management of each company are, thus, necessary.

**Keywords:** efficiency; dealers railway; data envelopment analysis.

## INTRODUÇÃO

Considerando o cenário econômico corrente marcado por recessões e abalos políticos, questões relativas às concessões em infraestrutura no país surgem como uma alternativa do Governo Federal para retomar a sua credibilidade por meio da modernização e do desenvolvimento na área. Assim, o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e o Programa de Investimento em Logística (PIL) tornam-se ferramentas essenciais na busca de um crescimento acelerado e sustentável.

Com o objetivo de aumentar a escala de investimentos em infraestrutura, em 2012 foi lançado pelo Governo Federal o Programa de Investimento em Logística (PIL) de forma a restabelecer o planejamento integrado dos transportes implementando uma rede de infraestrutura de transportes moderna e eficiente. A partir da adoção dos contratos de concessão ferroviária, busca-se aumentar a malha ferroviária existente do Brasil utilizando-se de um processo logístico eficiente.

O PIL pode ser dividido em duas fases. A primeira, em 2012, contou com a previsão de 133 bilhões de reais de investimentos em rodovias e ferrovias, porém nenhum dos projetos de ferrovias chegou a sair do papel. Previa que os vencedores dos leilões seriam os responsáveis pela construção e manutenção das malhas, e a capacidade de transporte de carga seria comprada pela estatal VALEC, que venderia o direito de passagem aos transportadores interessados. Esse modelo buscava evitar monopólios e a competição no transporte de

carga ferroviária de forma a beneficiar produtores brasileiros.

No ano de 2015, o Governo Federal anunciou uma previsão de investimento de 198,4 bilhões de reais em aeroportos, ferrovias, rodovias e portos, sendo que 86,4 bilhões de reais estariam destinados às ferrovias. Assim, a segunda fase do PIL que se iniciou nesse ano, prevista para ser concluída até 2018, conta com mudanças para atrair investidores: Concessão por meio de outorga, menor tarifa e compartilhamento de investimento. Em cada trecho da ferrovia será garantido o direito de passagem e o tráfego mútuo aos transportadores interessados.

Levando em conta a expansão prevista das malhas ferroviárias brasileiras no âmbito do PIL e do PAC. Este artigo tem como objetivo levantar uma avaliação a respeito da eficiência das concessionárias ferroviárias de carga no Brasil entre os anos de 2010 a 2015. Tal avaliação será aplicada por meio da metodologia Análise Envoltória de Dados - DEA, de forma que cada concessionária representará uma unidade tomadora de decisão (DMU), tornando possível ordená-las de acordo com sua eficiência.

Nas seções a seguir serão apresentados, respectivamente: os referenciais histórico e teórico relativos aos estudos de eficiência no modal férreo; a metodologia de cálculo aplicada no desenvolvimento da pesquisa por meio da análise envoltória de dados; a análise dos resultados obtidos com o presente estudo; e, por fim, conclusões acerca do tema abordado.

## A EFICIÊNCIA DO SETOR FERROVIÁRIO

O uso de ferrovias para realização de transportes é fortemente recomendado, uma vez que seu custo de operação é relativamente pequeno, dado a quantidade de carga que se pode transportar. Porém, não é isso que tem sido percebido ao longo dos anos, pois o Brasil conta somente com aproximadamente 30 mil quilômetros de ferrovia, enquanto países como China, EUA e Rússia, que também possuem proporções continentais, contam com aproximadamente 80 mil quilômetros de ferrovia (CIA World Factbook, 2013).

Quando tentamos explicar os limitados avanços no sistema ferroviário brasileiro, um fator importante a ser destacado é a pequena distância média em movimento, comparando com os EUA, por exemplo, que tem em média 1400 km, o Brasil se encontra limitado a uma distância média de aproximadamente 540 km. Outro problema também foi o modelo de privatização que dividiu o sistema ferroviário em malhas regionais, não estimulando o tráfego mútuo nem o direito de passagem, o que leva a uma baixa integração territorial e em pequenas distâncias ferroviárias (FLEURY, 2000).

Todavia, após várias décadas de problemas na administração pública, crises financeiras, entre outros, as ferrovias nacionais mais importantes passaram a ser geridas por grandes operadores privados que realizam exclusivamente o transporte de carga, restando apenas uma pequena parte da malha ferroviária pertencente ao estado nacional (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2013).

Para mitigar esse problema, foram lançados, pelo Governo Federal, vários

programas para incentivar a melhoria da infraestrutura nacional, dentre eles se encontram o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), Plano Nacional de Logística de Transporte (PNLT) e, o mais recente, o Programa de Investimento em Logística (PIL). Esses programas buscam dar equilíbrio a matriz de transportes brasileira, tendo isso em vista, este trabalho busca identificar quais seriam as empresas mais aptas a administrar os novos trechos ferroviários concessionados. Esses programas também visam alcançar uma ousada meta de 11 mil km, num investimento de aproximadamente 100 bilhões de reais (PIL, 2015).

A nova matriz do transporte ferroviário, que está sendo planejada, busca avançar na economia das regiões sul, sudeste e centro-oeste, possibilitando o comércio com os mercados europeu, caribenho, asiático e americano, assim promovendo uma integração externa entre o Oceano Atlântico, através do nordeste do país e o Pacífico, através da região Norte do Brasil. Visa-se também promover a integração interna de forma a dinamizar o comércio entre o Norte e o resto do país (CFA, 2013)

Lan e Lin (2003) investigaram a eficiência técnica em 76 ferrovias entre os anos de 1999 a 2001, ao redor do mundo, através de modelos DEA. Com os resultados obtidos, os pesquisadores concluíram que grande parte das ferrovias apresentaram retornos variáveis à escala.

Malhotra et al. (2009), também utilizando a modelagem DEA, analisaram a execução financeira de 7 ferrovias de carga norte-americanas. A análise foi obtida por meio da verificação das relações financeiras de uma determinada empresa em detrimento de outras. A pesquisa mostra a eficiência das

empresas em relação a outras do mesmo setor e aponta áreas nas quais as empresas de menor desempenho necessitam melhorar.

