

# UMA ESTIMATIVA DA EFICIÊNCIA DE CONCESSIONÁRIAS DE CARROS UTILIZANDO O DEA

---

**RESUMO** O objetivo do trabalho é estimar a eficiência de uma amostra de 67 concessionárias de carros no Brasil de uma das maiores montadoras de veículos do mundo no ano de 2009, utilizando o método não-paramétrico Análise Envoltória de Dados - DEA. Na modelagem, identificaram-se três *inputs* e quatro *outputs* e para identificar o ambiente diferenciado, utilizou-se do poder de compra dos municípios de onde as concessionárias prestam os seus serviços. Os resultados dessa pesquisa mostram que a média geométrica da eficiência global (DEA-CCR-OO) é de 79.33%. Isso indica que se no período analisado as 49 ineficientes se transformassem em benchmarkings, a produção seria acrescida, no mínimo, em 20.66% com os mesmos insumos. Três causas podem explicar esse resultado: a) ineficiência de escala, b) impacto do entorno, c) ineficiência de gestão. A ineficiência de escala é responsável por 2.16% da ineficiência global, identificando-se 29 concessionárias com escalas produtivas superdimensionadas, 20 com escalas subdimensionadas e 18 com o porte ideal. O entorno explica 8.50% da ineficiência global e a ineficiência da gestão é responsável por 14.34%. Descontando o efeito negativo do ambiente e da escala, o número de unidades com ineficiência de gestão é de 30. Palavras chave: Eficiência; DEA; Concessionárias de carros.

**ABSTRACT** The objective of this study is to estimate the efficiency of a sample of 67 car dealerships in Brazil one of the largest automakers in the world in 2009, using the nonparametric method Data Envelopment Analysis - DEA. In modeling, we identified three inputs and four outputs and to identify the distinctive environment, we used the purchasing power of municipalities where dealers provide their services. These survey results show that the geometric mean of the overall efficiency (DEA-CCR-OO) is 79.33%. This indicates that during the period analyzed the 49 from becoming inefficient benchmarks, production would be increased, at a minimum of 20.66% with the same inputs. Three causes can explain this result: a) scale inefficiency, b) the impact of the environment, c) inefficiency of management. The scale inefficiency is responsible for 2.16% of global inefficiency, identifying himself with 29 dealerships scale production oversized, undersized and 20 to 18 scales with the ideal size. The surroundings explains 8.50% of global inefficiency and ineffectiveness of management is responsible for 14.34%. Excluding the negative effect of the environment and the scale, the number of units with inefficient management is 30. Key Words: Efficiency, DEA, Car dealerships.

Recebido em 22/fevereiro/2012

Aprovado em 20/junho/2012

Sistema de Avaliação: Double Blind Review

Editor Científico: Edmar Aparecida de Barra e Lopes

ISSN – 2236 1197

Vitor Moreira de Souza, graduado em Administração pela Universidade de Brasília (UNB), e-mail: vitor1104@gmail.com;

Carlos Rosano Peña, Professor do Departamento de Administração da Universidade de Brasília (UNB), doutor em Economia pela Universidade Russa Amizade dos Povos, e-mail: gmcrosano@gmail.com;

## 1 INTRODUÇÃO

A eficiência na gestão de unidades produtivas tem importantes funções. Destaca-se por ser um bom indicador de qualidade e, num entorno de crescente competitividade, se torna um pré-requisito para a sobrevivência das organizações. É, portanto, imprescindível para fins estratégicos, o planejamento e o processo decisório de uma empresa.

Eficiência pode ser definida como a melhor sinergia possível entre os múltiplos insumos utilizados para maximizar os resultados.

Para a mensuração da eficiência podem ser utilizados dois procedimentos: o paramétrico e o não-paramétrico. O paramétrico é o mais tradicional. Determina a eficiência a partir de uma relação funcional entre os inputs utilizados e a máxima quantidade de outputs produzidos, ponderados monetariamente e estimando-se os parâmetros da função por meio de técnicas econométricas de regressões múltiplas. Porém, como indicado por Ruggiero (1996), se a suposição de que a produção é tecnicamente eficiente for inválida, as estimativas do parâmetro podem ser tendenciosas. O segundo se concretiza com o método Análise Envoltória de Dados (do inglês, Data Envelopment Analysis - DEA) que, determina a eficiência de uma forma mais indutiva, por meio do conjunto de todos os processos produtivos tecnologicamente factíveis, estimado a partir das práticas empiricamente observadas. Esse método assume hipóteses mais flexíveis sobre o comportamento (distribuição) das variáveis e não requer *a priori* a especificação de nenhuma relação funcional entre os insumos e produtos, ficando livre dos possíveis erros dessa especificação. Dispensa a tradicional hipótese paramétrica de comportamento eficiente das unidades analisadas. Usa programação matemática que determina o conjunto ótimo de ponderadores chamado de preços sombras e, assim, exonera a utilização dos preços de mercado e permite a análise de unidades que lidam com múltiplos *inputs* e múltiplos *outputs*. No entanto, por ser determinística, essa técnica é muito susceptível às observações extremas e ignora as perturbações aleatórias do processo produtivo.

