



Universidade de Brasília

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Departamento de Administração

Vítor Moreira de Souza

**Impacto do contexto, eficiência técnica e de escala e na
gestão de concessionárias de carros usando análise
envoltória de dados (DEA)**

Brasília – DF

2011

Vítor Moreira de Souza

**Impacto do contexto, eficiência técnica e de escala e na
gestão de concessionárias de carros usando análise
envoltória de dados (DEA)**

Monografia apresentada ao
Departamento de Administração como
requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Administração.

Professor Orientador: Dr. Carlos Rosano
Peña

Brasília – DF

2011

Souza, Vítor Moreira.

Impacto do contexto, eficiência técnica e de escala e na gestão de concessionárias de carros usando análise envoltória de dados (DEA). – Brasília, 2011.

51 f. : il.

Monografia (bacharelado) – Universidade de Brasília, Departamento de Administração, 2011.

Orientador: Prof. Carlos Rosano Peña, Departamento de Administração.

1. Análise Envoltória de Dados. 2. Concessionárias de veículos. 3. Eficiência. I. Título.

Vítor Moreira de Souza

**Impacto do contexto, eficiência técnica e de escala e na
gestão de concessionárias de carros usando análise
envoltória de dados (DEA)**

A Comissão Examinadora, abaixo identificada, aprova o Trabalho de
Conclusão do Curso de Administração da Universidade de Brasília do
(a) aluno (a)

Vítor Moreira de Souza

Dr. Carlos Rosano Peña,
Professor-Orientador

Dr. José Carneiro da Cunha Oliveira
Neto,
Professor-Examinador

Me. Pedro Henrique Melo
Albuquerque
Professor-Examinador

Brasília, 02 de fevereiro de 2011

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado forças e estado sempre ao meu lado para a realização desse trabalho.

A minha família que sem ela não chegaria aonde cheguei.

Aos meus amigos que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos.

A todos os meus professores que me ajudaram e me ensinaram em toda a minha caminhada na UnB.

Deixo um agradecimento especial ao meu professor orientador Dr. Carlos Rosano Peña que sempre me ajudou, estimulou e acreditou em mim tanto nas horas fáceis quanto nas difíceis.

RESUMO

A Análise Envoltória de Dados (DEA) é uma ferramenta que permite avaliar a eficiência de unidades produtivas complexas. Verifica-se que concessionárias de carros são unidades complexas. Tal ferramenta gerou e gera tamanha inquietação por parte dos pesquisadores que em apenas cinco anos foram publicados mais de 4000 artigos, livros e teses relacionadas ao tema. Esse estudo objetiva evidenciar as potencialidades do método Análise Envoltória de Dados (DEA) no estudo da eficiência das concessionárias de carros. Tema ainda insipiente no Brasil. Para tanto, faz-se uma revisão de literatura mostrando o estado da arte da DEA contendo seus principais conceitos e modelos. Baseado no método dedutivo, essa é uma pesquisa quantitativa com fins descritivos e meios de investigação primários. A população e a amostra foram definidas a partir das concessionárias da GM existentes no Centro-Oeste, Norte, Maranhão e Minas Gerais totalizando 66 e sendo estudadas 30 empresas. Para a análise utilizou-se três insumos, quatro produtos e uma variável de contexto. Aplicou-se tanto o modelo CCR quanto o modelo BCC ambos orientados aos produtos para análise da eficiência de escala, descontou-se o contexto insumo a insumo, produto a produto e compararam-se os resultados obtidos, com e sem os efeitos do contexto. Ao final 40% das unidades apresentaram eficiência de escala, 13,33% das unidades se mostraram subdimensionadas e 46,67% delas foram julgadas superdimensionadas.

Palavras-chave: 1. Análise Envoltória de Dados 2. Concessionárias de carros
3. Eficiência

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fronteira eficiente.....	24
Figure 2 - Processo de concessionárias de carros.....	31
Figure 4 - Fluxo de produção	32

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Níveis de eficiência.....	38
---------------------------------------	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Variáveis, classificação, nomenclatura e unidade	34
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplo do modelo CCR-IO.	20
Tabela 2 – Exemplo do modelo CCR-OO.	23
Tabela 3 - Análise de correlação entre variáveis.....	34
Tabela 4 - BCC-OO sem considerar o contexto.....	37
Tabela 5 - CCR-OO sem descontar o contexto.....	39
Tabela 6 - Eficiência de escala sem descontar o impacto do contexto	40
Tabela 7- Melhorias de cada DMU ineficiente e respectivo contexto	41
Tabela 8 - BCC-OO descontando os efeitos do contexto.....	42
Tabela 9 - CCR-OO descontando os efeitos do contexto.	43
Tabela 10 - Eficiência de escala descontando os efeitos do contexto	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DEA – Análise Envoltória de Dados