Conforme apresentado por Caldas et al. (2012), foi analisado o desempenho operacional do transporte ferroviário de carga dos Estados Unidos e do Brasil, através da ferramenta DEA. Considerando que os dois países dispõem de extensão continental e amplo potencial para utilizar eficientemente a vantagem relativa que o modo ferroviário proporciona, o estudo busca aferir qual país apresenta melhor desempenho operacional, considerando as diversas estruturas de mercado de cada um. Utilizando o método CCR e algumas proposições, foi concluído que trechos americanos são mais eficientes do que trechos brasileiros.

Petrovic et al. (2012) abordam os potenciais dos modelos DEA na análise de desempenho do transporte ferroviário e medem a eficiência relativa do transporte ferroviário de cargas em países europeus entre os anos de 2005 a 2009. Os resultados mostram que a melhora dos indicadores de investimento (inputs) podem gerar o aumento das receitas (output) das ferrovias europeias de carga.

Os modelos DEA foram utilizados por Nag (2013) a fim de definir a eficiência das ferrovias indianas de forma a compará-las com outras grandes ferrovias ao redor do mundo, assim como analisar o desempenho relativo e o desempenho ao longo do tempo dessas ferrovias. A pesquisa mostra que ferrovias indianas, chinesas, japonesas, italianas, russas e norte-americanas são as ferrovias mais eficazes do mundo. De acordo com os estudos efetuados, todos os inputs usados na análise são críticos e o desempenho das ferrovias indianas tem aumentado ao longo dos anos.

Através da aplicação dos modelos DEA por Bhanot e Singh (2014), aferiu-se a

performance das ferrovias indianas considerando a quebra de monopólio resultante das mudanças na legislação do setor. Foi analisado o segmento de transporte ferroviário de contêineres comparando dados secundários de terminais de contêineres de duas empresas privadas, Adani e Gateway Logistics, além de uma estatal indiana, a Container Corporation of Índia (CONCOR). Os resultados obtidos indicam um nível maior de eficiência para a CONCOR se comparada com agentes privados. Outro resultado aponta que o nível de eficiência da CONCOR é mais estável ao longo do tempo se for comparado com as grandes oscilações dos níveis de eficiência das empresas privadas.

Como pode ser visto em Hilmola (2007), a base da análise foi a avaliação dos seguintes insumos correspondentes à eficiência das ferrovias europeias: quantidade de vagões de carga, extensão da malha ferroviária, frota de locomotivas e quantidade de pessoal empregado. Foram analisados países ao invés de operadores ferroviários individualmente, sendo cada país em cada ano, de 1980 a 2003, uma DMU.

De acordo com o estudo elaborado por Santos (2011), aplica-se o modelo DEA com objetivo de avaliar a eficiência técnica da produção das ferrovias brasileiras de carga com base em dados coletados pela ANTT entre os anos de 2006 a 2009. O autor elaborou 8 modelos de análise, de forma que quatro deles consideram retornos constantes à escala e os demais consideram retornos variáveis à escala. A principal hipótese apresentada no estudo propõe que ferrovias de bitola larga poderiam ser mais eficientes do que ferrovias de bitola métrica, entretanto os resultados obtidos indicam que a hipótese deve ser refutada.

De acordo com Charnes et al (1978), a eficiência é uma questão abordada nas mais

diversas áreas do conhecimento, tais como, economia e administração. Sendo assim, ao abordar a questão da eficiência, do ponto de vista de estudos econômicos e administrativos, uma das definições mais utilizadas é a do economista Koopmans (1951) que acreditava que um processo produtivo era otimizado quando o aumento de uma variável necessariamente causa a diminuição de outra.

Meza et al (2005) definem eficiência como um constructo relativo, uma vez que é comparado ao que foi elaborado ou produzido com o que poderia ter sido elaborado ou produzido a partir dos mesmos recursos. Tal comparação pode ser realizada tanto entre unidades produtivas quanto entre o ideal de produção e o resultado real produtivo. Hoje em dia, utilizam-se frequentemente modelos matemáticos, que podem ser divididos em dois grupos: Modelos Paramétricos e Modelos Não-Paramétricos (FERREIRA E GOMES, 2009).

Os modelos paramétricos estabelecem, de forma previa, uma fronteira de eficiência com base em inferências estatísticas e em relações funcionais pré-definidas entre os insumos e produtos, de forma que os modelos não-paramétricos não fazem tal inferência, uma vez que consideram que a fronteira de eficiência é formada pelos maiores resultados entre as unidades de produção analisadas (MEZA et. al, 2005). Farrell (1957) alega ser mais eficaz para uma organização comparar o desempenho de sua unidade de produção com outra unidade que seja referência em eficiência. O objetivo de Farrell era definir um índice único de eficiência que fosse consequência da relação entre insumos utilizados pela firma e os produtos gerados, de forma que, quanto menos insumos são usados para gerar uma

mesma quantidade de produto, mais eficiente seria a firma, e o contrário também seria válido, ou seja, quanto mais produto gerado, dado uma quantidade de insumos, mais eficiente seria a firma.

As eficiências das DMUs são mensuradas por meio da otimização da divisão da soma ponderada de produtos pela soma ponderada de insumos. Tal ponderação é realizada a partir da programação linear aplicada a cada DMU (MEZA et al., 2005), como demonstrado na equação a seguir. Também referem-se aos produtos como "outputs" ou "saídas", insumos, como "inputs" ou "entradas". No modelo DEA, avalia-se a eficiência tanto com o foco em produtos quanto em insumos. Ao realizar a avaliação com o foco em produtos, busca-se analisar o quanto pode ser aumentado na produção, mantendo o mesmo nível de insumos. Ao focar-se em insumos, busca-se analisar o quanto os insumos podem ser reduzidos ao mesmo tempo que é mantida a mesma quantidade produzida.

O primeiro modelo apresentado refere-se ao modelo DEA CCR (Retornos Constantes de Escala). Essa análise confere que qualquer variação em inputs causa variação proporcional em outputs, demonstrando constantes retornos de escala. De acordo com Meza et al (2005), a solução dos problemas de programação linear otimiza a soma dos pesos de ponderação que deverão ser menores ou iguais a 1, sendo assim, para calcular a eficiência das DMUs, são definidos os pesos das variáveis de produtos e de insumos que geram o maior resultado possível.