A avaliação da eficiência de sistemas complexos não é uma tarefa fácil. Um caso de sistema complexo são as concessionárias de carros, objeto de estudo deste trabalho. Isso decorre da diversidade dos serviços fornecidos pelas concessionárias (vendas de veículos, peças e acessórios, serviços oficina e deferentes produtos e serviços financeiros), da complexa inter-

relação entre os *stakeholders* envolvidos, da multiplicidade dos insumos e recursos utilizados e das diversidades entre regiões e contextos sociais onde estão inseridas.

Nessa complexidade, o estudo da eficiência pode simplificar-se com a criação de um valor agregado representativo dos serviços fornecidos pelas concessionárias e a utilização do método paramétrico. Mas como determinar a eficiência das concessionárias considerando os múltiplos *inputs* e os múltiplos *outputs* não agregados e o impacto das variáveis não controláveis pelos gestores?

Daí a hipótese básica deste trabalho é que com o método Análise Envoltória de Dados (DEA) é possível identificar a eficiência técnica de concessionárias de carros de uma forma mais enriquecedora.

Dessa forma, este trabalho objetiva evidenciar as potencialidades do método Análise Envoltória de Dados (DEA) no estudo da eficiência de concessionárias de carros.

Além deste preâmbulo, este trabalho está estruturado da seguinte forma. Na seção 2, é oferecida uma revisão dos conceitos de eficiência e dos métodos DEA-clássicos. Em seguida, na seção 3, descrevem-se os parâmetros do problema da eficiência de concessionárias de carros. A seção 4 mostra os resultados da pesquisa. Finalmente, na última seção, apresentam-se as principais conclusões do trabalho.

## 2 EFICIÊNCIA

Muitas organizações buscam a lucratividade econômica, entretanto, muitas vezes fazem isso sem descobrir se são realmente eficientes. A eficiência mostra-se um conceito de extrema importância para o desenvolvimento e diferenciação das empresas.

Surge assim a pergunta: o que é eficiência? Farrell em 1957 define a eficiência como a combinação ótima dos insumos e métodos utilizados (*inputs*) de forma a produzir a maior quantidade possível de produtos (*outputs*) (SERRANO, BLASCO, 2006 p. 2). Dessa maneira, a eficiência é a capacidade de ter a melhor relação possível entre os insumos necessários para os produtos produzidos. Por isso, eficiência está intimamente relacionada com o processo de transformação.

Essa definição se mostra aplicável a qualquer um dos três setores da economia: rural, industrial e de serviços. Exemplificando, para o primeiro setor, os insumos podem ser a quantidade de terra, as máquinas, a tecnologia agregada, os colaboradores, para a produção de diversas quantidades de sacas de arroz de um produtor rural. Já no segundo, o ferro, o plástico, o tecido, a espuma, os fios elétricos, a tecnologia, os colaboradores, as máquinas, para a produção dos diversos tipos de veículos de uma montadora. Por fim, no terceiro setor, os colaboradores, uma tesoura, uma navalha, para a realização de um corte de cabelo gerando também um grau de satisfação do cliente em um salão de beleza.

A eficiência pode ser dividida em dois tipos: eficiência técnica e eficiência econômica (RAMOS, 2007). A princípio, as organizações almejam chegar à eficiência econômica, para tanto, faz-se necessária a obtenção da eficiência técnica.

A eficiência técnica é atingida quando: com o menor número de insumos possíveis se produz uma dada quantidade de produtos, ou quando dada quantidade de insumos se produz a maior quantidade de produtos. Uma definição prática: quando um produtor que produz dois ou mais produtos, é eficiente para aquele nível de insumo, se e somente se ele não conseguir aumentar a produção de um *output* sem diminuir a produção do outro.

A eficiência econômica tem um conceito mais amplo. Enquanto a eficiência técnica está ligada apenas aos aspectos físicos, a eficiência econômica inclui também os aspectos monetários. Portanto, uma empresa pode ter eficiência técnica e não ter eficiência econômica. Isso acontece quando a organização não utiliza a melhor combinação de insumos para minimizar os custos; mas não pode ter eficiência econômica sem previamente ter eficiência técnica.

