

Avaliação de desempenho e seleção de fornecedores por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA)

Nilton Fabiano Ribeiro (FEPI – Centro Universitário de Itajubá) net_niltonfabiano@yahoo.com.br

Paulo Rotela Junior (FEPI – Centro Universitário de Itajubá) paulo.rotela@gmail.com

Rogério Martins de Azevedo (FEPI – Centro Universitário de Itajubá) rg.azerbass@hotmail.com

Resumo:

Nos dias atuais as relações cliente-fornecedor têm ganhado cada vez mais importância, e por consequência, a busca por uma melhor gestão desta parceria tem sido muito mais procurada pelas organizações. Este artigo tem como objetivo realizar uma análise de desempenho de fornecedores de uma empresa multinacional do setor de energia localizada no sul de Minas Gerais por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA). Para isso, foram coletados dados, segundo critérios pré-estabelecidos, dos 61 maiores fornecedores desta empresa. Observou-se que o modelo DEA-CCR apresentou uma melhor discriminação das unidades de análises comprovando a aplicabilidade da ferramenta utilizada, possibilitando à empresa uma melhor avaliação de seus principais fornecedores, estabelecendo os *benchmarks* e planos de ação sobre os fornecedores com nível de eficiência insatisfatório, além de estabelecer *ranges* para uma avaliação estendida aos demais fornecedores e ainda com a possibilidade da extensão da utilização da ferramenta para outros setores da empresa.

Palavras chave: Fornecedores, Análise Envoltória de Dados, Eficiência, Desempenho

Performance evaluation and suppliers selection through Data Envelopment Analysis (DEA)

Abstract

Nowadays the customer-supplier relations have gained increasing importance, and therefore, the search for better management of this partnership has been much sought after by organizations. This article aims to conduct a performance review of suppliers of a multinational company in the energy sector located in the south of Minas Gerais through Data Envelopment Analysis (DEA). For this, data were collected, according to pre-established criteria, of the 61 largest suppliers of this company. It was observed that the DEA-CCR model showed better discrimination of the units of analysis proving the applicability of the tool used, enabling the company to a better assessment of its main suppliers, establishing benchmarks and action plans on suppliers with unsatisfactory level of efficiency and establishes ranges for an extended evaluation to other suppliers and with the possibility of extending the use of the tool to other sectors of the company.

Key-words: Suppliers, Data Envelopment Analysis, Efficiency, Performance

1. Introdução

O desempenho de fornecedores tem grande influência nas atividades realizadas por diversas organizações. Diante da competitividade existente no mercado atual, é de suma importância que se trabalhe com os melhores fornecedores e é inegável que, para oferecer um produto final de qualidade, a um preço competitivo e com cumprimento dos prazos contratuais, bem como certificar-se de estar trabalhando com os melhores fornecedores são passos

fundamentais e que merecem ser estudados e trabalhados como pontos estratégicos pelas empresas.

Porter (1999, p. 46) afirma que: “as empresas devem ser flexíveis para reagir com rapidez às mudanças competitivas e de mercado. É importante que pratiquem de modo constante o *benchmark* para atingir as melhores práticas. Também devem terceirizar de forma agressiva para conquistar eficiência. E é fundamental que fomentem umas poucas competências essenciais, na corrida para permanecer à frente dos rivais.”

Segundo Lima Junior, Osiro e Carpinetti (2013), a seleção de fornecedores se configura como uma das atividades mais críticas para a gestão das cadeias de suprimentos sendo fator de influência direta no desempenho das organizações.

A opção pelos melhores fornecedores deve envolver a negociação por atributos alternativos (*trade-offs*), porque raramente estes são claramente superiores aos seus concorrentes de modo que é muito difícil estabelecer uma comparação. Adotar uma classificação baseado em alguns critérios pré-estabelecidos e/ou atribuir notas e/ou procedimentos de avaliação são as melhores opções (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2009).

Para Zerbini (2006), uma avaliação de desempenho adequada, permite mensurar com eficiência o cumprimento das expectativas na relação entre empresa e seus fornecedores. Isto permite que, ações de melhoria e desenvolvimento possam ser tomadas para ambos.

Este artigo tem como objetivo realizar uma análise de desempenho de fornecedores de uma empresa multinacional do setor de energia localizada no sul de Minas Gerais por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA).

2. Revisão da literatura

2.1 Fornecedores

Estudos apontam, segundo Viana e Alencar (2010), para uma evolução nos critérios de avaliação e seleção de fornecedores, o que considera uma inclusão de um número considerável de análises quantitativas e qualitativas. Ou seja, as avaliações deixaram de levar em conta somente o fator preço como preponderante para as escolhas, mais do que isso, hoje as empresas tem ido muito além do padrão preço, qualidade e entrega. Fatores como credibilidade, compromisso, capacidade de cooperação, flexibilidade, assim como outros são presença constante nas avaliações.