De acordo com Charnes et al (1978), o modelo de PPL cria resultados para os pesos  $u$  e  $v$ , que são definidos como variáveis de decisão, e mostram o quanto deve ser

utilizado de cada insumo ou produto, mas deve-se levar em consideração que os pesos serão iguais para todas as DMUs, o que não é correspondente com a realidade, uma vez que cada DMU usa insumos de produtos de diferentes maneiras. Além disso, o PPL proporciona inúmeras possibilidades pois se  $u^*$  e  $v^*$  são os pesos ótimos,  $z_u^*$  e  $z_v^*$  também são. Porém, o modelo propõe que a soma dos pesos dos insumos será igual a 1, que a quantidade total de insumos será maior que de produtos, sendo assim, o próximo modelo descrito refere-se ao modelo CCR, com orientação a insumos, em que  $y_{jo}$  e  $x_{io}$  são respectivamente insumos e produtos da DMU

O modelo CCR apresenta a inclinação da fronteira de eficiência, também definida segundo a teoria econômica como Curva de Possibilidades de Produção, dado pela razão entre produto e insumo de DMUs eficientes. O modelo dispõe de sua forma dual, com orientação a insumos. Segue o modelo DEA CCR, voltada para insumos, em que  $k$  é o número total de DMUs,  $\theta$  é a eficiência técnica do uso de insumos,  $x_{io}$  é o insumo  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, r$ ) da DMU observada, e  $y_{jo}$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) é o produto  $j$  da DMU observada e  $\lambda_k$  é o peso associado aos insumos e produtos.

De acordo com Banker et al. (1984), o modelo a seguir foi chamado de BCC, pelo mesmo motivo do anterior, sobrenome dos autores são Banker, Charnes e Cooper. No modelo BCC, o aumento de insumos não resulta em aumentos proporcionais nos produtos. As DMUs que compõem a fronteira são também chamadas de benchmarks, nelas, as demais DMUs menos eficientes se projetam para alcançar maior eficiência. Sendo assim, constata-se uma restrição de convexidade ao CCR, que está na representação do modelo BCC, com orientação a insumo.

O modelo acima é o Envoltório do BCC, também representado por meio do modelo de multiplicadores primal do envoltório. De acordo com Souza (2003), existem críticas a respeito da natureza determinística da abordagem DEA, uma vez que erros de medida e ruídos não são considerados na determinação da fronteira, assim, os desvios da fronteira são resultados de ineficiência técnica e de causas que são controladas pela DMU. Porém, o modelo DEA é de utilidade para o setor público ou atividades com baixa competitividade, pois nesse tipo de situações não há mecanismo de liquidação para expulsar de forma rápida as unidades ineficientes.

Assim, a DEA possibilita perceber quais unidades são ineficientes e de que forma esse quadro pode ser revertido. Tal modelo ainda permite o uso de múltiplos insumos e produtos, atendendo à situação das organizações públicas, que disponibilizam bens e serviços produzidos por múltiplos insumos (ROSANO-PENÑA, 2009; FERREIRA e GOMES, 2009; COELLI et al., 2005). Além de não requerer que todas as variáveis sejam transformadas para uma mesma unidade de medida, aumentando a confiabilidade do modelo. Frequentemente o valor monetário é usado como unidade de medida para variáveis, principalmente para avaliações de eficiência alocativa; apesar disso é uma base instável que varia conforme o local e a época.

Vale salientar que, na presente pesquisa, a metodologia de cálculo utilizada é uma continuação dos estudos de Hilmola e Santos. Conforme abordado por Hilmola (2007), dois grupos foram analisados, tendo o primeiro grupo seu output como o volume de carga transportada em toneladas úteis e o segundo a produção total em tonelada-quilômetros úteis. Assim, para analisar a eficiência das ferroviárias de carga europeias,

Hilmola avaliou a quantidade de vagões de carga, a frota de locomotivas, a quantidade de pessoas empregadas e a extensão da malha.

De forma complementar, Santos (2011) analisou os resultados obtidos a partir dos modelos CCR e BCC. Avaliou as mesmas variáveis que Hilmola, porém para Santos, o objetivo era analisar a eficiência produtiva das ferroviárias no Brasil, de forma que foi adicionada uma nova variável em seu estudo: O consumo de combustível. A adição de tal variável se mostrou relevante uma vez que o combustível representa de 6% a 10% dos custos operacionais das ferrovias (PROFILLIDIS, 2006). Santos realizou um total de 8 análises a partir de 10 concessionárias selecionadas.

## MÉTODO

O método aqui utilizado baseia-se na abordagem não paramétrica do tipo DEA, que se caracteriza pelo uso de pressupostos fracos sobre a tecnologia de produção. Exceto os axiomas de regularidade habitual, tais como a fronteira tecnológica, estes métodos baseiam-se em pressupostos muito simples de convexidade e liberdade de alocação e disposição dos insumos e dos produtos. Isto se aplica, em particular, às técnicas baseadas em programação linear, como a metodologia de DEA. Esta abordagem, além de permitir a existências de múltiplos insumos e produtos, não exige uma distinção rígida entre eles. Se uma quantidade menor de um produto é desejável, ele pode ser modelado como insumo. Esta característica é especialmente conveniente para os serviços, em geral, e os serviços bancários, em particular, visto que nestes a distinção entre insumo e produto não é sempre bem definida. Entretanto, como esta metodologia, em seu formato original,

não leva em conta fatores aleatórios, os escores de eficiências podem ser fortemente viesados se o processo produtivo for caracterizado por elementos estocásticos.