Nas organizações é muito importante medir o nível de eficácia ou grau de consecução dos objetivos, para isso, normalmente, se utiliza da produtividade média parcial. A produtividade média parcial relaciona um produto com um de seus insumos, geralmente o principal produto com o seu respectivo insumo. Esse conceito está muito presente em nosso cotidiano, por exemplo, nas relações entre: números de sacas de arroz/hectares, carros produzidos/chapas de aço, cabelos cortados/número de cabeleireiros. Em suma esse conceito tem a capacidade de medir o nível de aproveitamento dos recursos empregados. Entretanto, esses indicadores apresentam algumas limitações.

Difícilmente uma organização produz um único produto utilizando um único insumo. Com isso, a produtividade média parcial chega a sua grande limitação: quando temos mais de um *input* e/ou *output* como ponderar? Uma possível solução para essa pergunta pode ser a utilização de preços como elemento ponderador. Todavia, o preço se comporta conforme o mercado e nem sempre está em equilíbrio, logo o preço pode ser um elemento tendencioso e errôneo. Um problema com a ponderação utilizando os preços é que nem sempre os preços estão disponíveis no mercado, ou não são representativos, em mercados imperfeitos sob condições de monopólio. Por fim, essa pergunta pode ser respondida com a utilização do modelo DEA.

## 2.1 Análise Envoltória de Dados (DEA)

A análise envoltória de dados foi criada por Charnes, Cooper e Rhodes em 1978 num estudo empírico que tinha como objetivo avaliar a eficiência do ensino público nos EUA. O DEA tem sua base na pesquisa operacional e utiliza-se de *softwares* e modelagem de dados para melhoria do desempenho organizacional (DÁVALOS, 2002).

O DEA é uma ferramenta que auxilia na decisão de natureza multicritério. Define as melhores práticas (unidades eficientes) e mostra quais unidades são ineficientes e como fazer para que elas se tornem eficientes. Com ele, conseguem-se inúmeras soluções que permitem melhorar a eficiência das unidades analisadas, bem como identificar ociosidades e folgas de produção. Esse método veio para resolver um problema econômico: a dicotomia entre necessidades ilimitadas e recursos escassos.

A essência do modelo DEA é baseada na comparação entre as Produtividades Total dos Fatores (PTF=  $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}$ , em que  $u_r \in R^m$  e  $v_i \in R^n$  são as respectivas ponderações que permitem criar o valor agregado dos produtos  $y$  e insumos  $x$ ) das unidades produtivas (*Decision Making Units* – DMUs) com as melhores práticas resultando na eficiência relativa (SERRANO, BLASCO, 2006). A partir dessas comparações se evidencia os graus de ineficiência das DMUs e as ocasionais folgas e ociosidades de produção (NANCI et al., 2004).

O método DEA tem por base dois modelos: o modelo retorno constante de escala e o modelo retorno variável de escala. Inicialmente, o modelo proposto por Charnes Cooper e Rhodes (1978) presumia apenas retornos constantes de escala (*Constant Returns to Scale* – CRS)

também conhecido por CCR que são as iniciais dos nomes dos três criadores . Tempos depois, foi estendido por Banker, Charnes e Cooper (1984) incluindo retornos variáveis de escala (*Variable Returns to Scale* – VRS) renomeado como BCC em homenagem aos autores.

O modelo com retorno constante de escala foi criado a partir de observações empíricas de que geralmente as unidades produtivas num mercado de concorrência perfeita têm uma relação linear entre *input* e *output* e com isso a curva de possibilidade de produção é uma reta bem como a fronteira eficiente (VILELA et al., 2007; SERRANO, BLASCO, 2006).

O modelo variável de escala surgiu depois da percepção de que quando se utiliza o DEA para unidades produtivas que tenham grandes diferenças de tamanho, as relações entre *input* e *output* não apresentam relações lineares (uma reta) e sim uma relação variável (uma curva convexa) (SERRANO, BLASCO, 2006).

O teorema da invariância de unidades medidas no DEA diz que o valor ótimo da maximização da eficiência é independente das unidades em que os *inputs* e os *outputs* estão sendo medidos, desde que estas unidades sejam as mesmas para cada DMU (COOPER et al., 2007, p. 24). Por exemplo, considere-se a avaliação de fazendas de cereais. Se em lugar de toneladas de cereais por hectare utilizamos sacas por alqueire, o índice de eficiência será o mesmo; já a produtividade terá valores diferentes e exigirá especificar as unidades de medidas. Dessa forma, podem-se utilizar diferentes unidades de medida no cálculo da eficiência.

Quando se utiliza o método DEA, dependendo da necessidade da organização, pode-se utilizar de três orientações: para o *input* (IO) – quando enxerga-se a necessidade de minimizar os insumos mantendo a quantidade de produtos produzidos; para o *output* (OO) – quando mantendo a quantidade de insumos é desejável um aumento de produção; ou não orientado (NO) – que é uma combinação dos dois anteriores.