De acordo com Rodrigues e Sellitto (2009) a medição do desempenho de fornecedores combina múltiplos fatores parciais de desempenho, que podem se valer de , ao mesmo tempo, múltiplas variáveis de análise e também diversas técnicas para se realizar tal medição.

2.2 Indicadores

2.2.1 Indicadores de desempenho logístico

O nível de desempenho de um fornecedor pode ser mensurado, entre outros indicadores, pela sua *performance* de entregas dentro do prazo contratual ou acordado posteriormente com seu cliente (CONCEIÇÃO e QUINTÃO, 2004).

Como fator primordial, é importante destacar que os indicadores de desempenho são importantes para a gestão da qualidade total sendo fundamentais na busca por melhorias e a satisfação dos *stakeholders* na organização. É muito importante então que, indicadores sejam estabelecidos de maneira que possam efetivamente medir o desempenho em relação aos objetivos do cliente (MARTINS e COSTA NETO, 1998).

Conceição e Quintão (2004) afirmam ainda que, com um excelente nível de desempenho no que tange a questão da logística, a tendência natural é que o valor agregado da cadeia de suprimentos se eleve e que devido a isso, faz-se necessária a busca por maneiras de avaliar os fornecedores em seu nível de serviço logístico prestado.

2.2.2 Custos e competitividade

A preocupação com os custos iniciou-se com a Revolução Industrial com a necessidade de avaliação de inventários de matéria prima, produtos acabados e produtos em processo. Atualmente, com a competitividade cada vez maior, a gestão dos custos requer uma atenção especial, pois a sinergia entre necessidades de comprador e vendedor é imprescindível visto que o impacto no lucro das empresas é direto (SILVA, 2014).

2.2.3 Certificado sistema ISO 14000

Nas últimas décadas cresceu bastante a importância de questões relacionadas ao meio ambiente principalmente na vida das indústrias. Esta preocupação ambiental tem refletido bastante na relação entre países, produtores e importadores. Isso fez com que a indústria se sentisse na necessidade de dispor de normas para o Sistema de Gestão Ambiental (NAHUZ, 1995).

2.2.4 Não conformidades

Para Durski (2003), existe grande dificuldade para um cliente identificar se um produto é melhor ou pior do que um similar, mas por outro lado é importante certificar-se e dar prioridade às características do desempenho do produto e do processo para atender às expectativas dos clientes. Para medir a taxa de qualidade de um fornecedor, devem estar bem estabelecidos os parâmetros de acordo com as características de cada um.

A organização deve assegurar que produtos que não estejam conformes com os requisitos do produto sejam identificados e controlados para evitar seu uso ou entrega não pretendidos. Um procedimento documentado deve ser estabelecido para definir os controles e as responsabilidades e a autoridade relacionadas para lidar com produtos não conforme (ABNT NBR ISO 9001:2008, p. 13).

2.3 Análise Envolvória de Dados (DEA)

2.3.1 Eficiência e eficácia

Antes de abordar diretamente os conceitos e aspectos do DEA serão feitas algumas considerações relativas aos termos eficiência e eficácia, uma vez que de acordo com Mello *et al.* (2005) é de extrema importância que o entendimento dos termos mencionados seja claro e conciso.

Quando se pretende avaliar a eficiência de alguma unidade produtiva, ou serviços prestados por terceiros, ou ainda qualquer relação cliente-fornecedor, é importante atentar-se para o termo eficiência. Conforme Chiavenato (2007), quando uma empresa passa por uma avaliação de desempenho e resultados é preciso que a mesma seja considerada sobre o ponto de vista de eficácia e eficiência simultaneamente. De acordo com o autor a eficácia tem como objetivo o alcance dos resultados, enquanto que a eficiência cuida da utilização de recursos nesse processo e que, abordando o tema em termos econômicos, a capacidade de satisfazer a necessidade do cliente através de seus produtos sendo eles bens ou serviços, diz respeito a eficácia, ao passo que a eficiência se define numa relação técnica entre entradas e saídas.

De acordo com Castro (2006), a eficiência se insere nas operações visando os aspectos internos da organização se preocupando apenas com os meios, deixando para a eficácia a preocupação com os fins pela qual seus objetivos serão alcançados focando os aspectos externos da organização, porém o autor faz uma observação em relação ao fato de que nem

sempre uma organização consegue ser eficiente e eficaz ao mesmo tempo, em um momento a organização pode ser eficiente sem estar sendo eficaz e vice-versa, daí se conclui que o ideal se obtém quando ambas as intenções sejam obtidas ao mesmo tempo, ou seja, ser igualmente eficiente e eficaz. Este conceito partilha da mesma idéia de Chiavenato (2007) quando menciona a possibilidade de que a eficiência e eficácia nem sempre podem andar juntas.

Ilustrando melhor este conceito, Mello *et al.* (2005) explica a diferença entre eficiência e eficácia. Exemplificando pode-se analisar a seguinte situação: se uma unidade produtiva consegue atingir a produção que tinha como meta pode-se dizer que ela foi eficaz, porém foi eficiente? A meta de produção pode ter sido definida tanto pela própria empresa quanto externamente. Para se ter certeza se foi ou não eficiente é preciso verificar quais recursos a unidade analisada dispunha, quais tecnologias foram utilizadas, quais foram os resultados obtidos pelos seus concorrentes, dentre outros critérios que possam ser incluídos na análise.