De acordo com a teoria, para cada unidade de medida - DMU, a tecnologia transforma insumos não negativos  $x^k=(x_{k1},\dots,x_{kN})\in R_+^N$  em produtos não negativos  $y^k=(y_{k1},\dots,y_{kN})\in R_+^N$ . Quando a medida de eficiência técnica é orientada para o insumo, a tecnologia é representada pelo conjunto de possibilidades de produção  $T = \{(x, y): x \text{ pode produzir } y\}$ , que inclui todos os vetores de insumos e produtos factíveis. A correspondência de insumos para a tecnologia de referência DEA, caracterizada por retornos constantes de escala (C) e pela existência de livre descarte de insumos (strong disposability, S), define a tecnologia linear, construída a partir das combinações observadas de insumos e produtos:

$$L(y \setminus C, S) = \{x: y \leq zM, zN \leq x, z \in R_+^k, y \in R_+^k\} \quad (1)$$

A matriz  $M$  com dimensão  $k \times m$  possui  $m$  produtos observados em  $k$  DMUs;  $N$  representa a matriz  $k \times n$  com  $n$  insumos; e  $z$  é o vetor  $1 \times k$  dos parâmetros. Para cada atividade, a eficiência técnica nos insumos,  $F_i$ , pode ser definida como:

$$F(y^k, x^k \setminus C, S) = \min\{\theta: \theta x \in L(y^k \setminus C, S)\} \quad (2)$$

Dessa forma, essa medida de eficiência radial varia entre 0 e 1. A produção eficiente tem escore igual à unidade. Assim,  $1 - \theta$  representa a proporção em que os insumos podem ser reduzidos sem se alterar a produção. Usando-se a tecnologia especificada em (1), a eficiência técnica (orientada para o insumo) para a agência  $k$  pode ser calculada como a solução do seguinte problema de programação linear:

$\theta_k = \min_{\theta} ( \theta )$ , Sujeito a

$$\theta_{x_{km}} \geq \sum_{j=1}^K z_{kj} x_{jn}, n = 1, 2, 3, 4, \dots, N$$

$$y_{km} \geq \sum_{j=1}^K z_{kj} y_{jm}, m = 1, 2, 3, 4, \dots, N$$

$$\theta, z_{kj} \geq 0, j = 1, 2, 3, 4, \dots, N \quad (3)$$

De acordo com a metodologia de DEA, o modelo apresentado implica fortes restrições sobre a produção, a existência de retornos constantes de escala (o aumento do número de inputs ocasiona um aumento proporcional nos outputs, quando uma DMU está operando na sua capacidade ótima), sendo conhecida como modelo CCR (Charnes, Cooper e Rhodes, 1978) ou CRS (Constant Returns to Scale - retornos constantes de escala). Essa suposição pode ser facilmente relaxada, modificando-se as restrições sobre o vetor de intensidade  $z$ . Färe, Grosskopf e Lovel (1994) ampliaram esta técnica para incluir a existência de retornos decrescentes. Para tal, foi adicionado ao problema (3) a restrição a seguir:  $\sum_{j=1}^K z_{kj} \leq 1, j = 1, 2, 3, \dots, K; k = 1 \dots K$  (4)

Sendo assim, infere-se que a soma das variáveis de intensidade não pode exceder a unidade, o que implica que as diferentes atividades não podem ser expandidas infinitamente. Em presença de retornos variáveis de escala ou Variable Returns to Scale, o modelo proposto por Banker, Charnes e Cooper (1984) considera que as atividades não podem ser expandidas sem limite, nem contratadas na origem. Têm-se, assim, retornos crescentes, ou seja, o aumento no número de inputs ocasiona um aumento desproporcionalmente maior no número de outputs, o que ocorre quando uma DMU está operando muito abaixo da sua capacidade ótima, para os baixos níveis de produção e retornos decrescentes para os níveis mais elevados. Nesse modelo, denominado DEA-BCC, os índices de eficiência são obtidos

mediante a imposição de igualdade na restrição (4).

Logo, o modelo BCC propõe comparar apenas DMUs que operem em escala semelhante. Assim, a eficiência de uma DMU é obtida dividindo-se sua produtividade pela maior produtividade dentre as DMUs que apresentam o mesmo tipo de retorno a escala. Assim, a fronteira BCC apresenta retas de ângulos variados, o que caracteriza uma fronteira linear por partes. Modelo este utilizado nesta pesquisa com vistas a prospecção dos resultados.

Os cenários DEA dispostos no presente trabalho, advindos de Hilmola e Santos, têm intuito de avaliar a eficiência das concessionárias férreas do Brasil, utilizando modelagem CCR e BCC. Os dados utilizados foram extraídos dos relatórios anuais ferroviários, disponibilizados no portal online da ANTT. Referentes aos anos de 2010 a 2015, os insumos (inputs) constituintes do estudo foram 1) Média da extensão total da malha ferroviária em operação de cada concessionária por ano, 2) Média do quantitativo de mão de obra total em cada concessionária por ano, 3) Média da quantidade total de vagões em operação utilizados por cada concessionária em um ano, 4) Média da frota total de locomotivas em operação utilizadas por cada concessionária no período de um ano, 5) Média do consumo de combustível de cada concessionária em um ano; os produtos (outputs): 1) Média do volume de carga transportado por cada concessionária no período de um ano, 2) Média da produção de transporte de carga de cada concessionária no período de um ano. Utilizou-se as médias anuais na pesquisa para a inclusão dos valores referente a 2015, pois para esse ano os dados disponíveis correspondiam apenas aos meses de janeiro a julho.

As doze concessionárias utilizadas neste estudo foram retiradas de ANTT (2012), a saber: América Latina Logística Malha Norte S.A. (ALLMN); América Latina Logística Malha Oeste S.A. (ALLMO); América Latina Logística Malha Paulista S.A. (ALLMP); América Latina Logística Malha Sul S.A. (ALLMS); Estrada de Ferro Carajás - VALE S.A. (EFC); Estrada de Ferro Vitória a Minas - VALE S.A.(EFVM); Ferrovia Centro Atlântica S.A. (FCA); Estrada de Ferro Paraná

Oeste S.A. (FERROESTE); Ferrovia Norte Sul - VALEC S.A. (FNSTN); Ferrovia Tereza Cristina S.A. (FTC); MRS Logística S.A. (MRS); e Ferrovia Transnordestina Logística S.A. (TLSA). Cada concessionária foi avaliada num período de seis anos, tendo o ano de 2010 como a primeira DMU e o ano de 2015 como a última. A partir das definições das DMUs, foram testados oito cenários, conforme o Quadro 1.

