

AValiação E Análise Da Eficiência De Prestadores De Serviços Logísticos No Brasil

Luís Filipe Azevedo de Oliveira

Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Av. Sen. Salgado Filho, 3000, Centro de Tecnologia, S. 48 - Lagoa Nova, Natal - RN, 59078-970
luisfilipeao@hotmail.com

Mariana Rodrigues de Almeida

Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Av. Sen. Salgado Filho, 3000, Centro de Tecnologia, S. 48 - Lagoa Nova, Natal - RN, 59078-970
almeidamariana@yahoo.com

RESUMO

Este trabalho versa sobre a avaliação e análise da eficiência de 44 Prestadores de Serviços Logísticos (PSLs) que atuam no Brasil, utilizando a Análise Envoltória de Dados (DEA). O modelo DEA utilizado foi orientado a resultados que maximizam as saídas dos PSLs e considera retornos de escala variáveis, visto que são analisadas empresas de portes diferentes. A utilização de métodos de seleção de variáveis foi fundamental nesta pesquisa, tal que se alcançasse um subconjunto de variáveis de maior representatividade para o sistema. Como principal resultado prático deste estudo, foi possível identificar a eficiência relativa dos PSLs de atuação nacional e a escala em que operam. Dessa forma, esse resultado auxilia na tomada de decisão dos investimentos na capacidade das empresas, face ao retorno esperado em cada uma das situações.

PALAVRAS CHAVE. Prestadores de Serviços Logísticos, Análise Envoltória de Dados, Eficiência.

DEA - Análise Envoltória de Dados

L&T - Logística e Transportes

ABSTRACT

This paper deals with the efficiency evaluation and analysis of 44 Third Party Logistics (3PLs) providers working in Brazil by means of the Data Envelopment Analysis (DEA). Since the analyzed companies have diversified sizes, the DEA model considered variable returns to scales and was oriented to maximize the outputs of 3PLs. The use of variable selection techniques was critical, in this research, to reach a subset of variables with greater representativeness. As the main practical result of this study, it was possible to identify the relative efficiency of 3PLs of national range and their return to scale. Furthermore, the results are of help in the decision making on investments based on the enterprises capacity, considering the expected return of each situation.

KEYWORDS. Third Party Logistics, Data Envelopment Analysis, Efficiency.

DEA - Data Envelopment Analysis

L & T - Logistics and Transport

1. Introdução

O processo de terceirização parcial ou total das operações logísticas envolve o uso de companhias externas, intitulados como Prestadores de Serviços Logísticos (PSLs), para desempenhar funções típicas de logística, que tradicionalmente eram executadas internamente pelas empresas (SOHAIL; SOHAL, 2003; KAYAKUTLU; BUYUKOZKAN, 2011). Esta tendência mercadológica é observada entre as organizações que buscam, com a terceirização de suas competências não essenciais, a redução dos custos internos e o aumento do nível de serviço prestado, por meio do aumento da eficiência na gestão da cadeia de suprimentos (MIN; JOO, 2006; SETH, *et al*, 2006).

Acompanhando esse fenômeno mundial, o rápido crescimento das atividades logísticas no Brasil conduziu as empresas a novos patamares competitivos, em diversas dimensões da economia (WANKE; AFFONSO, 2011). Contudo, mesmo com o avanço acelerado desse setor e as melhorias da rede de articulação da cadeia produtiva nacional, o Brasil ainda contempla uma eficiência baixa, quando comparado com países de médio ou alto desenvolvimento (WANKE; FLEURY, 2006).