Outro exemplo pode ser analisado de acordo com a relação de eficiência e eficácia de um vendedor, conforme explica Degen (2009): para ser eficiente um vendedor deve fazer um maior número de ofertas a clientes potenciais num menor tempo, enquanto que sua eficácia será medida em relação a quantas vendas foram realizadas a esses clientes potenciais.

Reforçando os conceitos apresentados Maximiliano (2008) comenta que o desempenho de uma organização se torna válido e aceitável quando a mesma utiliza seus recursos de maneira correta gerando a satisfação dos clientes, usuários, funcionários, acionistas, e a sociedade de forma geral.

No Quadro 1 é possível ver de forma resumida a diferença no que diz respeito a eficiência e eficácia.

Quadro 1 – Diferença entre eficiência e eficácia

Eficiência	Eficácia
Como as coisas são feitas:	Para que as coisas são feitas:
• De que maneiras são executadas; • Quais os passos para executá-las; • Ênfase nos meios; • Fazer as coisas de maneira correta; • Resolver problemas; • Salvar recursos; • Cumprir tarefas e obrigações; • Treinar os subordinados; • Manter as máquinas.	• Quais resultados elas trazem; • Quais objetivos alcançam; • Ênfase nos resultados; • Fazer as coisas corretas; • Atingir objetivos; • Otimizar a utilização de recursos; • Obter resultados; • Proporcionar eficácia aos subordinados; • Máquinas disponíveis.

Fonte: Adaptado de Chiavenato(2007).

2.3.2 Produtividade

Conforme explica Maximiliano (2008) a produtividade é um dos critérios mais simples na qual se pode avaliar um processo, organização ou sistema. Define-se como produtividade a relação entre os recursos utilizados e os recursos obtidos (ou produção).

Da mesma forma em relação a produtividade, Mello *et al.* (2005) define que essa é o resultado da razão entre a quantidade produzida pelo o que foi gasto para produzir. Entretanto sendo o resultado advindo de duas unidades diferentes, a produtividade tem unidades de medidas diferentes para cada caso.

2.3.3 Análise Envolvente de dados – Aspectos gerais

A proposta de uma abordagem por meio da Análise Envoltória de Dados do inglês *Data Envelopment Analysis* – DEA, foi sugerida por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) visando determinar a eficiência encontrada na avaliação de programas públicos. Como objetivo a técnica proposta consistia em fazer uma análise das unidades produtivas com base nas utilizações de seus recursos não importando qual seja a combinação dos mesmos ou ainda quais tecnologias são adotadas. Mais tarde com o objetivo de avaliar o desempenho do ensino básico um segundo modelo clássico foi proposto por Banker, Charnes e Cooper (1984).

Segundo Mello *et al.* (2005), a Análise Envoltória de Dados consiste numa ferramenta matemática utilizada para medir a eficiência de unidades produtivas e concordando com o autor Casado e Souza (2007) e Souza e Wilhelm (2009) explicam que o DEA é uma técnica não paramétrica que através da utilização da programação matemática, obtém-se com o modelo fronteiras de produção de unidades produtivas. Essas fronteiras avaliam a eficiência relativa dos planos de operação executado pelas unidades produtivas, servindo também como referências para o estabelecimento de metas eficientes para as unidades produtivas ineficientes.

Na busca do aperfeiçoamento dos métodos existentes na avaliação dos programas de pós graduação, Lins, Almeida e Bartholo Junior (2004) definem a utilização da Análise Envoltória de Dados como uma ferramenta de auxílio destacando a importância do método no que tange a forma de integração dos diversos aspectos de desempenho no âmbito do processo decisório, onde podem existir, e na maioria das vezes existem, variáveis que representam aspectos nos quais não podem ser agregados. Ainda de acordo com o autor uma das vantagens da utilização dos modelos DEA se dá no fornecimento de *benchmarks* para as unidades ineficientes uma vez que as mesmas são projetadas numa fronteira de eficiência.

Como já mencionado, o modelo DEA analisa o desempenho das unidades produtivas, e por convenção dentro da aplicação do modelo, cada unidade produtiva se constitui numa DMU, sigla que vem do inglês *Decision Making Unit* – unidades tomadoras de decisões, e que para Mello *et al.* (2005) o ser ou não ser eficiente se relaciona com as decisões que são tomadas pelas unidades produtivas, ou seja, pelas DMU's.

Casado e Souza (2007) dizem que segundo a literatura relacionada aos modelos DEA, uma firma ou empresa é considerada uma DMU, uma vez que estes modelos detêm uma medida para avaliar a eficiência de unidades tomadoras de decisão.