DMU – Decision Making Unit

CCR – Modelo DEA com retornos constantes de escala

BCC – Modelo DEA com retornos variáveis de escala

IO – Orientado para o insumo

OO – Orientado para o produto

GM – General Motors

GMB – General Motors do Brasil

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

F&I – Finance and insurance

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Formulação do problema	11
1.2	Objetivo Geral.....	11
1.3	Objetivos Específicos	11
1.4	Justificativa	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Eficiência relativa.....	15
2.2	Delimitação da fronteira eficiente	17
2.3	Análise envoltória de dados (DEA).....	18
2.4	Diferenciação do modelo DEA.....	27
3	MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA	29
3.1	Tipo e descrição geral da pesquisa	29
3.2	Caracterização da organização, setor ou área	30
3.3	População e amostra.....	33
3.4	Caracterização dos instrumentos de pesquisa	35
3.5	Procedimentos de coleta e de análise de dados	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1	Eficiência de escala através da DEA sem descontar os efeitos do contexto. .	37
4.2	Eficiência de escala através da DEA descontando o contexto.	41
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	46
	REFERÊNCIAS.....	49

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, importante para fins estratégicos, para o planejamento e para 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 concreta 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 técnica eficiente for inválida, as estimativas do parâmetro podem ser tendenciosa. O segundo se concretiza com o método Análise Envoltória de Dados (DEA) que, conforme Peña (2010) 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.

1.1 Formulação do problema

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* e o impacto das variáveis não controláveis pelos gestores?

Daí a suposição 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.

1.2 Objetivo Geral

Este trabalho objetiva evidenciar as potencialidades do método Análise Envoltória de Dados (DEA) no estudo da eficiência das concessionárias de carros.

1.3 Objetivos Específicos

Para construção desse trabalho respondendo de forma concisa o objetivo geral, serão necessárias basicamente três etapas essenciais nomeados de objetivos específicos, são eles:

- Selecionar as chamadas DMUs (*Decision Marking Units*) - concessionárias de carros;

- Partindo da opinião de especialistas, de estudos prévios e de observações, descrever o processo produtivo das DMUs para identificar os principais variáveis (insumos e produtos) do modelo;
- Estimar a eficiência técnica e a eficiência de escala e o impacto do contexto utilizando o DEA.

1.4 Justificativa

O modelo análise envoltória de dados (DEA) foi criado por Charnes, Cooper e Rhodes em 1978 (VILELA et al., 2007). Por esse ser um modelo relativamente novo ainda é pouco utilizado no Brasil (PEÑA, 2008). Tal poderosa ferramenta tem por objetivo estimar a eficiência técnica de unidades produtivas (*Decision Unit Markings* – DMU), definindo as melhores práticas ou os *Benchmarkings* (SERRANO e BLASCO, 2006).

Cooper et al. (2006, p. 33) dizem que Rhodes enquanto fazia sua tese de doutorado estava insatisfeito com os resultados obtidos com estatísticas econométricas para a determinação da eficiência, dessa forma, chamou a atenção do Cooper quanto ao trabalho de Farrell “*the measurement of productive efficiency*” publicado em 1957 e com isso Charnes, Cooper e Rhodes estenderam os trabalhos de Farrell e estabeleceram o DEA como base para análise da eficiência.

A ferramenta DEA teve uma aceitação e inquietação tão grande por parte dos estudiosos que no período entre 1987 e 1992 mais de 4000 artigos, livros e dissertações foram publicados envolvendo o DEA (CHARNES et. al, 1997, p. 10). Desta forma, os referidos autores continuam dizendo que essa grande e rápida expansão foi em virtude dos problemas quanto a aplicação do método. Charnes et. al (1997, p. 11) corroborado por PEÑA (2008) dizem que o modelo DEA tem uma vasta aplicabilidade dentre elas educação, saúde, bancos, forças armadas, auditorias, meios de transportes, franquias, esportes etc. Onusic et. al (2007) dizem que a flexibilidade quanto a modelagem dos dados fizeram com que o DEA fosse rapidamente reconhecido como uma excelente metodologia para modelagem operacional.

Após pesquisa na base de dados Scielo, foram encontrados apenas dezesseis artigos científicos em português a cerca de um tema tão estudado e que gerou tamanha inquietação nos pesquisadores de todo o mundo. Portanto, ao cumprir o objetivo geral deste trabalho “evidenciar as potencialidades do método Análise Envoltória de Dados (DEA) no estudo da eficiência das concessionárias de carros”, o estudo também estará contribuindo para o aumento das discussões acerca desse tema na literatura nacional.

Após de uma vasta pesquisa em literatura nacional e internacional em diversas bases de dados como Scielo e Oxford journals, não foram encontradas pesquisas utilizando DEA em concessionárias de carros.