Percebe-se então a importância dos operadores logísticos brasileiros, enquanto elemento chave para o progresso econômico, à medida que atuam como alavanca para o desempenho das empresas dos mais diversos segmentos. Contudo, a literatura apresenta uma lacuna de investigação sob os aspectos relacionados ao desempenho dos PSLs de atuação nacional e melhorias na qualidade dos serviços para alcançar o desempenho superior. A presente pesquisa, portanto, busca resposta para a seguinte questão: *como se comporta um grupo de PSLs, que atuam no mercado brasileiro, quanto a sua eficiência e como podem implementar melhorias no seu desempenho operacional?*

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência de 44 PSLs que atuam no Brasil, utilizando a técnica análise envoltória de dados (DEA) para tal finalidade. Fundamentada na programação linear, DEA é uma técnica não-paramétrica para calcular a eficiência relativa de um conjunto de organizações similares, os quais se distinguem no arranjo das entradas e saídas de seus processos (ADLER *et al*, 2002). Esse método não indica apenas a posição das empresas eficiente e ineficientes, mas também fornece um parâmetro para o aumento do desempenho das empresas ineficientes, facilitando a visualização de quanto essas empresas devem evoluir para alcançar o desempenho das empresas *benchmark* do mercado (COOPER *et al*, 2006; COOK; SEIFORD, 2009).

Para lançar luzes sobre tais reflexões, procedeu-se uma fundamentação teórica acerca de: *i*) serviços logísticos; *ii*) análise envoltória de dados; *iii*) o panorama da literatura internacional e nacional. Derradeiramente, é possível verificar que a literatura nacional apresenta escassez bibliográfica sobre o assunto, o que torna essencial sistematizar os principais métodos capazes de avaliar a *performance* de PSLs em contextos diversos.

2. Estudos de avaliação da eficiência de prestadores de serviços logísticos

O estudo da eficiência dos Provedores de Serviços Logísticos (PSLs) por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA) vem apresentando grande destaque na literatura (MIN; JOO, 2006; DING *et al*, 2008; HAMDAN; ROGERS, 2008; ZHOU *et al*, 2008; KOSTER *et al*, 2009; LIU; FU, 2009; WANKE; AFFONSO, 2011). Esse fato ocorre pelo papel dos PSLs como alavanca para o desenvolvimento da indústria, frente à complexa relação existente na cadeia de suprimentos.

Para sistematizar as pesquisas sobre os prestados de serviços logísticos e métodos quantitativos, foi possível identificar uma amostra com sete estudos que respaldam a análise DEA como procedimento metodológico para avaliação da *performance* dos operadores em diferentes parte do mundo. Os trabalhos de Min e Joo (2006) e Hamdan e Rogers (2008) refletem a realidade dos PSLs norte americanos. Ding *et al* (2008), Liu *et al* (2008), Zhou *et al* (2008) e Liu e Fu (2009) avaliaram os PSLs chineses. Koster *et al* (2009), por sua vez, avaliaram os operadores logísticos na Europa, enquanto Wanke e Affonso (2011), os brasileiros.

Estudos relacionados à aplicação da DEA para a avaliação de PSLs apresentam-se em

diversos contextos, os quais incluem: *i*) orientar os gestores quanto ao arranjo ótimo entre utilização de recursos e nível de produtividade (MIN; JOO, 2006; HAMDAN; ROGERS, 2008; LIU; FU, 2009; WANKE; AFFONSO, 2011); *ii*) identificar *benchmarks* (DING *et al*, 2008; ZHOU *et al*, 2008; WANKE; AFFONSO, 2011); e, *iii*) Estabelecer políticas e diretrizes para o desenvolvimento do setor (MIN; JOO, 2006; ZHOU *et al*, 2008; KOSTER *et al*, 2009).

Um dos primeiros trabalhos a fazer esse tipo de análise é o de Min e Joo (2006), que objetiva desenvolver um conjunto de *benchmarks* financeiros para orientar as melhores práticas dos PSLs e identificar os recursos potenciais de ineficiência, propondo melhorias contínuas para a eficiência produtiva e orientações de políticas para priorização de investimentos. A análise DEA conduzida pelos autores utiliza o modelo fracionário (não-linear), contemplando as seis maiores PSLs americanas.