Sousa e Wilhelm (2009) reforçam que o DEA se aplica na resolução de problemas de programação linear tendo como objetivo a projeção dos produtores ineficientes tecnicamente até o conjunto de eficiência forte ou o conjunto de eficiência fraco e que para isso geralmente consideram-se os retornos constantes de escala, retornos não crescentes de escalas e retornos variáveis de escalas. Os mesmos podem ser observados conforme é mostrado na Figura 1:

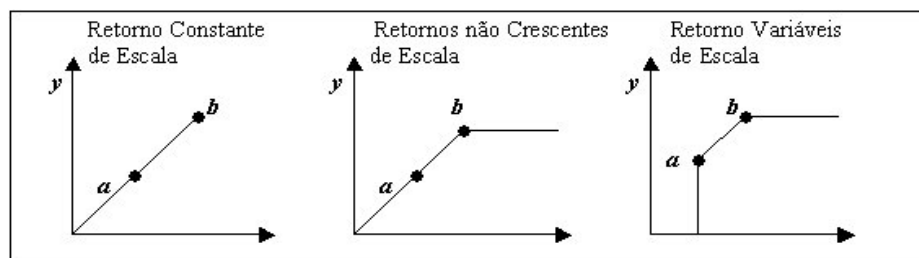


Figura 1 – Retornos de escala. Fonte: Souza e Wilhelm (2009).

Através de um resumo bem detalhado, Gomes (2008) relatou em seu trabalho as três etapas necessárias, quando se utiliza a modelagem DEA numa avaliação de eficiência e desempenho,

sendo elas: seleção e definição de DMU's; seleção de variáveis (*inputs* - entradas e *outputs* - saídas); escolha e aplicação do modelo DEA.

A autora também comenta sobre as duas formulações equivalentes para DEA, onde uma das formulações define a região viável de produção projetando cada DMU na fronteira dessa região consistindo no modelo por envelope. Já a outra formulação trabalha com a razão da soma ponderada de produtos e recursos, com a ponderação escolhida de forma mais favorável a cada DMU.

2.3.4 Modelos CCR e BCC

Segundo Lins e Almeida Junior (2004), Mello *et al.* (2005), Gomes (2008) e Rafaelli (2009) os dois modelos clássicos DEA são o CCR e o BCC. O modelo CCR cujo nome faz referência aos seus autores Charnes, Cooper e Rhodes (1978), trabalha com retornos constantes a escala, em outras palavras significa dizer que, mais acréscimos nos recursos produzirá acréscimos proporcionais aos produtos. De acordo com Carvalho e Arruda (2012) além das variações de produtos serem proporcionais as variações de insumos, o modelo ainda permite que cada DMU escolha os pesos para cada variável da forma que lhe for mais benéfica, porém esses pesos quando aplicados as outras DMU's não podem gerar uma razão superior a 1. A seguir é demonstrado as equações referentes ao modelo CCR.

O modelo CCR é representado conforme equações (1) – (5):

$$\max w_o = \sum_{q=1}^b u_q y_{qo} \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{p=1}^a v_p x_{po} = 1 \quad (2)$$

$$\sum_{q=1}^b u_q y_{qi} - \sum_{p=1}^a v_p x_{pi} \leq 0 \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

$$u_q \geq 0, \quad q = 1, 2, \dots, b \quad (4)$$

$$v_p \geq 0, \quad p = 1, 2, \dots, a \quad (5)$$

No qual i representa o índice da DMU, $i = 1, \dots, n$; q é o índice da saída, com $q = 1, \dots, b$; p é o índice da entrada, $p = 1, \dots, a$; y_{qi} é o valor da q -ésima saída para a i -ésima DMU; x_{pi} é o valor da p -ésima entrada para a i -ésima DMU; u_q é o peso associado à q -ésima saída; v_p é o peso associado à p -ésima entrada; w_o é a eficiência relativa de DMU_o, que é a DMU sob avaliação; e y_{qo} e x_{po} são, respectivamente, dados de saídas e entradas da DMU_o.

O modelo BCC, cuja a sigla também faz referência aos nomes de seus autores Banker, Charnes e Cooper (1984), surge a exatos 6 anos após a primeira publicação do DEA. Seus autores eliminaram a suposição de retornos constantes a escala proposto no modelo CCR substituindo-os por retornos variáveis a escalas, tendo como objetivo a avaliação da eficiência técnica pura das diversas DMU's. Neste contexto é possível a identificação de retornos crescentes e decrescentes de escalas, uma vez que o axioma da proporcionalidade é substituído pelo axioma da convexidade Rafaelli (2009).

O Modelo BCC é representado pelas equações (6) – (10):

$$\max w_o = \sum_{q=1}^b u_q y_{qo} + c_o \quad (6)$$

Sujeito a:

$$\sum_{p=1}^a v_p x_{po} = 1 \quad (7)$$

$$\sum_{q=1}^b u_q y_{qi} - \sum_{p=1}^a v_p x_{pi} + c_o \leq 0 \quad i=1,2,\dots,n \quad (8)$$

$$u_q \geq 0, \quad q=1,2,\dots,b \quad (9)$$

$$v_p \geq 0, \quad p=1,2,\dots,a \quad (10)$$

Vale observar que para obtenção da formulação do modelo BCC foi inserida de forma aditiva nas equações (6) e (8) uma variável auxiliar irrestrita c_o , denominada fator de escala. Tal variável indica onde a DMU em análise se encontra, seja na porção de retorno crescente, decrescente ou constante de escala (MELLO *et al.*, 2013).