O DEA tem sua base na pesquisa operacional e por isso, utiliza-se de *softwares* e modelagem de dados para melhoria do desempenho organizacional (DÁVALOS, 2002). A partir de todas essas evidências, verificam-se os motivos do modelo estar sendo tão utilizado e estudado para soluções de problemas organizacionais.

O teorema da invariância de unidades diz que o valor ótimo que maximiza os *outputs* é independente das unidades em que os *inputs* e os *outputs* estão sendo medidos (COOPER et al., 2006, p. 24). Dessa forma, podem-se utilizar diferentes unidades de medida.

Resumindo, esse estudo se mostra de grande valia pois: a) estará discutindo um tema ainda insipiente no Brasil (DEA no estudo da eficiência) mas que gerou e continua gerando grande inquietação em pesquisadores de todo o mundo; b) do ponto de vista prático, para as concessionárias de carros, esse estudo ajuda a identificar a eficiência, o porte ideal, o impacto das variáveis não controláveis pelo gestor e onde elas tem oportunidades de melhorias e quanto elas podem melhorar; c) por fim, do ponto de vista das contribuições práticas a ciência, essa pesquisa traz a tona o estudo da eficiência de concessionárias de carros utilizando o modelo DEA algo nunca visto na literatura nacional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Com o intuito de trazer a revisão teórica da análise envoltória de dados (DEA), esse capítulo está organizado da seguinte forma: Primeiro, é apresentado o conceito de eficiência bem como eficiência relativa. Logo após, discutidas as formas de delimitar a fronteira eficiente; posteriormente, serão apresentados os modelos de DEA e suas principais variáveis, interpretações, interações e implicações; finalmente, esse capítulo acaba com a diferenciação do modelo bem como suas importâncias.

O modelo DEA tem mostrado sua aplicabilidade e sucesso em diversos ramos empresariais, mesmo sendo pouco utilizado no Brasil. Essa ferramenta permite analisar o desempenho relativo da DMUs (*Decision Making Units*), que utiliza os mesmos tipos de insumos para produzir os mesmos bens e/ou serviços. Os produtos e insumos podem ser variáveis contínuas, ordinárias ou categóricas bem como podem ser medidas em diferentes unidades (PEÑA, 2008). Corroborando com Peña, Cooper et. al (2006, p.24), cita o teorema da invariância de unidades dizendo que o valor ótimo que maximiza os *outputs* é independente das unidades onde os *inputs* e os *outputs* estão sendo medidos.

Para aplicar o método DEA utiliza-se de uma seqüência de passos: descrição dos processos produtivos das unidades analisadas para identificar e classificar as variáveis envolvidas (insumos e produtos) definição das DMUs, e por fim executa-se o método utilizando *softwares* disponíveis (PEÑA, 2008).

Não existem normas definidas do número de DMUs a serem analisadas, entretanto quanto maior a quantidade utilizada maior será o poder discriminatório do modelo. Alguns autores sugerem que o número de unidades analisadas seja ao menos três vezes o número de variáveis (PEÑA, 2008; NANJI et al., 2004), porém estudos recentes mostram que o ideal seria o uso de pelo menos cinco vezes o número de insumos e produtos especificados (GONZÁLES-ARAYA, 2003). Por isso, deve-se evitar a utilização de muitos insumos e produtos ou agrupar em categorias básicas as variáveis quando existe redundância. Por fim, quando existem produtos cujas quantidades devem ser minimizadas (evasão escolar, desperdícios reclamações etc) é recomendável utilizá-las como insumos; isso acontece pois

quando estão como produtos, acabam por ser maximizadas mesmo sendo indesejáveis, assim são classificadas como falsos insumos.

2.1 Eficiência relativa

Muitas organizações buscam uma lucratividade econômica, entretanto, muitas vezes fazem isso sem descobrir se são realmente eficientes. A eficiência dentro da administração mostra-se um conceito de extrema importância para o desenvolvimento e diferenciação das empresas (PEÑA, 2008).

Surge assim a pergunta: o que é eficiência? Conceito introduzido por 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*) (PEÑA, 2008; SERRANO, BLASCO, 2006 p. 2). Dessa maneira, a eficiência é a capacidade de fazer certo as coisas, ou ainda, de ter a melhor relação possível entre os insumos necessários para os produtos produzidos (PEÑA, 2008). Por isso, eficiência está intimamente relacionada com o processo de transformação.

Essa definição se mostra aplicável a qualquer um dos três setores da economia: Industrial, rural e de serviços. Exemplificando, para o primeiro setor, os insumos podem ser o ferro, o plástico, o tecido, a espuma, os fios elétricos, a tecnologia agregada, os colaboradores, as máquinas etc. para a produção dos diversos tipos de veículos de uma montadora. Já no segundo, a quantidade de terra, as máquinas, a tecnologia agregada, os colaboradores etc., para a produção de diversas quantidades de sacas de arroz de um produtor rural. Por fim, no terceiro setor, os colaboradores, uma tesoura, uma navalha etc., 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 (PEÑA, 2010; RAMOS, 2007; FARRELL, 1957). A princípio, as organizações almejam chegar à eficiência econômica, para tanto, faz-se necessária a obtenção da eficiência técnica.