No trabalho de Ding *et al* (2008), a avaliação de PSL inclui restrições para os pesos de utilização dos *inputs* e *outputs*, partindo de um modelo CRS (*Constant Returns to Scale*), assumindo o uso de retornos constantes, baseado na proporcionalidade entre os *outputs* e *inputs* selecionados. Esse modelo de DEA é chamado *Information Entropy-DEA* e busca eliminar o uso de pesos despropositados. O modelo tem uma orientação para o *output*, sendo aplicado em uma amostra de sete fornecedores de medicamentos, localizados na China.

Com um escopo diferente, Hamdan e Rogers (2008) utilizam DEA como ferramenta para avaliar a eficiência das operações logísticas de armazéns para um grupo de 19 empresas nos Estados Unidos, durante o período de 2004. Os autores utilizam o modelo CRS e utilizam restrições aos pesos para identificar as unidades eficientes com maior segurança. Com o delineamento do modelo orientado para o *input*, argumentando que os recursos são mais controláveis que os *outputs*, os autores propõem a redução dos *inputs* daquelas unidades ineficientes.

O trabalho de Zhou *et al* (2008) se atém a desenvolver um padrão de performance financeira para PSLs chineses, por meio do *benchmarking* das empresas tidas como eficientes. O trabalho analisa dez empresas públicas da área de fornecimento e distribuição e compara os resultados obtidos pelos modelos CRS e VRS (*Variable Returns to Scale*), ambos orientados para o *output*. Para identificar os fatores que influenciam no desempenho dos PSLs chineses, os autores realizam uma análise com *stepwise*.

Já o artigo elaborado por Koster *et al* (2009) utiliza DEA para avaliar os 38 maiores terminais de carga em portos da Europa a partir de dados primários. Com tais resultados, *scores* de eficiência são comparados aos estudos anteriores, fazendo uma análise da situação encontrada contraposta à passada, elencando-se as causas para as divergências encontradas. A modelagem DEA descrita no trabalho de Koster *et al* (2009) usa tanto o modelo VRS quanto CRS e, para ambos, faz uma análise orientada para *input* e outra orientada para *output*.

O trabalho de Liu e Fu (2009) foi conduzido a fim de medir a eficiência de 16 empresas públicas, que prestam serviços logísticos, localizadas na China. Os autores utilizaram os modelos VRS e CRS, orientados para o *input*, fazendo ainda uma análise da eficiência técnica e de escala. Com isso, foi possível elencar as unidades eficientes e as ineficientes, adotando medidas de melhoria para estas últimas.

Wanke e Affonso (2011) buscaram determinar as variáveis que apresentam impacto significativo na eficiência de escala dos PSL, por meio de modelagem de DEA em dois estágios. Foram aplicados os modelos VRS e CRS, ambos orientados ao *input*, e calculou-se a eficiência de escala. Os resultados foram apresentados para um padrão setorial, por ano. Assim, os autores identificaram os determinantes da eficiência de escala dos PSLs atuando no Brasil, considerando como variáveis de controle do estudo as características tradicionais e serviços comumente oferecidos pelos PSLs.

Frente ao exposto, a Tabela 1 sintetiza as informações obtidas nessa etapa de fundamentação teórica, sistematizando os estudos em que se aplicam a ferramenta DEA para avaliar a eficiência de prestadores de serviços logísticos.