Para a modelagem de dados no DEA, utiliza-se de Programação Linear (PL) formulada e conceituada por Grosskopf e Loovel em 1985 (COOPER et al., 2007, p. 258), podendo atingir a sua forma primal (forma multiplicativa) ou ainda sua forma dual (forma envolvente). O referido autor recomenda a utilização do modelo envolvente por ser mais fácil de calcular e por evidenciar as folgas e ociosidades de produção.

O Problema de Programação Linear (PPL) DEA primal orientado para o output é conhecido pela fórmula multiplicativa (CCR-M-OO) e dado por (1).

Considerando:

$\mathbf{x}$  é o vetor insumo.

$\mathbf{y}$  é o vetor produto.

$\mathbf{m}$  é o número de *inputs*.

$\mathbf{n}$  é o número de *outputs*.

$\mathbf{h}$  é o índice de eficiência relativa.

$\mathbf{j}$  é o número de unidades produtivas.

$x_{ij}$  são as quantidades de insumo  $i$  ( $i=1,2,\dots,n$ ) consumidos pela  $j$ -ésima unidade.

$y_{rj}$  são as quantidades do bem  $r$  ( $r=1,2,\dots,m$ ) produzidos pela  $j$ -ésima unidade.

$v_i$  e  $u_r$  são os pesos específicos dos insumos e produtos respectivamente.

$$\text{Min } \varphi_0 = \sum_{r=1}^m y_{r0} u_r \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^n v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^m y_{rj} u_r \geq \sum_{i=1}^n x_{ij} v_i \quad j = 1, 2, \dots, N$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad r = 1, 2, \dots, m; i = 1, 2, \dots, n$$

Quando o índice de eficiência relativa, calculada em (1),  $\varphi_0 = 1$  significará que a DMU analisada apresentar-se-á eficiente e, por conseguinte, localizar-se-á na fronteira eficiente.

Todavia quando  $\varphi_0 > 1$  a DMU será ineficiente.

Usualmente faz a seguinte transformação nos pesos:  $u_r, v_i \geq \varepsilon$  onde  $\varepsilon = 0,000.001$  (um número muito pequeno). Isso é recomendável para evitar que o peso obtenha valor igual a zero, mostrando que a variável correspondente a esse peso não tenha importância para a unidade produtiva.

Segundo Kassai (2002), o modelo BCC (com retornos variáveis de escala -*Variable Returns to Scale* – VRS) inclui variáveis adicionais “ $K_0$ ” (orientado ao *input*) ou “ $W_0$ ” (orientado

ao *output*), o fator de escala que informa se os retornos de escala são constantes, crescentes ou decrescentes. “K<sub>0</sub>” e “W<sub>0</sub>” podem assumir valores negativos (com retornos crescentes de escala), positivos (com retornos decrescentes de escala) ou nulos (com retornos constantes de escala).

Mantendo o paralelismo com o modelo primal CCR-OO, quando se pretende maximizar a quantidade de produtos mantendo o nível de insumos pode-se utilizar o modelo primal BCC-OO, podendo ser representado matematicamente da seguinte forma:

$$\text{Min } h_0 = \sum_{r=1}^m y_{r0} u_r + W_0 \quad (2)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^n v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^m y_{rj} u_r \geq \sum_{i=1}^n x_{ij} v_i \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad r = 1, 2, \dots, m; i = 1, 2, \dots, l$$

Segundo Banker et. al (1984), o modelo BCC permite que a eficiência máxima varie em função da escala de produção e por isso tal modelo admite a utilização de unidades de portes distintos. Como este trabalho usará diversas concessionárias de portes distintos, utilizará esse modelo para a delimitação da eficiência de escala (EE).

Segundo Cooper et al. (2007, p.90) partindo do modelo CCR resulta um indicador de eficiência produtiva (EP) também conhecida por eficiência global, já do modelo BCC resulta um indicador de eficiência pura (ET). Assim, a relação entre a EP e a ET gera a eficiência de escala (EE) e segundo eles pode ser representada da seguinte forma:

$$SC = EP_{CR} / ET_{VR}$$

De tal modo, a EE é um indicador que mostra a distância entre as fronteiras EP e ET.