Segundo Peña (2010) 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 conseguir aumentar a produção de um produto diminuindo a produção do outro.

A eficiência econômica é um conceito mais amplo. Enquanto a eficiência técnica está ligada apenas aos aspectos físicos, a eficiência econômica está ligada aos aspectos físicos e monetários. Então, 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 (PEÑA, 2008).

Apesar de muito relevante, encontram-se trocas conceituais da palavra eficiência (PEÑA, 2010). Alguns conceitos muito confundidos com eficiência são: eficácia e produtividade, definidos a seguir.

A eficiência é um conceito essencial para a definição dos objetivos de uma empresa. Sabendo das potencialidades da empresa fica mais fácil de delimitar objetivos para que aos poucos a empresa se torne eficiente. Entretanto, para que esses objetivos sejam alcançados é necessária a existência de uma medida normativa do alcance desses objetivos, tal dimensão é conhecida por eficácia. Logo a eficácia nada mais é do que fazer as coisas certas. Anteriormente, foi definido que o conceito de eficiência como a capacidade de fazer certo as coisas o que é diferente de realmente determinar quais são as coisas certas a fazer como exige a eficácia. Se uma empresa for eficiente e eficaz, geralmente em longo prazo ela se torna efetiva.

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 principal 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 (PEÑA, 2010).

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 (PEÑA, 2010). Todavia, o preço se comporta conforme o mercado e nem sempre está em equilíbrio, logo o preço pode ser um elemento ponderador tendencioso e errôneo. Peña (2010) continua dizendo que 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 e foco desse trabalho, essa pergunta pode ser respondida com a utilização do modelo DEA.

2.2 Delimitação da fronteira eficiente

Para delimitação da fronteira eficiente e os níveis de eficiência das unidades, utilizam-se dos métodos paramétricos e os não-paramétricos. O primeiro e mais conhecido, constrói-se a fronteira eficiente através de múltiplas regressões econométricas. Nessa forma de delimitar a fronteira, são definidas as relações funcionais entre variáveis previamente ao cálculo da fronteira caracterizando um modelo probabilístico-estatístico. Já o segundo chega à fronteira eficiente através de programação linear tendo a vantagem de mostrar eventuais folgas ou ineficiências comparando diversas empresas diferentes. Entretanto tendo a desvantagem de ser um modelo determinístico e, como tanto, essa técnica é muito susceptível às observações extremas e ignora as perturbações aleatórias do processo produtivo (PEÑA, 2008; PEÑA, 2010; NANJI et al., 2004; VILELA et al., 2007; SERRANO, BLASCO, 2006).

Existem quatro formas básicas citadas por Cooper (2007, p. 258) e Peña (2010) diferentes de delimitar a eficiente. Utilizando as isoquantas, as isocustos, o modelo de análise envoltória de dados orientada para o *input* e *output*.

Todas as formas de delimitação da fronteira citadas acima acabam por ter o foco nos insumos ou nos produtos finais (KRAUSE et. al, 2005).

Segundo Serrano e Blasco (2006, p. 18), para medir a eficiência de unidades produtivas usando o DEA, será preciso passar por dois passos básicos: construir a curva de possibilidade de produção (CPP) e estimar a máxima expansão factível dos *outputs* ou a máxima redução dos *inputs* das unidades produtivas dentro da CPP.

Apesar de muito próximos, não se deve confundir CPP com fronteira eficiente, descritos acima, mesmo os dois conceitos sendo muito próximos. Fronteira eficiente são as melhores práticas, já a CPP é a mesma fronteira eficiente (pois esse é o limite de produção) que tem por objetivo demarcar quais são as possibilidades de produção (região possível de produção) (SERRANO; BLASCO, 2006, p.19).

2.3 Análise envoltória de dados (DEA)

A análise envoltória de dados foi criada por Charnes, Cooper e aplicado a um caso de Rhodes em 1978 (PEÑA, 2008; PEÑA, 2010; NANCI et al., 2004; VILELA et al., 2007; SERRANO, BLASCO, 2006). Apesar da origem, Ramos (2007) e o próprio Cooper et al. (2007, p. 258) trazem a tona o fato de Farrell, ainda pouco discutido nos artigos brasileiros, ser o precursor das primeiras idéias da divisão da eficiência em técnica e econômica e das próprias idéias do modelo. Cooper et al. (2007, p.258) continua dizendo que G Debreu foi outro autor de suma importância para a criação do modelo DEA.

O DEA é uma ferramenta que auxilia na decisão de natureza multicritério. Tal modelo irá definir as melhores práticas (unidades eficientes) e mostrará 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 modelo veio para resolver um problema econômico: a dicotomia entre necessidades ilimitadas e recursos escassos (PEÑA, 2010).