Tabela 1: Sistematização de avaliações de eficiência por DEA aplicados a PSLs

Autor	Amostra / Local	Modelo	Orientação	Input	Output
Min e Joo (2006)	6 / EUA	Fracionário	-	i) contas a receber, ii) salários, iii) despesas operacionais e iv) propriedades e equipamentos	i) receita operacional
Ding et al (2008)	7 / China	Information Entropy-DEA	Output	i) taxa de danos, ii) tempo de resposta ao pedido, iii) preço médio dos serviços, iv) taxa de reclamação de clientes e v) tempo de atendimento às reclamações	i) taxa de acuidade na distribuição, ii) taxa de oportunidade e iii) valor de cargas
Hamdan e Rogers (2008)	19 / EUA	CRS	Input	i) horas trabalhadas, ii) área de armazenamento, iii) investimentos em tecnologia, iv) custos com manuseio e transporte de material	i) volume de despachado, ii) pedidos atendidos, iii) taxa de utilização da área de armazenamento
Zhou et al (2008)	10 / China	VRS e CRS	Output	i) capital imobilizado líquido, ii) salários, iii) despesas operacionais, iv) passivo circulante	i) receita operacional
Koster et al (2009)	38 / Europa	VRS e CRS	Input e Output	i) quantidade de pórtricos de cais, ii) comprimento do cais e iii) área do terminal	i) produção anual
Liu e Fu (2009)	16 / China	VRS e CRS	Input	i) total de ativos, ii) ativos fixos e iii) custos dos negócios	i) lucro líquido, ii) receita, iii) taxa de rotatividade de contas a receber e iv) lucro por ação
Wanke e Affonso (2011)	164 / Brasil	VRS e CRS em dois estágios	Input	i) número de funcionários, ii) área de armazenagem total e iii) total de armazéns próprios	i) número de clientes e ii) receita bruta

3. Método de Pesquisa

A pesquisa foi realizada com os dados obtidos na edição especial Operadores Logísticos (2011), publicada anualmente pela revista Tecnológica, onde são apresentadas as principais empresas do setor brasileiro de Prestadores de Serviços Logísticos (PSLs). Portanto, o universo analisado abrange empresas de todo o território nacional e de portes variados.

Para validar o construto, foi necessário realizar procedimento de seleção de variáveis

para determinar adequadamente as principais variáveis. O *stepwise* foi utilizado com a finalidade de encontrar o conjunto de variáveis que melhor representa o sistema analisado, visto que os resultados de uma Análise Envoltória de Dados (DEA) dependem fortemente do conjunto de variáveis *inputs* e *outputs* que é usado (WAGNER; SHIMSHAK, 2007; NATARAJA; JOHNSON, 2011).

Para tais condições, baseou-se nos procedimentos sugeridos por Senra *et al* (2007) e Wagner e Shimshak (2007). O método *stepwise* foi conduzido tal que o arranjo entre os *inputs* e *outputs* retornasse simultaneamente a maior eficiência média e o menor coeficiente de variação, que é o quociente entre o desvio padrão e a média da amostra.

Após as validações matemáticas, obteve-se um modelo que contempla uma análise considerando quatro variáveis de *inputs*: *i*) quantidade de funcionários de cada empresa; *ii*) área total utilizada para armazenamento; *iii*) quantidade de armazéns próprios; e, *iv*) quantidade de armazéns dentro das instalações dos clientes. Como resultado das saídas, consideraram-se os seguintes *outputs*: *i*) quantidade de clientes com contrato em vigência; *ii*) receita operacional líquida da empresa; *iii*) volume total de produtos gerenciados; e, *iv*) o crescimento na receita apresentado pela empresa com relação ao ano anterior.

Verificou-se o respaldo na literatura das variáveis elencadas para modelar o objeto de estudo, conforme a Tabela 2, relacionando a ocorrência das variáveis usadas e os respectivos autores, bem como a sua unidade de medida.

Tabela 2: Variáveis usadas e ocorrência na literatura

Variável	Unidade	Utilizado nos trabalhos
Número de funcionários	-	Hamdan e Rogers (2008); Zhou <i>et al</i> (2008); Koster <i>et al</i> (2009); Wanke e Affonso (2011)
Área total de Armazenamento	m ²	Hamdan e Rogers (2008); Koster <i>et al</i> (2009); Wanke e Affonso (2011)
Armazéns próprios	-	Wanke e Affonso (2011)
Armazéns em clientes	-	-
Clientes com contrato	-	Wanke e Affonso (2011)
Receita	R\$ 10 ⁶	Min e Joo (2006); Zhou <i>et al</i> (2008); Liu e Fu (2009); Wanke e Affonso (2011)
Carga gerenciada	10 ³ ton.	Hamdan e Rogers (2008); Koster <i>et al</i> (2009)
Crescimento da receita	%	-