### 3 PARÂMETROS DO PROBLEMA DA EFICIÊNCIA DE CONCESSIONÁRIAS DE CARROS

Para utilizar o método DEA, há a necessidade de se definir as variáveis e quais são as DMUs (Decision Marking Units). Não há na literatura uma relação ideal entre quantidade de unidades e variáveis, todavia, Nanci et. al (2004) relata que tal relação deve ser de no mínimo 3 unidades para 1 variável. Outras pesquisas apontam 5 para 1 (GONZÁLES-ARAYA 2003). Entretanto, subestimar ou superestimar as variáveis gerará uma pesquisa tendenciosa. Essa sempre será uma limitação dos estudos envolvendo tal método, uma vez que essas definições sempre terão que ser feitas. Nesse sentido, é importante salientar qual modelo DEA melhor se adéqua a pesquisa pretendida; no caso, utilizou-se da interação dos modelos CCR-OO e BCC-OO para a determinação da eficiência de escala. Para isso, utilizou-se o *software* DEA-SEAD.

Em concessionárias de carros, existem quatro tipos básicos de enfoques que o pesquisador pode fazer: operacional, vendas, oficina e da concessionária como um todo. Nessa pesquisa foi utilizado o enfoque da concessionária como um todo.

Como essa pesquisa é em âmbito nacional com uma amostra de 67 concessionárias, há uma grande diferença de porte entre as empresas, assim como de poder de compra entre as cidades analisadas. Para se descobrir quais são as empresas com ineficiência de gestão, descontam-se os efeitos do contexto. O contexto será descontado a partir da adaptação dos modelos DEA, realizadas por Fried e Lovell (1996 como citado em MUÑIZ, 2001) e considerará o inverso do produto interno bruto *per capita* de cada município de 2005 (1/PIB) (IBGE, 2005).

Os *inputs* foram: gastos em marketing, número de funcionários e ativos fixos. Os *outputs* foram: carros novos vendidos, carros usados vendidos, número de ordens de serviços na oficina e comissões com financiamentos e seguros (F&I). As especificações das variáveis escolhidas estão representadas na Tabela 1.

A análise e modelagem dos dados foram feitas seguindo o seguinte procedimento metodológico:

- Calculou-se o CCR-OO
- Calculou-se o BCC-OO
- Foram descontados os efeitos do contexto

- Recalculou-se o BCC-OO
- Recalculou-se o CCR-OO
- Calculou-se a eficiência de escala
- Determinação das causas das ineficiências

Para o cálculo do DEA será utilizado o modelo não-radial em duas fases.

Tabela 1. Variáveis, classificações, nomenclaturas e unidades

| <b>Variável</b>        | <b>Classificação</b> | <b>Nomenclatura</b> | <b>Unidade</b>                  |
|------------------------|----------------------|---------------------|---------------------------------|
| Gastos em Marketing    | <i>Input</i>         | INS 1               | Reais                           |
| Funcionários           | <i>Input</i>         | INS 2               | Unidades                        |
| Ativos Fixos           | <i>Input</i>         | INS 3               | Reais                           |
| Carros novos vendidos  | <i>Output</i>        | PRO 1               | Unidades                        |
| Carros usados vendidos | <i>Output</i>        | PRO 2               | Unidades                        |
| Oficina                | <i>Output</i>        | PRO 3               | Quantidades de ordem de serviço |
| F&I                    | <i>Output</i>        | PRO 4               | Reais                           |
| Poder de compra        | Contexto             | Contexto            | Reais                           |

Fonte: dados da pesquisa.

## 4 RESULTADOS

De acordo com os passos metodológicos descrito, a Figura 1 mostra a eficiência (inverso do índice calculado) do modelo constante de escala sem considerar os efeitos do contexto.

Assim, antes de descontado o impacto do contexto o CCR-OO mostrou que existem 18 empresas eficientes e 49 ineficientes do ponto de vista da eficiência produtiva ou global. A partir da média geométrica (79.34%), verifica-se que a produção poderia ser acrescida em, no mínimo, 20.66% sem alteração dos níveis de insumo.