Para melhoria organizacional, o DEA se utiliza da otimização da eficiência a partir de comparações entre unidades produtivas (*Decision Marking Units – DMUs*). Dessa forma o DEA evidencia as melhores práticas, os graus de ineficiência das DMUs e ocasionais folgas e ociosidades de produção (NANCI et al., 2004;).

Tal modelo tem sua base na pesquisa operacional e por isso, utiliza-se de *softwares* e modelagem de dados para melhoria do desempenho organizacional (DÁVALOS, 2002).

O modelo 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 et al. (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 do modelo Charnes, Cooper e Rhodes. Tempos depois, foi estendido por Banker et al. (1984) incluindo retornos variáveis de escala (*Variable Returns to Scale* – VRS) também conhecido por BCC que são as iniciais dos nomes dos três criadores do modelo Banker, Charnes e Cooper. O modelo com retorno constante de escala foi criado a partir de observações empíricas de que geralmente as unidades produtivas 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 (PEÑA, 2008; PEÑA, 2010; NANJI et al., 2004; VILELA et al., 2007; SERRANO, BLASCO, 2006).

Para a modelagem de dados no DEA, utiliza-se de Programação Linear (PL) formulada, conceituada e desenvolvida por Grosskopf e Lovell em 1985 (COOPER et al., 2007, p. 258).

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) (PEÑA, 2008; PEÑA, 2010; NANJI et al., 2004; VILELA et al., 2007; SERRANO, BLASCO, 2006).

Quando se utiliza o método DEA, dependendo da necessidade da organização, pode-se utilizar de três orientações: Orientado para o *input* (IO) – quando enxerga-se a necessidade de minimizar os insumos mantendo a quantidade de produtos produzidos; orientado 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 (PEÑA, 2010).

Segundo Peña (2010), a essência do modelo DEA é baseada na comparação entre as produtividades médias parciais das DMUs com as melhores práticas resultando na eficiência relativa. Com o intuito de facilitar a compreensão, tal modelo pode ser compreendido através de um exemplo simplista contendo um insumo e um produto. A partir da Tabela 1, apresentar-se-ão seis DMU (U) que utilizam um insumo (vendedores) para obter um produto (veículos vendidos), considerando as outras variáveis constantes. A produtividade há de mostrar a relação vendas/vendedores num momento dado do tempo. A eficiência relativa pressupõe que todas as unidades podem ter a mesma produtividade média parcial, logo, se a

unidade U3 pode ter uma produtividade média parcial de dois carros por vendedor, todas as outras unidades também podem ter, casos contrários serão ineficientes. A eficiência relativa é obtida a partir da comparação entre a(s) melhor(es) produtividade(s) média(s) parcial(is) (melhores práticas) com a prática individual da unidade produtiva a ser analisada. Resumindo, para calcular a eficiência relativa das unidades faz-se uma regra de três com a produtividade média parcial da melhor prática com a da unidade analisada, exemplificando para a DMU1, Eficiência relativa = $1.9/2 = 0.95$ (conforme Tabela1). Para calcular as melhorias pega-se a Eficiência Relativa da DMU - 1 que continuando com o exemplo da DMU1, resulta $0.95 - 1 = -0.05$ (conforme Tabela1). Tais comparações permitem definir as metas ou mudanças necessárias dos insumos nas DMU ineficientes com o intuito de se tornarem eficientes. As unidades ineficientes deverão diminuir o número de funcionários vendendo a mesma quantidade de produtos de modo a ter uma produtividade média parcial igual as das melhores práticas, para então se tornarem *benchmarking*. O exemplo acima é orientado para o *input* (IO). Todavia tal análise poderia ser feita com a orientação para o *output* (OO) determinando o aumento do número de veículos vendidos mantendo o número de vendedores. Ou ainda, poderia ser um método não-orientado (NO) que seria uma mistura entre os métodos orientados para *input* e *output*.

Tabela 1 – Exemplo do modelo CCR-IO.

DMU	U1	U2	U3	U4	U5	U6
Vendedores (X)	20	26	28	32	40	16
Veículos vendidos (Y)	38	42	56	44	62	30
Produtividade = Y/X	1.9	1.62	2	1.38	1.55	1.88
Eficiência Relativa	0.95	0.81	1	0.69	0.78	0.94
Melhorias	-0.05	-0.19	0	-0.31	-0.23	-0.06
Metas para X	19	21	28	22	31	15

Utilizando o exemplo acima, vê-se que a comparação entre uma DMU eficiente e uma ineficiente a *benchmarking* sempre terá um índice de produtividade média parcial maior e, por conseguinte uma maior eficiência relativa. Como essas são condições necessárias para o modelo CCR-IO, pode-se utilizar esse exemplo para formular um problema de programação linear conforme abaixo:

Modelo não linear.