De acordo com os princípios de Dyson *et al* (2001), as unidades produtivas analisadas devem ser homogêneas quanto as atividades realizadas, capazes de executar as tarefas similares com os mesmos objetivos e, portanto, devem apresentar as mesmas entradas e saídas, divergindo apenas na intensidade de tais variáveis. Em outras palavras, o método DEA requer variáveis comuns entre os PSLs para comparação entre eles, sendo necessária a construção de uma lista das organizações, limitada pela disponibilidade de dados. Nesse sentido, foi extraída uma amostra referente ao conjunto original de 126 empresas, selecionando-se 44 PSLs para compor essa análise, pois adotou-se como critério de seleção aquelas que forneceram todas as informações referentes às variáveis de *input* e *output* adotadas.

O modelo DEA foi orientado para os resultados que maximizam as saídas dos PSLs e considera os retornos de escala variáveis, visto que são analisadas empresas com portes distintos, podendo adotar tecnologias com rendimentos de escala constantes, crescentes e decrescentes. Esse modelo foi proposto por Banker *et al* (1984), intitulado VRS (*Variable Returns to Scale*), e, para tais condições, pode ser descrito conforme Expressão 1.

Os coeficientes y_{rj} e x_{ij} , ambos positivos, são, respectivamente, os *outputs* e os *inputs* conhecidos das j organizações em análise. Os dados y_{rj} e x_{ij} são valores constantes, obtidos por meio de observações passadas, em decisões tomadas quanto aos i *inputs*, resultando em um

conjunto r de *outputs*. As variáveis $v_i, u_r \geq 0$ são os pesos de utilidade que serão determinados pela solução desse modelo. Deve-se destacar a presença da variável v_0 , que representam o retorno de escala apresentado pela unidade analisada, determinando o tipo de retorno de escala que as operações são conduzidas. Assim, caso $v_0 > 0$, os retornos de escala serão decrescentes; caso $v_0 = 0$, os retornos serão constantes; e caso $v_0 < 0$, os retornos serão crescentes.

$$\text{Min } \sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{i0} + v_0$$

Sujeito a:

$$\sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{r0} = 1 \tag{1}$$

$$\sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{rj} - v_0 - \sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{ij} \leq 0; \quad j = 1, \dots, n,$$

$$v_i, u_r \geq 0; \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m.$$

A eficiência das unidades é obtida por meio do inverso da minimização da combinação linear dos *inputs* e reflete uma medida relativa entre as organizações que compõem o conjunto. Os pesos são objetivamente determinados, de forma que maximize a eficiência da organização em análise. O modelo, portanto, concede a unidade analisada os maiores pesos possíveis, que as restrições permitem, garantindo que a razão entre a soma ponderada dos *outputs* e a soma ponderada dos *inputs* não seja superior a uma unidade (ZHU, 2008).

A Figura 1 sistematiza o modelo adotado para a avaliação dos PSLs de atuação nacional, representando as variáveis de *input* e *output* pertinentes na avaliação matemática do sistema.