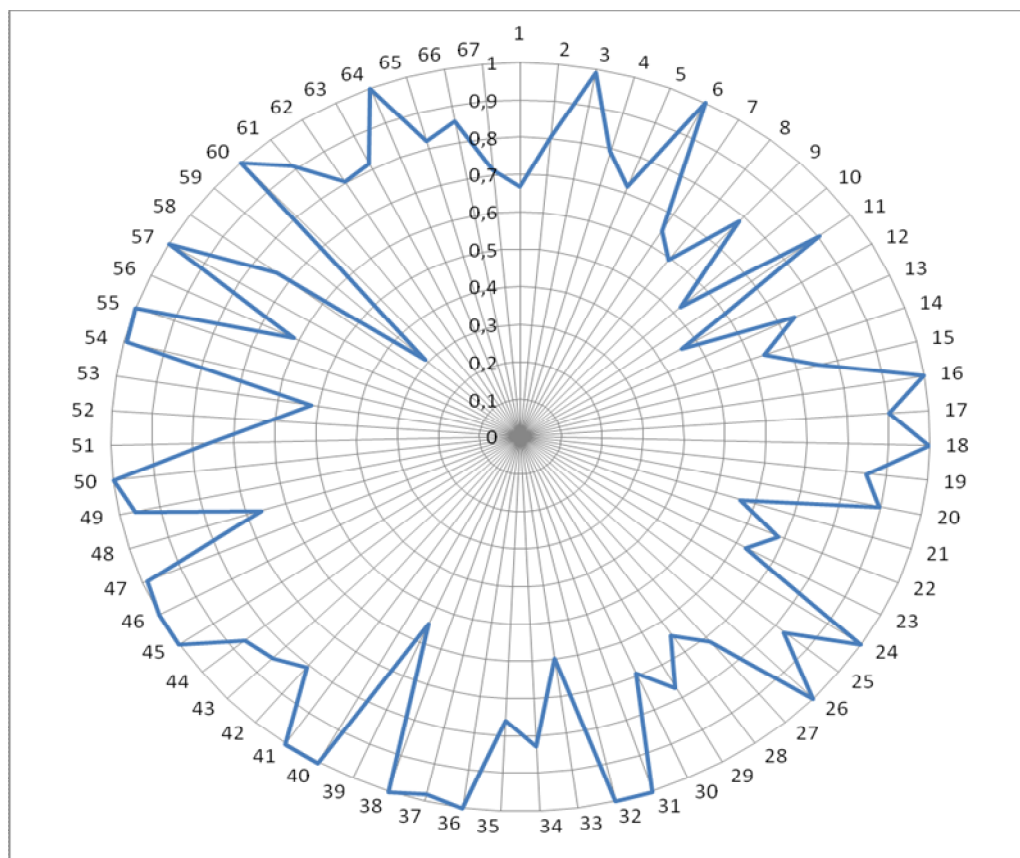


Figura 1. Eficiência CCR-OO das 67 DMU

Fonte: dados da pesquisa.

A Figura 2 evidencia a eficiência obtida através do modelo BCC-OO sem desconsiderar os efeitos do contexto. A média geométrica do inverso do índice de eficiência calculado foi de 0.7716, identificando-se 20 concessionárias prestando serviços com escalas produtivas subdimensionadas, 29 com escalas superdimensionadas e 18 com o porte ideal.