Maximizar $Y_1u_1/X_1v_1 = (37u_1)/(20v_1)$

Modelo linear [M1]

Maximizar $Y_1u_1 = 38u_1$

$$\begin{aligned} \text{Sujeito a: } Y_1u_1/X_1v_1 &= 37u_1/(20v_1) \leq 1 \\ Y_2u_1/X_2v_1 &= 39u_1/(26v_1) \leq 1 \\ Y_3u_1/X_3v_1 &= 56u_1/(28v_1) \leq 1 \\ Y_4u_1/X_4v_1 &= 44u_1/(32v_1) \leq 1 \\ Y_5u_1/X_5v_1 &= 62u_1/(40v_1) \leq 1 \\ Y_6u_1/X_6v_1 &= 30u_1/(16v_1) \leq 1 \\ 1 &\geq u_1, v_1 \geq 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sujeito a: } X_1v_1 &= 1 = (20v_1) = 1 \\ Y_1u_1 &\leq X_1v_1 = 38u_1 \leq (20v_1) \\ Y_2u_1 &\leq X_2v_1 = 42u_1 \leq (26v_1) \\ Y_3u_1 &\leq X_3v_1 = 56u_1 \leq (28v_1) \\ Y_4u_1 &\leq X_4v_1 = 44u_1 \leq (32v_1) \\ Y_5u_1 &\leq X_5v_1 = 62u_1 \leq (40v_1) \\ Y_6u_1 &\leq X_6v_1 = 30u_1 \leq (16v_1) \\ u_1, v_1 &\geq 0 \end{aligned}$$

A formulação matemática acima mostra o modelo DEA CCR-IO para a DMU₁. Para resolver esse problema de programação linear (PPL) é necessário encontrar os coeficientes u_1 e v_1 que são os pesos específicos ou importâncias relativas de cada insumo ou produto. Tais coeficientes hão de determinar a máxima eficiência relativa (Y_1u_1/x_1v_1) da DMU₁, quando $20v_1 = 1$ se obtém um problema de programação linear conforme [M1], simplificando sua resolução. No exemplo utilizado, $u_1 \approx 0,0257$, $v_1 = 0,05$ e $(Y_1u_1/X_1v_1) = [(37*0,0257)/(20*0,05)] = 0,95$. Essa modelagem deve ser feita, calculada e resolvida para todas as DMUs da amostra.

Segundo Peña (2010) a programação linear permite resolver problemas envolvendo múltiplos insumos e produtos, com diferentes níveis importância. O exemplo anterior foi dado utilizando apenas um insumo e um produto, todavia como o modelo DEA tem a possibilidade de utilizar vários *inputs* e/ou *outputs*, há um Problema de Programação Linear (PPL) que é conhecido por fórmula multiplicativa (CRS-M-IO) (PEÑA, 2010) e será provada a seguir.

Considerando:

x é o vetor insumo.

y é o vetor produto.

i é o número de *inputs*.

r é o número de *outputs*.

h é o índice de eficiência relativa.

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.

$$\text{Max } h_0 = \sum_{r=1}^m y_{r0} u_r \quad [\text{M2}]$$

Sujeito a:

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

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

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

Quando o índice de eficiência relativa, calculada em [M2], $h = 1$ significará que a DMU analisada apresentar-se-á eficiente e, por conseguinte, localizar-se-á na fronteira eficiente. Todavia quando $h < 1$ a DMU será ineficiente e para que tal DMU se torne eficiente, os insumos devem ser $x_{\text{eficiente}} = hx$, dessa formula pode-se dizer que: $x_{\text{eficiente}} = (h-1)*x + x$, onde $(h-1)$ é a melhoria necessária para que a DMU ineficiente se torne eficiente.

Pegando o exemplo apresentado na Tabela 1, utilizando com exemplo a DMU 3 que foi considerada eficiente.

$$\text{Max } 56u_3$$

$$\text{Sujeito a: } 28v_3 = 1 \quad [\text{M3}]$$

Dividindo [M3] por $56u_3$

$$(28/56)*(v_3/u_3) = 1/56u_3$$

Supondo que $1/56u_3 = t$, a expressão ficaria da seguinte forma:

$$(1/2)*(v_3/u_3) = t$$

Todavia maximizar $56u_3$ é exatamente a mesma coisa que minimizar t . Isso acontece, pois quando $56u_3$ tende a infinito, $1/56u_3$ tende a zero (COOPER et al., 2007, p. 31).

Segundo Peña (2010), em algumas situações pode ser que os insumos não estejam sobre controle dos gestores ou ainda quando for importante para a

organização saber o nível máximo de produção a partir de um nível fixo de insumos. Nesse caso, pode-se utilizar o modelo multiplicativo orientado para o *output* CCR-M-OO.

$$\text{Min } \varphi_0 = \sum_{r=1}^m x_{r0} v_r \quad [\text{M4}]$$

Sujeito a:

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

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

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

Usualmente faze-se a seguinte transformação: $u_r, v_i \geq \varepsilon$ onde $\varepsilon = 0,000.001$ (um número muito pequeno). Isso é recomendável para evitar que um peso obtenha valor igual a zero, mostrando que a variável correspondente a esse peso não tenha importância para a unidade produtiva (PEÑA, 2008).