Cenário	Modelo	Insumos	Produto
1	CCR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Locomotivas (quantidade)</li> <li>• Vagões (quantidade)</li> <li>• Extensão da malha (em km)</li> <li>• Pessoal empregado próprio e terceiros (quantidade)</li> </ul>	Volume de carga transportado (em TU)
2	CCR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Locomotivas (quantidade)</li> <li>• Vagões (quantidade)</li> <li>• Extensão da malha (em km)</li> <li>• Pessoal empregado próprio e terceiros (quantidade)</li> <li>• Combustível (litros)</li> </ul>	Volume de carga transportado (em TU)
3	CCR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Locomotivas (quantidade)</li> <li>• Vagões (quantidade)</li> <li>• Extensão da malha (em km)</li> <li>• Pessoal empregado próprio e terceiros (quantidade)</li> </ul>	Produção de transporte de carga (em TKU)
4	CCR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Locomotivas (quantidade)</li> <li>• Vagões (quantidade)</li> <li>• Extensão da malha (em km)</li> <li>• Pessoal empregado próprio e terceiros (quantidade)</li> <li>• Combustível (litros)</li> </ul>	Produção de transporte de carga (em TKU)
5	BCC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Locomotivas (quantidade)</li> <li>• Vagões (quantidade)</li> <li>• Extensão da malha (em km)</li> <li>• Pessoal empregado próprio e terceiros (quantidade)</li> </ul>	Volume de carga transportado (em TU)
6	BCC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Locomotivas (quantidade)</li> <li>• Vagões (quantidade)</li> <li>• Extensão da malha (em km)</li> <li>• Pessoal empregado próprio e terceiros (quantidade)</li> <li>• Combustível (litros)</li> </ul>	Volume de carga transportado (em TU)
7	BCC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Locomotivas (quantidade)</li> <li>• Vagões (quantidade)</li> <li>• Extensão da malha (em km)</li> <li>• Pessoal empregado próprio e terceiros (quantidade)</li> </ul>	Produção de transporte de carga (em TKU)
8	BCC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Locomotivas (quantidade)</li> <li>• Vagões (quantidade)</li> <li>• Extensão da malha (em km)</li> <li>• Pessoal empregado próprio e terceiros (quantidade)</li> <li>• Combustível (litros)</li> </ul>	Produção de transporte de carga (em TKU)

**Quadro 1 - Cenários Testados**

Fonte: Elaborado pelos autores

Devido à grande quantidade de insumos que cada concessionária tem para realizar seu trabalho, é necessário garantir que diversas alternativas para a estimação da eficiência tenham sido testadas. A média de todos os cenários foi utilizada para estimar a eficiência de cada concessionária.

Após a aplicação do método DEA, as DMUs foram ranqueadas em ordem decrescente. A análise de possíveis melhorias foi feita apenas para o último ano, 2015, pois tal análise teria pouca relevância caso aplicada aos outros anos. Após essa etapa, foi analisada a hipótese inicial, a fim de verificar se as concessionárias mais antigas obtiveram eficiência maior ao longo do período analisado.

## ANÁLISE DE RESULTADOS

Nesta sessão, serão apresentados os resultados oriundos da aplicação da metodologia DEA CCR e BCC, com orientação a inputs na análise da eficiência das concessionárias ferroviárias de carga brasileiras, supervisionadas pela ANTT. Devido à extensão das análises, serão apresentados os escores médios de cada DMU, levando em consideração todos os cenários testados. Vale ressaltar que dois dos modelos BCC não atingiram níveis adequados de discriminação e, portanto, foram desconsiderados das análises e dados apresentados a seguir.

Tabela 1. Valores médios para a eficiência e rankings de cada concessionária e de cada DMU

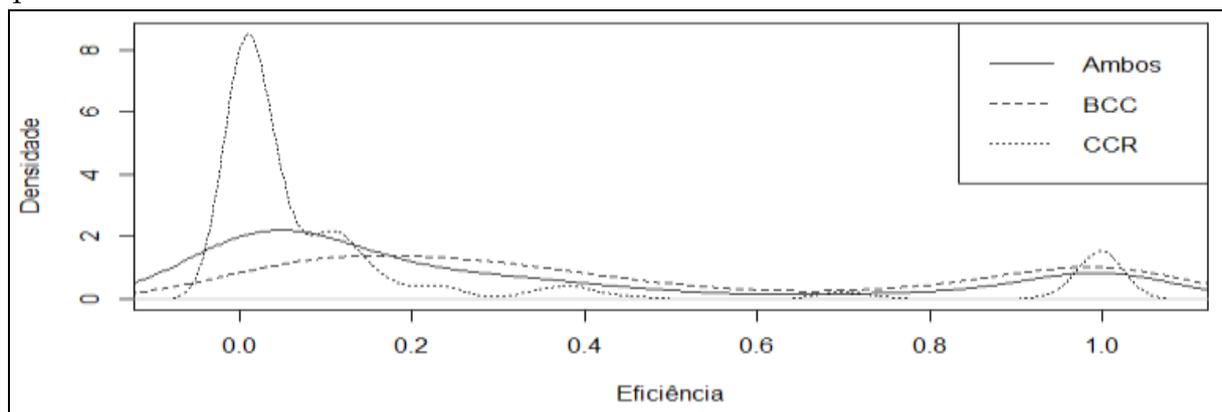
DMU	Concessionaria	Ano	Eficiência Média (DMU)	Eficiência Média Concessionaria	Ranking Médio (DMU)	Ranking Médio Concessionaria.	DMU	Concessionaria	Ano	Eficiência Média (DMU)	Eficiência Média Concessionaria	Ranking Médio (DMU)	Ranking Médio Concessionaria
1	ALLMN	2010	0,3248	0,3196	24,25	4	37	FCA	2010	0,0974	0,0912	51,63	8,83
2		2011	0,3026		23,63		38		2011	0,0918		55	
3		2012	0,2901		23,75		39		2012	0,1084		47,13	
4		2013	0,4096		16,38		40		2013	0,1099		49,25	
5		2014	0,4162		15,25		41		2014	0,1019		50	
6		2015	0,1741		40,63		42		2015	0,0381		64,75	
7	ALLMO	2010	0,1328	0,1225	46,38	8,04	43	FERROESTE	2010	0,252	0,2338	45,5	8,11
8		2011	0,1354		44,5		44		2011	0,2524		47,5	
9		2012	0,1357		45,5		45		2012	0,2544		48,5	
10		2013	0,1343		45		46		2013	0,2574		48,13	
11		2014	0,1333		43,5		47		2014	0,2579		43,75	
12		2015	0,0636		64,5		48		2015	0,1286		58,75	
13	ALLMP	2010	0,1096	0,107	46,88	8,13	49	FNSTN	2010	0,4617	0,4052	22,88	4,39
14		2011	0,1251		41,63		50		2011	0,451		20,63	
15		2012	0,1365		42,13		51		2012	0,5283		15,63	
16		2013	0,1108		48,88		52		2013	0,4969		24,13	
17		2014	0,1096		49,13		53		2014	0,3391		26,25	
18		2015	0,0506		64		54		2015	0,1543		48,38	
19	ALLMS	2010	0,1194	0,1051	42,50	1,83	55	FTC	2010	0,5092	0,4675	22,88	4,23
20		2011	0,1155		44,75		56		2011	0,5085		23,75	
21		2012	0,1127		45,63		57		2012	0,5103		22,38	
22		2013	0,1192		43,13		58		2013	0,5115		21,25	
23		2014	0,1172		45,13		59		2014	0,5136		19,88	
24		2015	0,0468		63,88		60		2015	0,2519		42	
25	EFC	2010	0,6934	0,6345	8	1,83	61	MRS	2010	0,3567	0,345	25,88	4,49
26		2011	0,7323		6,88		62		2011	0,3717		23,88	
27		2012	0,737		4,88		63		2012	0,0998		46,5	
28		2013	0,721		8,13		64		2013	0,3703		24,13	
29		2014	0,7258		5,75		65		2014	0,369		25	
30		2015	0,1977		32,38		66		2015	0,5026		16,13	