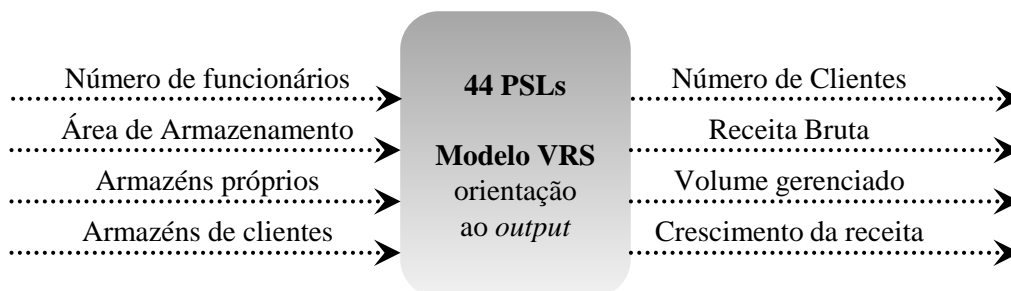


Figura 1: Características e variáveis do modelo a ser utilizado

Como principal resultado desse modelo, é possível identificar a eficiência relativa dos PSLs, bem como escala em que operam. Tais medidas são, segundo Hamdan e Rogers (2008), necessárias para investigar oportunidades de melhorias entre os PSLs ineficientes. Deve-se ressaltar que a fase de escala contém uma denotação específica para interpretar os resultados, auxiliando na tomada de decisão dos investimentos na capacidade das empresas, face ao retorno esperado em cada uma das situações. Para esse fim, confrontou-se o *score* de eficiência ao retorno de escala de um dado PSL, a fim de se traçar um perfil de desempenho e de melhorias do setor.

4. Resultados da avaliação dos prestadores de serviços logísticos no Brasil

Para a análise quantitativa deste trabalho, buscou-se analisar os parâmetros importantes para avaliação da eficiência de Prestadores de Serviços Logísticos (PSLs) no Brasil, com um foco

prático e quantificável. A finalidade da ênfase desta análise é mediar e comparar parâmetros mensuráveis dos PSLs, mediante a relação entre as condições oferecidas por esses – como entradas e/ou insumos – e o volume e respostas de produtividade – saídas e/ou produtos desencadeados – por esses operadores. Para detalhar o comportamento dos dados observados, a Tabela 3 apresenta a descrição das variáveis.

Tabela 3: Descrição das variáveis dos PSLs avaliados

Variáveis	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
<i>Inputs</i>				
Quantidade de funcionários	808,45	1411,68	6450,00	24,00
Área de armazenamento	167,09	199,94	850,00	0,00
Armazéns próprios	8,20	10,99	54,00	0,00
Armazéns em clientes	3,07	5,47	24,00	0,00
<i>Outputs</i>				
Clientes com contrato	80,95	297,75	2000,00	5,00
Receita anual	95,91	157,69	698,80	1,00
Volume gerenciado	13213,26	58193,67	384500,00	5,00
Crescimento da receita	1,55	1,38	8,96	0,78

Conforme o modelo estabelecido, obteve-se uma eficiência técnica média de 75,74%, com taxa mínima de 13,14% de eficiência e um desvio padrão (DP) de 28,05. De um total de 44 analisadas, 20 PSLs foram classificadas como eficientes, pois obtiveram *score* de eficiência 100%, o que implica o *status* de ineficiência de 24 PSLs, que representa 55% da amostra analisada (Tabela 4).

Tabela 4: Avaliação da eficiência dos PSLs

Avaliação da Eficiência	
Média	75,74%,
DP	28,05
Mínimo	13,14%
100%	20
99 –70%	7
69 –40%	9
Abaixo de 39%	8

Utilizando-se a classificação do porte da empresa adotada pelo Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES), que o faz considerando a Receita Bruta Anual, é possível constatar que, dentre as empresas eficientes, seis são de porte pequeno (30%), três (15%) são empresas médias, sete são média-grande (35%) e quatro são empresas de grande porte (20%).

Cada fase de escala contém uma denotação específica para interpretar os resultados, auxiliando na tomada de decisão dos investimentos na capacidade das empresas, face ao retorno esperado em cada uma das situações (Tabela 5). A escala crescente significa que ao aumentar as variáveis de *input* ocorre um aumento desproporcionalmente maior nas variáveis de saída para as 11 empresas. Neste caso, é interessante investir para o aumento da capacidade dessas empresas, pois obterá com isso um rápido crescimento no desempenho nacional, proporcionado pelos ganhos de escala possíveis de serem alcançados por 25% dos operadores analisados.

Ao considerar o *score* de eficiência desse grupo, foi possível observar uma amostra com cinco empresas tecnicamente eficientes e que apresentaram escala de produção crescente, indicando que em apenas 11% das organizações, apesar de não existirem insumos utilizados em excesso, o volume de produção está abaixo da escala ótima. Isso significa que esses operadores

logísticos podem aumentar a produção a um incremento decrescente da quantidade de recursos necessários, fazendo com que a fronteira de eficiência se distancie do grupo analisado.