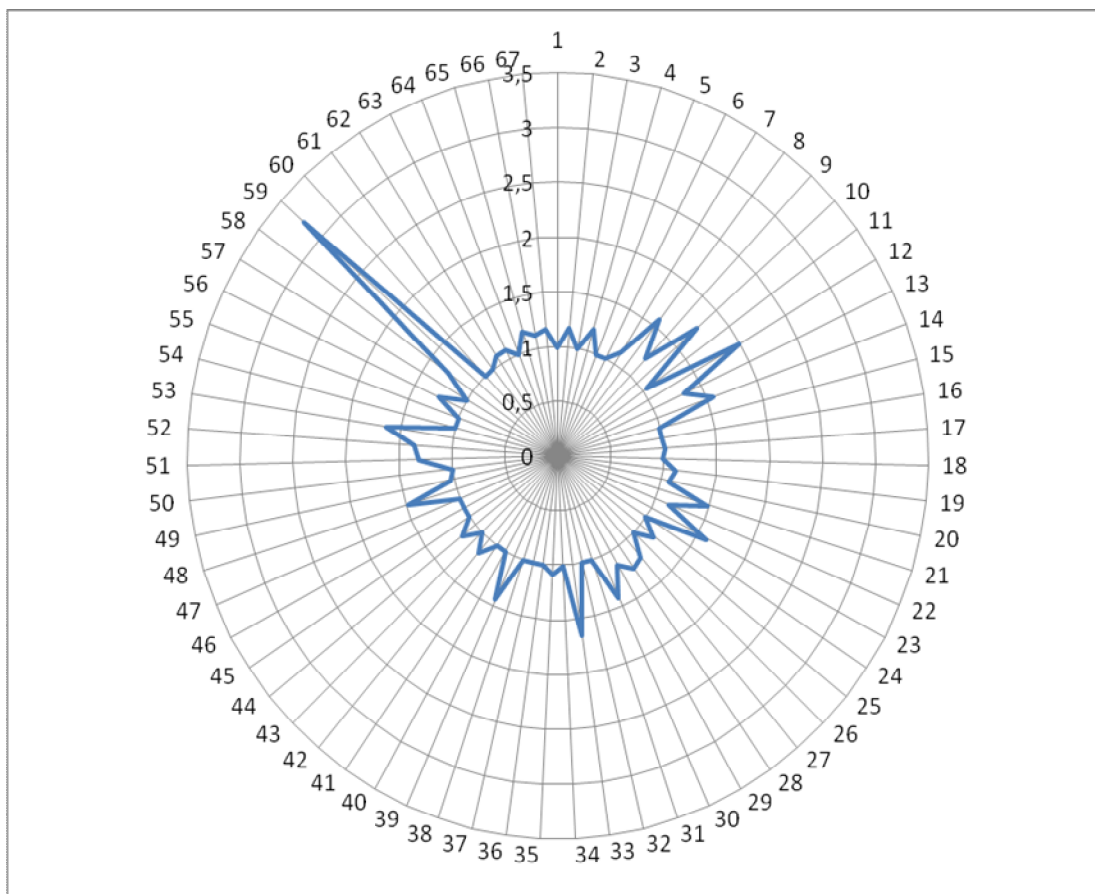


Figura 2. Eficiência BCC-OO das 67 DMU

Fonte: dados da pesquisa.

No DEA BCC-OO verifica-se 27 eficientes e 40 ineficientes.

Depois de descontado os efeitos do contexto (conforme seção anterior), recalculando o BCC-OO verificam-se os resultados constantes na Tabela N°2.

Tabela 2. Resultado do BCC-OO descontando os efeitos do contexto

| DMU\IO | Eficiência | Vo     | DMU\IO                                    | Eficiência | Vo    | DMU\IO | Eficiência | Vo    |
|--------|------------|--------|-------------------------------------------|------------|-------|--------|------------|-------|
| DMU1   | 1.00       | -4.64  | DMU24                                     | 1.00       | -0.97 | DMU46  | 1.00       | -1.29 |
| DMU2   | 1.18       | -0.23  | DMU25                                     | 1.17       | -0.12 | DMU47  | 1.00       | 0.11  |
| DMU3   | 1.00       | 0.63   | DMU26                                     | 1.00       | -0.14 | DMU48  | 1.48       | 0.31  |
| DMU4   | 1.21       | 0.34   | DMU27                                     | 1.21       | 0.25  | DMU49  | 1.04       | 0.01  |
| DMU5   | 1.00       | 0.55   | DMU28                                     | 1.25       | 1.24  | DMU50  | 1.00       | -0.05 |
| DMU6   | 1.00       | -0.62  | DMU29                                     | 1.14       | 0.22  | DMU51  | 1.31       | 0.05  |
| DMU7   | 1.12       | 0.57   | DMU30                                     | 1.41       | 0.14  | DMU52  | 1.36       | 0.17  |
| DMU8   | 1.58       | 0.41   | DMU31                                     | 1.00       | -0.22 | DMU53  | 1.64       | 0.68  |
| DMU9   | 1.22       | 0.24   | DMU32                                     | 1.00       | -0.04 | DMU54  | 1.00       | 0.07  |
| DMU10  | 1.76       | -0.48  | DMU33                                     | 1.65       | 0.14  | DMU55  | 1.00       | -0.12 |
| DMU11  | 1.04       | 0.30   | DMU34                                     | 1.01       | -0.66 | DMU56  | 1.25       | 0.27  |
| DMU12  | 2.00       | 0.24   | DMU35                                     | 1.08       | 0.68  | DMU57  | 1.00       | -0.12 |
| DMU13  | 1.33       | 0.08   | DMU36                                     | 1.00       | -0.10 | DMU58  | 1.29       | 0.23  |
| DMU14  | 1.57       | 0.04   | DMU37                                     | 1.00       | -0.23 | DMU59  | 3.21       | -0.01 |
| DMU15  | 1.00       | 0.51   | DMU38                                     | 1.00       | 0.01  | DMU60  | 1.00       | 0.11  |
| DMU16  | 1.00       | 1.00   | DMU39                                     | 1.43       | 0.27  | DMU61  | 1.00       | 0.55  |
| DMU17  | 1.02       | -0.32  | DMU40                                     | 1.00       | 0.18  | DMU62  | 1.08       | 0.17  |
| DMU18  | 1.00       | -10.20 | DMU41                                     | 1.00       | 0.03  | DMU63  | 1.09       | -0.19 |
| DMU19  | 1.12       | 0.04   | DMU42                                     | 1.16       | -0.15 | DMU64  | 1.00       | -0.04 |
| DMU20  | 1.08       | 0.03   | DMU43                                     | 1.00       | 0.26  | DMU65  | 1.19       | -0.11 |
| DMU21  | 1.49       | 0.27   | DMU44                                     | 1.16       | 0.11  | DMU66  | 1.12       | -0.11 |
| DMU22  | 1.14       | 0.63   | DMU45                                     | 1.00       | 0.64  | DMU67  | 1.17       | 0.575 |
| DMU23  | 1.60       | -0.39  | Média Geométrica (1/ Eficiência) = 0.8566 |            |       |        |            |       |

Ao calcular o modelo BCC-OO, um índice muito importante é o  $V_o$ , pois quando as DMUs não possuem eficiência de escala então quando esse índice apresenta valores positivos a DMU é superdimensionada e quando negativo subdimensionada.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao utilizar o modelo DEA para a análise da eficiência de concessionárias de carros verificou-se que o objetivo geral foi atingido por evidenciar de forma discriminatória as unidades eficientes e ineficientes.