EFICIENCIA DAS CONCESSIONARIAS FERROVIÁRIAS NO BRASIL: UMA....

31		2010	0,9948		4,38			67		2010	0,0901		59	
32		2011	1		1			68		2011	0,0969		58,13	
33		2012	0,998		5			69		2012	0,1008		55,75	
34	EFVM	2013	1	0,8835	1	1,08		70	TLSA	2013	0,0953	0,0883	60,63	10,01
35		2014	0,9843		6			71		2014	0,0977		58,5	
36		2015	0,324		21,5			72		2015	0,0492		68,25	

A Tabela 1, apresentada acima, mostra as DMUs, as concessionárias, os anos analisados, os escores médios relativos à eficiência por DMU e por concessionária e o ranking médio da ordenação da eficiência por DMU e por concessionária. É possível identificar que a concessionária mais eficiente é a EFVM (0,8835) e a menos eficiente é a TLSA (0,0883). Além disso, a amplitude dos seis menores escores de eficiência (0,1454) é quase quatro vezes menor do que a amplitude dos seis maiores escores de

eficiência (0,5639). Isso indica que há maior heterogeneidade entre altos níveis de eficiência e maior homogeneidade entre baixos níveis de eficiência. Tal relação também pode ser verificada na Figura 1, que apresenta as estimativas para a densidade Kernel dos modelos CCR, BCC e ambos. Além disso, é possível perceber que os modelos BCC foram mais conservadores que os modelos CCR.



**Figura 1 - Estimativa de densidade Kernel das eficiências das DMUs**

Fonte: Dados da pesquisa

Outra forma de demonstrar qual o nível de eficiência de cada concessionária diante dos seis modelos testados, o quadro a baixo tem por finalidade trazer a frequência de vezes que cada ferrovia apareceu entre as

melhores e também entre as piores colocadas no ranking criado com a pesquisa e com isso dar base para a análise da hipótese de que as ferrovias mais antigas teriam melhores colocações em detrimento as ferrovias mais novas.

Sigla da concessionária	Início da concessão	Vezes entre as 3 Melhores	Vezes entre as 3 Piores
ALLMN	05/04/1999	1	0
ALLMO	01/07/1996	0	3
ALLMP	01/01/1999	0	0
ALLMS	01/03/1997	0	2
EFC	01/07/1997	5	0
EFVM	01/07/1997	6	0
FCA	01/09/1996	0	2
FERROESTE	01/03/1997	0	4
FNSTN	08/06/2006	1	0
FTC	01/02/1997	2	1
MRS	01/12/1996	3	0
TLSA	01/01/1998	0	6

**Quadro 2 - Melhores e Piores Concessionárias**

Fonte: Elaborado pelos autores

Pode-se perceber que a concessionária que mais apareceu entre as três melhores colocações foi a EFVM, com início da concessão na data de 01/07/1997, figurando em todos os modelos aceitos entre as ferrovias mais eficientes. Em segundo lugar tem-se a EFC, com início da concessão também na data de 01/07/1997, só não figurando entre as três melhores em um único modelo. Em terceiro lugar tem-se a MRS Logística S.A., com data de início da concessão em 01/12/1996, deixando de figurar entre as melhores em dois dos seis modelos aceitos. Em quarto lugar é visto a Ferrovia Tereza Cristina S.A., com data de início da concessão em 01/02/1997, figurando duas vezes entre as ferrovias mais eficientes. Por fim têm-se as ferrovias América Latina Logística Malha Norte S.A., início da concessão em 05/04/1999, e a Ferrovia Norte Sul - VALEC S.A., início da concessão em 08/06/2006, ambas figurando uma única vez entre as concessionárias mais eficientes.