Tabela 5: Avaliação de escala dos PSLs

Retorno de escala	Total	Eficiência	
		100%	<100%
Crescente	11	5	6
Constante	0	0	0
Decrescente	33	15	18

As empresas ineficientes e de escala crescente representam seis organizações na amostra. Essas empresas operam abaixo da escala ótima, indicando 14% das organizações também podem aumentar o seu nível de produção a um acréscimo decrescente de recursos para atingir o estado ótimo de eficiência. Os ganhos de escala possibilitam um incremento na produtividade a uma taxa de consumo decrescente dos recursos, podendo atingir, assim, a fronteira de eficiência e se equiparar aos *benchmarks* do mercado.

Na escala decrescente, com 33 empresas, os recursos utilizados superaram o nível ideal. Portanto, não é recomendada a obtenção de recursos para o aumento da capacidade produtiva por 75% das empresas, e sim reduzir os excessos, pois tais aspectos trariam benefícios proporcionalmente menores do que as taxas de incremento dos recursos.

As 15 unidades eficientes e que apresentam retorno de escala decrescente operam acima da escala ótima, o que implica na necessidade de redução da utilização de recursos. Além disso, o aumento da produção nessa situação ocorre mediante o acréscimo de uma quantidade maior de insumos necessários entre 34% PSLs, tornando economicamente desinteressante que essas organizações aumentem o nível de produção. Portanto, para alcançar a eficiência ótima, é necessário reduzir os excessos na utilização de *inputs*, mantendo-se o nível de produção.

Por fim, constata-se que 18 organizações ineficientes apresentam retorno de escala decrescente, que representa a situação economicamente mais desfavorável para 41% das unidades produtivas analisadas. Para aumentar a eficiência técnica, deve-se eliminar os excessos de utilização dos insumos, além de ter que aumentar o nível de produção. Para tanto, os PSLs devem perseguir a excelência, adotando as melhores práticas operacionais e de gestão daqueles que representam seus *benchmarks*.

5. Considerações Finais

O crescimento da complexidade das operações logísticas e a demanda pelo ganho de eficiência no exercício dessas funções levaram ao surgimento dos Prestadores de Serviços Logísticos (PSLs), empresas que assumem um papel estratégico dentro das organizações. O foco deste trabalho foi a avaliação de 44 PSLs de atuação nacional, utilizando a análise envoltória de dados. Como principal resultado prático, foi possível identificar a eficiência relativa dos PSLs de atuação nacional e a escala em que operam. A partir do modelo construído, constatou-se que 20 PSLs foram apontados como eficientes e representam *benchmarks* nacionais, por apresentarem uma relação ótima entre produtividade e utilização de recursos.

Quanto à escala em que os PSLs operam, identificou-se que 11 trabalham em escala crescente e 33 em escala decrescente, sem nenhuma ocorrência de desempenho constante. Assim, os resultados da Tabela 5 auxiliam na tomada de decisão dos investimentos na capacidade das empresas, face ao retorno esperado em cada uma das situações, corroborando com o exposto por Min e Joo (2006) e Liu e Fu (2009). As empresas que apresentam escala crescente, sobretudo as que são *benchmarks* nacionais, apresentam melhor relação entre utilização de recurso e produtividade, representando as melhores opções para os investidores. Já as organizações que operam em escala decrescente devem eliminar os excessos de utilização dos insumos.

Com base nesses resultados, os gestores podem selecionar os melhores operadores, no que tange a eficiência dos processos produtivos, a partir de um *ranking* que elenca os melhores PSLs. Além disso, conforme explicam Hamdan e Rogers (2008), Koster *et al* (2008) e Wanke e

Affonso (2011), os PSLs devem avaliar a eficiência dos processos de seus negócios em vista dos objetivos estratégicos, a fim de conduzir suas operações às melhores práticas e ao desempenho superior.

Dessa forma, os resultados encontrados auxiliam as organizações na tomada de decisão com relação à alocação de recursos, de modo a otimizá-los e distribuí-los para os canais apropriados, justificando a utilização da análise envoltória de dados como uma ferramenta contributiva para que se persiga a excelência pelos PSLs.