Nas Figuras 2 e 3 são representadas as superfícies envoltórias e a forma de projeção dos modelos CCR e BCC (SOUSA e WILHELM, 2009):

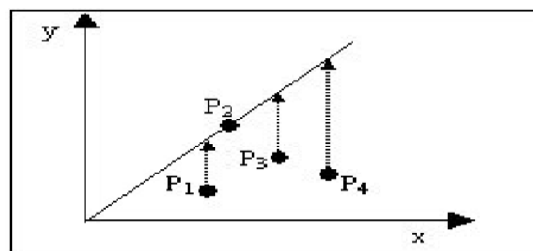


Figura 2 – Modelo DEA/CCR. Fonte: Adaptado de Souza e Wilhelm (2009).

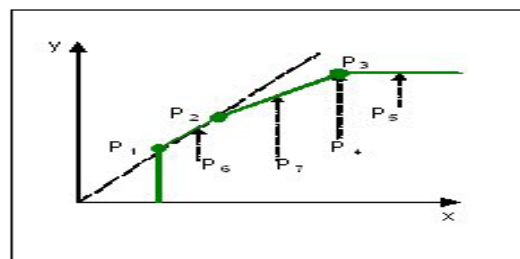


Figura 3 – Modelo DEA/BCC. Fonte: Adaptado de Souza e Wilhelm (2009).

E ainda de acordo com Mello *et al.* (2005) e Carvalho e Arruda (2012) na Figura 4 é possível observar a diferença entre os modelos CCR e BCC, onde uma maior benevolência quanto ao desempenho das unidades pode ser observada no modelo BCC, isso ocorre devido a possibilidade de variação na escala de produção, enquanto que no modelo CCR por definição esta escala permanece constante.

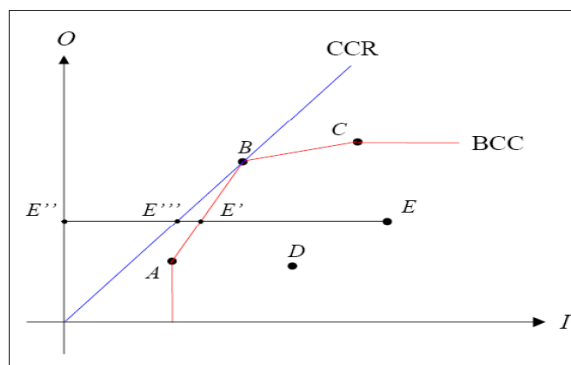


Figura 4 – Fronteiras do modelo DEA BCC e CCR. Fonte: Mello *et al.* (2005).

Carvalho e Arruda (2012) explicam que ambos os modelos BCC e CCR podem seguir dois tipos de orientações quanto a modificação nas variáveis, sendo elas a Orientação a *input* ou Orientação a *output*, totalizando quatro tipos de modelos básicos: CCR/*Input*; CCR/*Output*; BCC/*Input*; e BCC/*Output*. Ainda de acordo com o autor em concordância com Mello *et al.* (2005) quando o modelo está orientado a *input*, o mesmo força a maximização do decréscimo desta variável enquanto a mesma permanece no espaço de envelopamento. Já quando o modelo se orienta a *output*, o mesmo força o aumento das variáveis do produto.

A análise feita com a abordagem DEA gera os seguintes resultados de acordo com Sousa e Wilhelm (2009):

- Uma superfície envoltória que permite a identificação das DMU's eficientes e ineficientes;
- Uma medida de eficiência métrica para cada DMU no que diz respeito a (distância da fronteira, a fonte e o grau de ineficiência);
- Uma projeção da DMU sobre a fronteira;
- Um conjunto referência (unidades específicas contra as quais uma DMU particular está sendo comparada).

3. Métodos de pesquisa

A metodologia de pesquisa adotada para este trabalho foi a modelagem e a simulação matemática.

Modelagem e simulação são o processo de criação e experimento de um sistema físico através de um modelo matemático cujas saídas devem ser destinadas a um propósito específico (MARTINS, MELLO e TURRIONI, 2013).

Ainda segundo Martins, Mello e Turrioni (2013), entre os principais propósitos de se conduzir uma pesquisa utilizando modelagem e simulação estão: conhecer em detalhes o sistema operacionalmente, desenvolver o aperfeiçoamento do sistema, testar novos conceitos e sistemas antes de sua implementação e obter informações sem interferência no sistema corrente.

Neste estudo, utilizaremos da abordagem axiomática normativa, onde partiremos diretamente para a solução do modelo matemático, sem conduzir o experimento simulado, reduzindo as etapas para “modelagem-solução pelo modelo”.