Utilizando o exemplo acima das seis concessionárias de carros, verifica-se que a eficiência pelo modelo CCR-M-OO é dada na Tabela 2.

Tabela 2 – Exemplo do modelo CCR-OO.

DMU	U1	U2	U3	U4	U5	U6
Vendedores (X)	20	26	28	32	40	16
Veículos vendidos (Y)	38	42	56	44	62	30
Produtividade = Y/X	1.9	1.62	2	1.38	1.55	1.88
Eficiência Relativa	1.05	1.24	1	1.46	1.29	1.07
Melhorias	0.05	0.24	0.00	0.46	0.29	0.07
Metas para Y	40	52	56	64	80	32

Pode-se verificar, que os resultados obtidos no método CCR orientado para o insumo e o orientado para o produto geram resultados semelhantes (PEÑA, 2008; PEÑA, 2010, COOPER et al., 2007, p. 31). Em ambos os casos do exemplo, a produtividade média parcial ficou em dois veículos/vendedor.

Em sua aplicabilidade, pela composição de múltiplos seguimentos lineares, o modelo DEA pode determinar folgas de produção podendo ser exemplificada pela

Figura 1. Os pontos D, E', C, F', B e A possuem um $h = 1$ porém os pontos D, E' e A ainda podem diminuir insumos ou aumentar produtos, isso acontece exatamente por causa das folgas de produção. Os pontos E e F são considerados ineficientes logo seu $h < 1$ deixando os pontos fora da fronteira eficiente. Dessa forma, a fronteira composta pelo seguimento linear (B,C) é considerado eficiência de Pareto-Koopmans ou fronteira fortemente eficiente. A fronteira formada pelos seguimentos lineares D,C e A, B excetuando os pontos C e B são conhecidas como fronteira Debreu e Farrell eficientes ou fronteira fracamente eficiente (LINS; ANGULO, 2000, p.14-30).

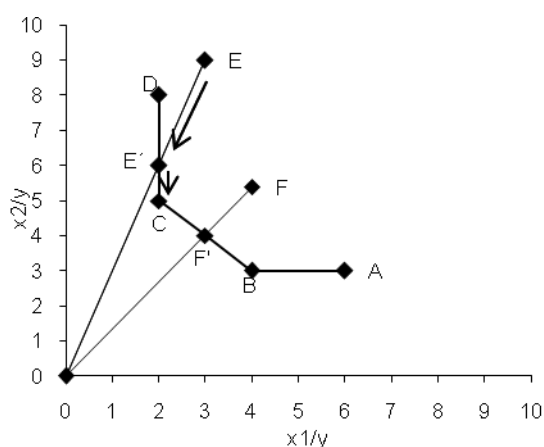


Figura 1 – Fronteira eficiente

Fonte: Peña, 2010

Posteriormente a criação do DEA como metodologia para análise da eficiência, Banker, Charnes e Cooper em 1984 estenderam ainda mais os trabalhos de Farrell ao criarem o modelo com retornos variáveis de escala (*Variable Returns to Scale – VRS*) apresentando o artigo “*Some Models for estimating Technical and Scale inefficiencies in data envelopment analysis*” publicado na *Management Science*

Segundo Cooper et. al (2006, p.41), existem diversas formas de DEA 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.

Segundo Kassai (2002), o modelo BCC inclui variáveis adicionais “ K_0 ” (orientado ao *input*) ou “ W_0 ” (orientado ao *output*) que representam os modelos variáveis de escala. Assim, o referido autor prova que “ K_0 ” e “ W_0 ” podem assumir: valores

negativos (retornos crescentes de escala), positivos (retornos decrescentes de escala) ou nulos (retornos constantes de escala).

Da mesma forma que o modelo CCR-IO, o modelo BCC-IO tem por finalidade encontrar a menor quantidade de insumos para a produção vigente considerando os deferentes tipos de rendimento de escala e pode ser representado matematicamente por:

$$\text{Max } h_0 = \sum_{r=1}^m y_{r0} u_r - K_0$$

Sujeito a:

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

$$\sum_{r=1}^m y_{rj} u_r - K_0 \leq \sum_{i=1}^n x_{ij} v_i \quad j = 1, 2, \dots, N$$

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

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

$$\text{Min } \varphi_0 = \sum_{r=1}^m x_{r0} v_r + W_0$$

Sujeito a:

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

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

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

Segundo Banker et. al (1984), o modelo BCC permite que a produtividade máxima varie em função da escala de produção e por isso tal modelo admite a utilização de unidades de portes distintos. Kassai (2002, p.76) e Peña (2008) corroboram com Banker et. al mostrando que esse conceito continua vigente. Como

este trabalho usará diversas concessionárias de portes distintos, utilizará dessa metodologia como base.