Referências

- Adler, N. et al.** (2002), Review of ranking methods in the data envelopment analysis context, *European Journal of Operational Research*, Vol. 140, No. 2, p. 249-265.
- Banker, R. D. et al.** (1984), Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis, *Management Science*, Vol. 30, No. 9, p. 1078-1092.
- Cook, W. D. e Seiford, L. M.** (2009), Data envelopment analysis (DEA): Thirty years on, *European Journal of Operational Research*, Vol. 192, No. 1, p. 1-17.
- Cooper, W. et al.** (2006), *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses: With DEA-Solver Software and References*, Springer, New York, NY.
- Ding, B. et al.** (2008), Third-party Logistics Provider Efficiency Evaluation Based on Information Entropy-DEA Model, in *International Seminar on Future Information Technology and Management Engineering, Leicestershire, 2008*, IEEE, Washington, p. 166-170.
- Dyson, R. G. et al.** (2001), Pitfalls and protocols in DEA, *European Journal of Operational Research*, Vol. 132, No. 2, p. 245-259.
- Hamdan, A. e Rogers, K. J. J.** (2008), Evaluating the efficiency of 3PL logistics operations, *International Journal of Production Economics*, Vol. 113, No. 1, p. 235-244.
- Koster, M. B. M. et al.** (2009), On using DEA for benchmarking container terminals, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 29, No. 11, p. 1140-1155.
- Kayakutlu, G. e Buyukozkan, G.** (2011), Assessing performance factors for a 3PL in a value chain, *International Journal of Production Economics*, Vol. 131, No. 2, p. 441-452.
- Liu, B. e Fu, S.** (2009), Efficiency Measurement of Logistics Public Companies Basing on the Modified DEA Model, in *International Conference on Computational Intelligence and Security, Beijing, 2009*, IEEE, Washington, p. 601-605.
- Min, H. e Joo, S. J.** (2006), Benchmarking the operational efficiency of third party logistics providers using data envelopment analysis, *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 11, No. 3, p. 259-265.
- Nataraja, N. R. e Johnson, A. L.** (2011), Guidelines for using variable selection techniques in data envelopment analysis, *European Journal of Operational Research*, Vol. 215, No. 3, p. 662-669.
- Operadores Logísticos** (2011), *Tecnológica*, Vol. 184, No. 3, p. 60-138.
- Senra, L. F. A. C. et al.** (2007), Estudo sobre métodos de seleção de variáveis em DEA, *Pesquisa Operacional*, Vol. 27, No. 2, p. 191-207.
- Seth, N. et al.** (2006), A conceptual model for quality of service in the supply chain, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 36, No. 7, p. 547-575.
- Sohail, M. S. e Sohal, A. S.** (2003), The use of third party logistics services: a Malaysian perspective, *Technovation*, Vol. 23, No. 5, p. 401-408.
- Wagner, J. M. e Shimshak, D. G.** (2007), Stepwise selection of variables in data envelopment analysis: Procedures and managerial perspectives, *European Journal of Operational Research*, Vol. 180, No. 1, p. 57-67.
- Wanke, P. F. e Affonso, C. R.** (2011), Determinantes da eficiência de escala no setor brasileiro de operadores logísticos, *Produção*, Vol. 21, No. 1, p. 53-63.
- Wanke, P. F. e Fleury, P. F.** (2006), Transporte de cargas no Brasil: estudo exploratório das principais variáveis relacionadas aos diferentes modais e às suas estruturas de custos, in Negri, J.A. e Kubota, L.C. *Estrutura e dinâmica do setor de serviços no Brasil*, IPEA, Brasília, p. 409-

464.

Zhou, G. et al. (2008), Evaluating the comparative efficiency of Chinese third-party logistics providers using data envelopment analysis, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 38, No. 4, p. 262-279.

Zhu, J. (2008), *Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking: Data Envelopment Analysis with Spreadsheets*, Springer, Nova York, NY.