Com a análise dos dados, constatou-se que a produtividade das 67 concessionárias poderia ser acrescida minimamente em 20.66% sem alteração nos níveis de insumos. Essa ineficiência

pode ser explicada de três formas: a) ineficiência de escala, b) impacto do entorno, c) ineficiência de gestão.

Para calcular a participação da ineficiência de escala na eficiência global, utilizou-se a média geométrica das eficiências CCR e se subtrai da BCC, no caso  $CCR - BCC = 0.7932 - 0.7716 = 2.16\%$ . Já para estimar-se a participação do impacto do entorno, se subtrai as médias geométricas do modelo  $BCC_C$  (BCC após corrigido pelos efeitos do entorno) do BCC:  $BCC_C - BCC = 0.8566 - 0.7716 = 8.50\%$ . Para encontrar a ineficiência de gestão, basta calcular  $1 - BCC_C$ :  $1 - 0.8566 = 14.34\%$  no caso a soma da eficiência global com os fatores geradores de ineficiência é igual a 1:  $CCR + (CCR - BCC) + (BCC_C - BCC) + (1 - BCC_C) = 1$  ou 100%.

Dessa forma, conclui-se que dos 20.66% que poderiam ser acrescidos sem alteração dos insumos, 14.34% poderiam ser aumentados com a gestão (uma vez que a ineficiência de escala está ligada ao porte da concessionária, logo se a gestão define de forma certa seu porte ela se torna eficiente – aqui se verifica um problema, principalmente, de planejamento). 8.50% da ineficiência global é explicada por fatores não controláveis pelos gestores.

Descontando o efeito negativo do ambiente e da escala, o número de unidades com ineficiência de gestão é de 30.

Para estudos futuros é recomendado fazer essa análise com outras óticas que não apenas da concessionária como um todo, assim como a interação entre ferramentas advindas da pesquisa operacional usando as melhores potencialidades de cada uma delas, um exemplo bem sucedido é a interação do DEA com o MACBETH (GONÇALVES-GOMEZ et. al, 2000).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANKER, R. D; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092, 1984.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444, 1978.
- COLL SERRANO, V.; BLASCO, O. M. *Evaluación de la eficiencia mediante el análisis envolvente de datos: Introducción a los modelos básicos*. Valencia: Universidad de Valencia, 2006. Disponível em: <<http://www.eumed.net/>>. Acesso em 12 maio 2010.
- COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K.. *Data Envelopment Analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver Software*. New York: Springer. 2007.

DÁVALOS, R. V. Uma abordagem do ensino de pesquisa operacional baseada no uso de recursos computacionais. In: Trabalho apresentado no 22º ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Curitiba. 2002.

GONÇALVES GOMES, E et al. *Uso de análise envoltória de dados e auxílio multicritério à decisão na análise dos resultados das olimpíadas 2000*. Rio de Janeiro: Programa de Engenharia de Produção COPPE. 2000.

GONZÁLES-ARAYA, M. C. *Projeções Não Radiais em Regiões Fortemente Eficientes da Fronteira DEA – Algoritmos e Aplicações*. PH. D. Tese. FL: Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Anuário estatístico do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE; 2005. [acessado em 18 janeiro 2011]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2005/tab01.pdf>

KASSAI, S. *Utilização da Análise Envoltória de Dados (DEA) na Análise de Demonstrações Contábeis*. 2002. Ph. D. Tese. FL: Universidade de São Paulo. 2002.

NANCI et al. Avaliação da eficiência de operadores logísticos na distribuição domiciliar de jornais In: Trabalho apresentado no 18º CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES.ANPET. Florianópolis. 2004.

MUÑIZ, M. Introducción de variables de control en modelos DEA. In A. Álvarez (Coord.). *La Medición de la eficiencia y la productividad*. Madrid: Ed. Pirámide. 2001.

RAMOS, R, E, B. Michael J. Farrell e a medição da eficiência técnica. In: Trabalho apresentado ao 27º ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Foz do Iguaçu. 2007.

RUGGIERO, J. Efficiency of Educational Production: An Analysis of New York School Districts. In: *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 78, (3rd Ed., p. 499-509). 1996.

VILELA et al. Análise envoltória de dados em empresas de jornais. *Revista em Administração Contemporânea*. Curitiba, 11(1), 98-116. 2007.