Entre as concessionárias que por mais vezes figuraram entre as três piores colocações de cada modelo estão: a Ferrovia Transnordestina Logística S.A., com início da concessão na data de 01/01/1998, que apareceu entre as piores ferrovias em todos os seis modelos aceitos; a Estrada de Ferro Paraná Oeste S.A., com data do início da concessão em 01/03/1997, encontrada por 4 vezes entre as piores; a América Latina Logística Malha Oeste S.A., com início da concessão em 01/07/1996, aparecendo por 3 vezes entre as piores; as ferrovias América Latina Logística Malha Sul S.A., com início de concessão em 01/03/1997, e a Ferrovia Centro Atlântica S.A., com concessão iniciando-se em 01/09/1996, ambas encontradas duas vezes. Por fim tem-se a Ferrovia Tereza Cristina S.A., com data de

início da concessão em 01/02/1997, aparecendo apenas uma vez entre as piores.

## CONCLUSÃO

A utilização da Análise Envoltória de Dados para fins de avaliação da eficiência técnica das concessionárias ferroviárias no Brasil mostra-se tanto parte da teoria acadêmica quanto parte da prática gerencial, disseminando a funcionalidade dos modelos matemáticos utilizados para o gerenciamento prático na esfera laboral.

Excetuando os cenários seis e oito, devido ao baixo grau de discriminação desses modelos, todos os outros modelos presentes no estudo revelaram-se adequados para a avaliação da eficiência das concessionárias férreas brasileiras. Podendo, dessa forma, serem utilizados pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) com a finalidade de controlar a eficiência referente ao campo da administração pública brasileira de transportes.

Os métodos DEA utilizados permitiram a criação de oito modelos pautando a eficiência das concessionárias ferroviárias brasileiras de carga de diversas formas distintas, sendo quatro modelos CCR e quatro modelos BCC. O desempenho atribuído aos modelos CCR foi satisfatório à análise, porém dois dos quatro modelos BCC estudados mostraram-se com baixo grau de discriminação e por isso foram considerados abaixo do satisfatório para serem utilizados (e desconsiderados na exposição dos dados na Tabela 1). Uma possível alternativa a ser discutida para a melhoria e a adesão dos modelos seis e oito é a inclusão de um maior número de DMUs nesses dois modelos, pois com isso a discriminação de ambos seria maior devido a razão de DMUs por variáveis.

Com essas informações consolida-se a hipótese nula, na qual não há relação entre a data de início das concessões e a eficiência de cada concessionária, pois tanto são vistas ferrovias mais novas nas primeiras posições, por exemplo a Ferrovia Norte Sul - VALEC S.A. com início da concessão em 08/06/2006, quanto são vistas ferrovias mais antigas nas piores colocações, por exemplo a Ferrovia Centro Atlântica S.A. com concessão iniciando-se em 01/09/1996.

Além da baixa discriminação das DMUs eficientes constatada em dois modelos descritos anteriormente, foi percebido, também, entre as restrições e limitações do presente estudo, que as DMUs referentes ao ano de 2015 em todos os modelos obtiveram escores de eficiência mais baixos em relação as DMUs das mesmas concessionárias referentes aos outros anos, com isso criam-se duas hipóteses: ou o ano de 2015 realmente

teve uma queda de eficiência comparada com os outros anos estudados, ou isso ocorre devido a média anual de 2015 ter sido feita com apenas os seis primeiros meses do ano. Por fim, a pesquisa limitou-se unicamente na avaliação da eficiência técnica produtiva, no entanto poderia ter sido incluído no estudo, por exemplo, eficiências relacionadas a área financeira ou a área comercial.

Recomenda-se, então, que estudos futuros realizados com base no tema abordado incluam em sua pesquisa os elementos anteriormente citados, bem como a análise de novas hipóteses debatidas, aperfeiçoando os modelos presentes, tanto adicionando novas DMUs quanto variáveis ou restrições. Por fim, recomenda-se, também, a utilização de outras técnicas para posterior confrontação de resultados com o presente estudo.

## REFERÊNCIAS

- ABCR. **Relatório Anual ABCR 2013**. Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias, São Paulo, 2105.
- ANTT. **Rodovias federais concedidas: relatório 2013**. Agência Nacional de Transportes Terrestres, Superintendência de Infraestrutura. Gerência de Regulação e Outorga da Exploração de Rodovias. Brasília: ANTT, 2014.
- ANTT. (s.d.). Agência Nacional de Transportes Terrestres. Disponível em <http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/4978/Historico.html>, Acesso em: 9 de junho de 2015
- AZEVEDO, G. H.; ROBOREDO, M. C.; AIZEMBERG, L.; SILVEIRA, J. Q.; MELLO, J. C. Uso de análise envolvente de dados para mensurar eficiência temporal de rodovias federais concessionadas. **Journal of Transport Literature**, v. 6, n. 1, 37-56, 2012.
- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W.. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, 1078-1092, 1984.
- CAMPOS NETO, C. A.; SOARES, R. P.; FERREIRA, I. M.; POMPERMAYER, F. M.; ROMMINGER, A. E. **Gargalos e demandas da infraestrutura rodoviária e os investimentos do PAC: Mapeamento Ipea de obras rodoviárias**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, Brasília, 2011.