Para Tavares Neto (2010), a abordagem axiomática normativa é a mais apropriada quando se deseja a obtenção de estratégias que visam a utilização das melhores soluções para os critérios de desempenho em questão.

4. Análise dos resultados

As etapas da pesquisa estão demonstradas na Figura 5 e são descritas a seguir:

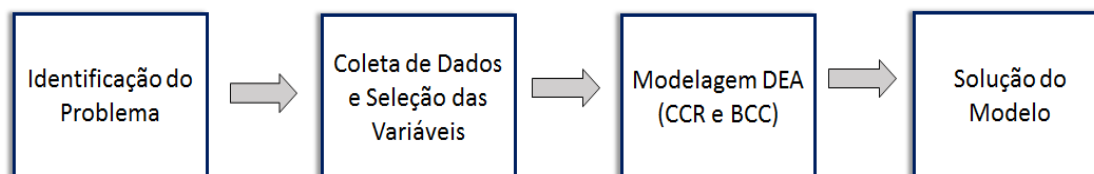


Figura 5 – Fluxograma das etapas da pesquisas

Etapa (a) Identificação do problema: O problema consiste em avaliar o desempenho de fornecedores de uma empresa de energia localizada no sul de Minas Gerais. As DMU's foram definidas como sendo cada um destes fornecedores.

Etapa (b) Coleta dos dados: Primeiramente, a escolha dos fornecedores a serem avaliados no ano (no caso o ano fiscal da empresa é de abril do ano corrente a março do ano seguinte) através de um relatório extraído do *software* utilizado globalmente pela empresa, que emite um relatório com os fornecedores que mais tiveram entrega de material (levando em consideração valores monetários) durante o último ano. De posse deste relatório, descartam-se os fornecedores de itens considerados não-produtivos, os materiais de consumo ou qualquer outro item que, mesmo que usados no processo produtivo dos equipamentos ofertados pela empresa, não impacte diretamente em suas funcionalidades. Desta forma, limita-se o número de fornecedores críticos que deverão ser avaliados segundo os critérios pré-estabelecidos.

Então, consideraram-se para a realização desta pesquisa os 61 maiores fornecedores (DMU's) da empresa em questão.

Foi considerado como *Input* o Número de não Conformidades (X1).

E, como *Outputs* foram selecionadas as variáveis: Entregas no Prazo (Y1), Custos e Competitividade (Y2) e Certificado Sistema ISO 14000 (Y3).

Tabela 1 apresenta a estatística descritiva das variáveis que foram utilizadas na análise de fornecedores (DMU's).

Tabela 1 – Estatística descritiva das variáveis (*inputs* e *outputs*)

	Y1	Y2	Y3	X1
Média	83,77	62,70	21,31	91,80
Mediana	100,00	75,00	0,00	100,00
Desv. Pad.	32,21	27,24	41,29	19,21
Mínimo	0,00	0,00	0,00	25,00
Máximo	100,00	100,00	100,00	100,00

Etapa (c) Modelagem: Foram analisadas as eficiências dos fornecedores utilizando os métodos clássicos da Análise Envoltória de Dados. Para isto, optou-se pela utilização do *software* Max DEA[®].

Etapa (d) Solução do Modelo: São apresentados os resultados obtidos pelos modelos da Análise Envoltória de Dados.

A Tabela 2 mostra as estatísticas descritivas dos resultados de eficiência dos fornecedores para os modelos DEA CCR e BCC.

Tabela 2 – Estatística descritiva dos resultados de eficiência dos modelos DEA

	DEA CCR	DEA BCC
Média	0,37	0,95
Mediana	0,25	1,00
Desv. Pad.	0,18	0,14
Mínimo	0,17	0,50
Máximo	1,00	1,00

Considerando os 61 fornecedores (DMU's) em análise, a Figura 6 apresenta o resultado individual de eficiência obtido pelo modelo DEA CCR.