- CAVES, D. W.; CHRISTENSEN, L. R.; DIEWERT, W. E. The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity. **Econometrica**, v. 50, n. 6, 1393-1414, 2011.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, 429-444, 1978.
- CNT. **Pesquisa CNT de Rodovias**. Confederação Nacional do Trânsito, Brasília, 2014.
- CNT. **BOLETIM ESTATÍSTICO - CNT** - Confederação Nacional do Trânsito, 2015.
- COELLI, T. J.; O'DONNELL, P. R.; BATTESE, G. E. **An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis**. 2ª ed., v. 1. New York, NY, USA: Springer, 2005.
- DEBREU, G. The coefficient of resource utilization. **Econometrica**, v. 19, n. 3, 273-292, 1951.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **Rede Rodoviária do PNV - Divisão em trechos 2014**. Ministério dos Transportes, 2014.
- Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes Diretoria de Planejamento e Pesquisa - DNIT. **Terminologias Rodoviárias Usualmente Utilizadas**. Ministério dos Transportes, 2007.
- FARE, R.; GROSSKOPF, S.; NORRIS, M.; ZHANG, Z. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. **The American Economic Review**, v. 84, n. 1, 66-83, 1984.
- FARIA, F. P.; JANUZZI, P. D.; SILVA, S. J. Eficiência dos gastos municipais em saúde e educação: uma investigação através da análise envoltória no estado do Rio de Janeiro. **Revista de Administração Pública**, v. 42, n. 1, 156-177, 2008.
- FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 120, n. 3, 253-290, 1957.
- Fernandes, D. D. Eficiência de custos operacionais das companhias de distribuição de energia elétrica no Brasil: uma análise em dois estágios (DEA & TOBIT). Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2014.
- FERREIRA, C. M.; GOMES, A. P. **Introdução à análise envoltória de dados: teoria, modelos e aplicações**. 1ª ed., v. 1. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- GAMEIRO, A. H.; CAIXETA-FILHO, J. V. O desaparecimento de cargas e o seguro no transporte rodoviário o brasileiro. **Revista Transportes**, v. 10, n. 2, 87-106, 2002.
- GIAMBIANI, F.; VILLELA, A., HERMANN, J.; DE CASTRO, L. B. **Economia Brasileira Contemporânea 1945 - 2010**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2011.
- GOMES, E. G.; MANGABEIRA, J. D.; MELLO, J. C. Estudo da sustentabilidade agrícola em um município amazônico com Análise Envoltória de Dados. **Pesquisa Operacional**, v. 29, n. 1, 23-42, 2009.
- Gomes, E., Biondi Neto, L., & Angulo Meza, L. Gestão de auto-estradas: análise de eficiência das auto-estradas federais brasileiras com portagens. *Revista portuguesa e brasileira de gestão*, 3(2), 68 - 75, 2004.
- Gomide, A. d. **A gênese das agências reguladoras de transportes: o institucionalismo histórico aplicado à reforma regulatória brasileira dos anos de 1990**. Texto para discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Rio de Janeiro, 2012.

- GRISOTTO, M. C. **Infraestrutura Logística do Brasil: Uma análise comparativa entre os anos de 2011 e 2014 e possíveis impactos no desenvolvimento do agronegócio**. Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindústria, 2014.
- GUASCH, J. L. **Logistics Costs and their Impact and Determinants in Latin America and Caribbean**. The World Bank., Washington, DC, 2002.
- HOFFMAN, M. H.. Comportamento do condutor e fenômenos psicológicos. **Revista Psicologia: Pesquisa & Trânsito**, v. 1, n. 1, 17-24, 2005.
- HOWLETT, M.; RAMESH, M.; PERL, A. **Política Pública Seus ciclos e subciclos - Uma abordagem integral**. 3ª ed. Elsevier, Rio de Janeiro, 2013.
- IPEA. **Infraestrutura econômica no Brasil: diagnósticos e perspectivas para 2025** 1ª edição, Vol. 1. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2010.
- IPEA. **Rodovias brasileiras: Investimentos, concessões e tarifas de pedágio**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Comunicados do Ipea. Brasília: Comunicações do Ipea, 2012.
- KIRCHNER, L. H. Avaliação da eficiência de terminais de contêineres através da Análise Envoltória de Dados e do Índice de Malmquist. Universidade de Brasília, Centro de Estudos e Regulação de Mercados, Brasília, 2013.
- KOOPMANS, T. **Cowles Commission for Research in Economics**. New York: John Wiley & Sons, Limited, 1951.
- MELO, M. A. **Instituições e Regulação na América Latina**. IFHC/CIEPLAN, São Paulo e Santiago de Chile, 2008.
- MEZA, L. A.; BIONDI, L.; GOMES, E. G.; MELLO, J. C. Curso de Análise Envoltória de Dados. XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional pp. 20520-2547. Gramado, RS, 2005.
- MOREIRA, J. C.; CARVALHO, J. L. Investigando o roubo de carga nas rodovias brasileiras a partir da percepção dos atores envolvidos com o problema. **Gestão & Regionalidade**, v. 27, n. 79, 2011.
- PARETO, V. **Manual de Economia Política**. 5ª ed. São Paulo: Abril S.A. Cultural, 1984.
- POSSAMAI, R. P. Avaliação de eficiência técnica em concessionárias de rodovias utilizando Análise Envoltória de Dados. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Porto Alegre, 2006.
- RESENDE, P. T.; SOUSA, P. R.; SILVA, J. V. Análise do modelo de concessão rodoviária no Brasil na percepção do usuário. XIV Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais - SIMPOI (pp. 1 - 16). São Paulo: SIMPOI, 2011.
- PEÑA, C. R. Eficiência e impacto do contexto na gestão através do DEA: o caso da UEG. **Produção**, v. 22, n. 4, 778-787, 2012.
- SANDIM, L. C. **Infraestrutura rodoviária: concessões brasileiras**. Universidade de Brasília - UnB, Departamento de Economia, Brasília, DF, 2014.
- SPNT/MT- **Secretaria de Política Nacional de Transportes**. Projeto de Reavaliação de Estimativas e Metas do PNL. Ministério dos Transportes, Brasília, 2012.

**NOTA**

- (1) Doutor em Economia pela Universidade de Brasília. Mestre em Economia pela Universidade de Brasília. Graduado em Matemática pela Universidade de Brasília. Professor Adjunto do departamento de Administração da Universidade de Brasília/UNB, Brasília, DF.
- (2) Graduado em Administração pela Universidade de Brasília/UNB, Brasília, DF.
- (3) Doutor em Economia pela Universidade de Brasília. Mestre em Economia pela Universidade Federal de Santa Catarina. Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina. Professor Adjunto do departamento de Contabilidade da Universidade de Brasília/UNB, Brasília, DF.
- (4) Mestre em Administração (Métodos Quantitativos) pela Universidade de Brasília. Especialista em Finanças pelo Instituto Alfa. Graduado em Contabilidade pela Universidade de Brasília. Professor do Centro Universitário Euro-Americano/UNIEURO, Brasília, DF.
- (5) Doutor em Economia pela Universidade Russa Amizade dos Povos. Mestre em Economia pela Universidade Russa Amizade dos Povos. Graduado em Economia pela Universidade de Montevideo. Professor Adjunto do departamento de Administração da Universidade de Brasília/UNB, Brasília, DF.

*Enviado: 07/08/2016*

*Aceito: 28/07/2017*