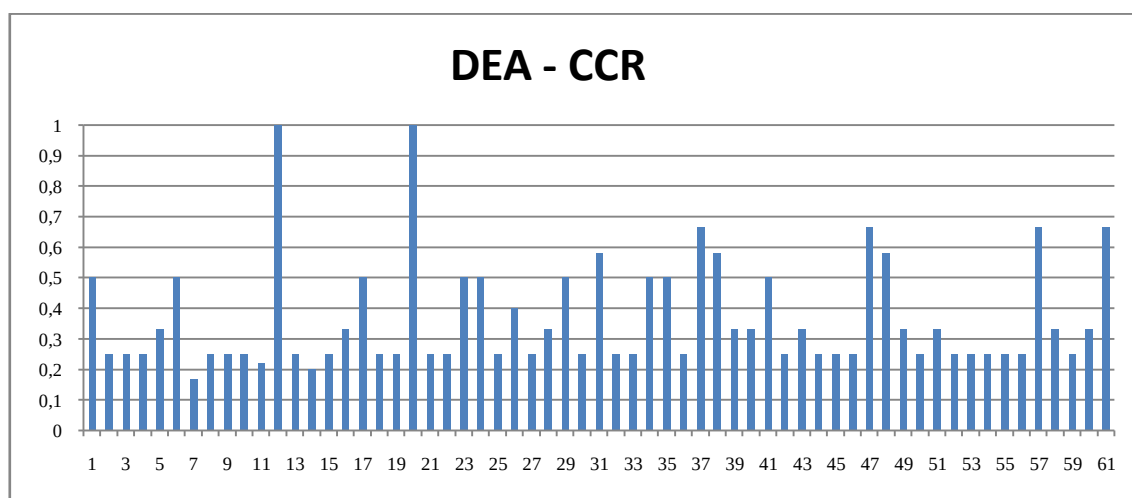


Figura 6 –Resultado de eficiência das DMU's 1-61

A Figura 7 apresenta os resultados de eficiência obtidos pelo modelo DEA BCC para cada um dos fornecedores em análise.

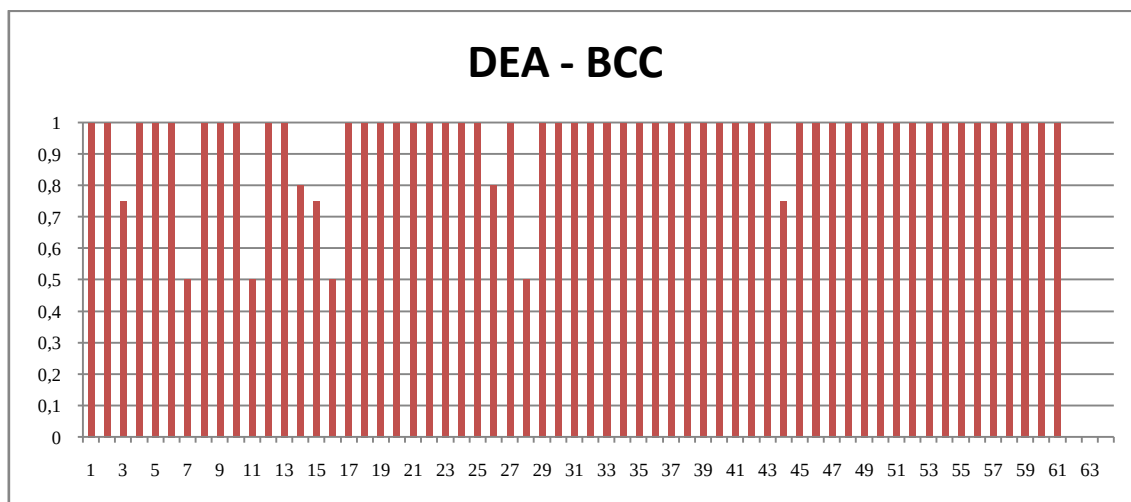


Figura 7 – Resultado de eficiência das DMU's 1-61

Como pode ser visto, os resultados obtidos foram apresentados por meio de tabela descritiva e gráficos tanto para o modelo DEA CCR quanto para o modelo DEA BCC, onde no primeiro

modelo foi verificada uma boa discriminação dos resultados entre as DMU's, sendo que as DMU's 12 e 20 se mostraram as mais eficientes entre todas, o que as fazem poder ser consideradas *benchmark* levando-se em conta os critérios de avaliação adotados. Em contrapartida identifica-se que nenhuma outra DMU sequer atingiu os 75% de eficiência e ainda que, mais da metade não ultrapassou a marca de 25% de eficiência. Este resultado aponta para que ações de melhoria devam ser tomadas para a grande maioria dos principais fornecedores e que, a estratégia do desenvolvimento de novos fornecedores deve ser uma das prioridades para a empresa.

O modelo BCC, como pode se verificar nos gráficos de seus resultados, não apresentou boa discriminação dos resultados, apresentando a maior parte das DMU's com o mesmo nível de eficiência (a maioria 100%).

5. Conclusões

O objetivo de realizar análise de desempenho dos maiores fornecedores desta empresa multinacional do setor de energia localizada no sul de Minas Gerais foi atingido, principalmente com o modelo DEA CCR que apresentou uma boa discriminação dos resultados entre as unidades avaliadas. O estudo mostrou a aplicabilidade da ferramenta utilizada, tornando possível à empresa uma avaliação mais robusta de seus principais fornecedores, sendo capaz de identificar os *benchmarks* e trabalhar com planos de ação sobre os fornecedores com nível de eficiência insatisfatório, além de estabelecer ranges para uma avaliação estendida aos demais fornecedores da empresa.

Trabalhos futuros poderão, além de aumentar o número de itens (critérios) de avaliação, estender a utilização desta ferramenta de análise a mais departamentos da empresa.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ISO 9001:2008 - ABNT NBR ISO 9001 2008 para treinamento – Rev1.

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, p. 1078-1092, 1984.

CARVALHO, T. C.; ARRUDA, J. B. F. *Aplicação da Análise Envoltória de Dados a Cajucultura: Um estudo de caso na região de Aracati/CE e Fortim/CE*. In: XXXII ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2012, Bento Gonçalves, Anais... Bento Gonçalves, 2012.

CASADO, F. L.; SOUZA, A. M. *Análise Envoltória de Dados: conceitos, metodologia e estudo da arte na educação superior*. Revista do Centro de Ciências Sociais e Humanas, Santa Maria, v. 1, p. 1-154, 2007.

CASTRO, R. B. *Eficácia, eficiência e efetividade na administração pública*. In: XXX ENCONTRO DA ANPAD, 2006, Salvador. Anais... Salvador, 2006.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. *Measuring the efficiency of decision making units*. European Journal of Operational Research, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.

CHIAVENATO, I. *Administração: teoria, processo e prática*. 4ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

CONCEIÇÃO, S. V.; QUINTÃO, R. T. *Avaliação do desempenho logístico da cadeia brasileira de suprimentos de refrigerantes*. Gestão & Produção, Belo Horizonte, v. 11, n. 3, p. 441-453, dez. 2004.

DEGEN, R. J. *O empreendedor: empreender como opção de carreira*. São Paulo: Pearson Prentise Hall, 2009.

DURSKI, G. R. *Avaliação do desempenho em cadeias de suprimentos*. Revista FAE, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 27-38, jan/abr. 2003.

GOMES, E. G. *Uso dos modelos DEA em agricultura: Revisão da Literatura*. Engevista, v. 10, n. 1, p. 27-51, junho, 2008.

LIMA JUNIOR, F. R.; OSIRO, L.; CARPINETTI, L. C. R. *Métodos de decisão multicritério para seleção de fornecedores: um panorama do estado da arte*. Gestão & Produção, São Carlos, v. 20, n. 4, p. 781-801, dez. 2013.

LINS, M. P. E.; ALMEIDA, B. F.; BARTHOLO JUNIOR, R. *Avaliação de desempenho na pós-graduação utilizando a Análise Envolvória de Dados: o caso da Engenharia de Produção*. Revista Brasileira de Pós-Graduação, n. 1, julho, 2004.

MARTINS, R. A.; MELLO, C. H. P.; TURRIONI, J. B. *Guia para elaboração de monografia e TCC em Engenharia de Produção*. São Paulo: Atlas, 2013.

MARTINS, R. A.; COSTA NETO, P. L. O. *Indicadores de desempenho para a gestão pela qualidade total: Uma proposta de sistematização*. Gestão & Produção, São Carlos, v. 5, n. 3, p. 298-311, dez. 1998.

MAXIMILIANO, A. C. A. *Introdução a Administração*. 7ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MELLO, J. C. C. B. S.; MEZA, L. A.; GOMES, E. G.; NETO, L. B. *Curso de Análise envoltória de dados*. In: XXXVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 2005, Gramado. Anais... Gramado, 2005.

MELLO, J. S.; MEZA, L.; SILVEIRA, J.; GOMES, E. *About negative efficiencies in Cross Evaluation BCC input oriented models*. European Journal of Operational Research, v. 229, n. 3, p. 732-737, 2013.

NAHUZ, M. A. R. *O sistema ISO 14000 e a certificação ambiental*. Revista de administração de empresas, v. 35, n. 1, nov/dez. 1995.

PORTER, M. E. *Competição – Estratégias competitivas essenciais*. Rio de Janeiro: Vozes, 1999.

RAFAELI, L. *A Análise Envolvória de Dados como ferramenta para a Avaliação do Desempenho Relativo*. 166f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

RODRIGUES, D. M.; SELLITTO, M. A. *Análise do desempenho de uma empresa de manufatura apoiada em análise de aglomerados*. Revista Produção, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 55-69, jan./abr. 2009.

SILVA, K. S. *GESTÃO DE CUSTOS. Curso técnico em logística – módulo IV*, Cariacica 12 mar. 2014. Disponível em <<http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Gest%C3%A3o-De-Custos/48664086.html>> Acesso em: 31 mai. 2015.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Administração da produção*. São Paulo: Atlas, 2009.

SOUZA, P. C. T.; WILHELM, V. E. *Uma introdução ao modelo DEA de eficiência técnica*. Revista Tuiuti: Ciência e Cultura, Curitiba, n. 42, p. 121-139, 2009.

TAVARES NETO, R. F. *Proposta de solução de problemas de scheduling considerando possibilidade de terceirização usando a técnica de otimização por colônia de formigas*. 2010. 148 f. Tese (Doutorado) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

VIANA, J. C.; ALENCAR, L. H. *Análise do processo de seleção e avaliação de fornecedores em indústrias: do setor de alimentos: Um estudo de caso múltiplo*. In: XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2010, São Carlos. Anais... São Carlos, 2010.

ZERBINI, R. *Avaliação de desempenho de fornecedores: Um estudo de caso em uma grande instituição financeira brasileira*. 141f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Escola de administração de empresas de São Paulo, FGV – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2006.