Banker et. al (1984) corroborado por Charnes et al. (1997, p.23) e Cooper et al. (2006, p.90) dizem que 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:

$$EE_{SC} = \frac{EP_{CR}}{ET_{VR}}$$

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

Autores como Entani et al. (2002) e Nanci et al. (2004) apontam que o modelo BCC pode gerar falsas DMUs eficientes e para a solução desse problema apresentam a fronteira invertida ou também conhecida por dupla envoltória ou ainda fronteira de ineficiência. Segundo eles, “calcula-se uma fronteira de ineficiência invertendo *inputs* em *outputs* e *outputs* em *inputs* no cálculo da eficiência”. Os referidos autores continuam dizendo que a fronteira de ineficiência ajuda a identificar as DMUs falso positivas e isso acontecerá quando elas forem eficientes pelo modelo BCC e ineficientes na fronteira invertida. A justificativa para isso pode ser feita através da idéia de que se uma empresa está sobre a fronteira eficiente com dadas quantidades de insumos e produtos, ao inverter, ela necessariamente terá que ser estar na fronteira de ineficiência. Graficamente, a fronteira invertida pode ser vista como um espelho da fronteira eficiente. Finalmente, o cálculo da fronteira invertida permite juntamente com a eficiência padrão o cálculo da eficiência composta conforme abaixo:

$$E_{composta} = \frac{E_{padrão} + (1 - E_{invertida})}{2}$$

Onde:

$E_{composta}$ é a eficiência composta calculada;

$E_{padrão}$ é a eficiência padrão obtida;

$E_{invertida}$ é a eficiência obtida pelo cálculo da fronteira de ineficiência (fronteira invertida).

2.4 Diferenciação do modelo DEA

Pelo DEA ser um modelo baseado na comparação entre as diferentes eficiências relativas de unidades produtivas, DMUs, sua diferenciação deixa de ser um supérfluo e passa a ser essencial para obtenção dos resultados mais adequados.

Para utilizar o método, há a necessidade de se definir as variáveis e quais são as DMUs (*Decision Making 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. 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. Feito isso, é importante saber qual modelo DEA mais se adéqua a pesquisa pretendida, pois tem a possibilidade de utilizar o modelo com retornos constantes de escala orientados para o *input* (CCR-IO), ou orientados para o *output* (CCR-OO). Ou ainda pode-se utilizar um modelo com retornos variáveis de escala orientados para o *input* (BCC-IO), ou orientados para o *output* (BCC-OO) (PEÑA, 2010). Por fim, alguns autores como Nanci et. al (2004), Lima (2010) e Peña (2010) revelam as vantagens da interação dos modelos BCC e CCR com iguais orientações para a delimitação da eficiência de escala.

Existem diversas maneiras de diferenciar o modelo, dentre elas: o uso da maior quantidade de DMUs possíveis, conforme dito anteriormente não há um consenso nesse ponto mesmo sendo altamente recomendável utilizar de três a cinco DMUs para cada variável envolvida.

Para chegar às conclusões de qual seria o melhor modelo (constante ou variável de escala), a fronteira invertida é uma opção que nada mais é uma inversão dos *inputs* e *outputs* com o objetivo de flagrar falsas DMUs eficientes. Todavia essas falsas DMUs eficientes só aparecem no modelo variável de escala. Também optam

por definir restrições aos pesos com o objetivo de flagrar uma maior diferenciação entre as DMUs (NANCI et al., 2004).

Assim, qualquer tipo de erro, super ou subestimações de unidades, variáveis, ou quaisquer definições equivocadas do pesquisador podem levar a um resultado não condizente com a realidade, gerando falsas diferenciações e resultados.

3 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

Esse capítulo apresenta a metodologia utilizada para a realização do trabalho e está dividida em cinco seções. Na primeira seção, serão descritos os tipos e descrições gerais da pesquisa. Na segunda, serão apresentados os principais assuntos relevantes ao setor, mercado e dos processos das concessionárias de carros. Logo após, será descrita a população e amostra. Na quarta seção, serão caracterizados os instrumentos da pesquisa. Por fim, a última seção está reservada para os procedimentos de coleta e análise dos dados.

3.1 Tipo e descrição geral da pesquisa

Os tipos de pesquisa são delimitações para que o estudo siga um caminho. Esse caminho deve estar muito bem delimitado pois caso contrário o estudo deixa de ser um trabalho científico. Todavia, autores diferentes usam, em alguns pontos, nomenclaturas diferentes, assim se faz necessário e essencial dizer os autores que compartilham com o que o pesquisador quer para sua pesquisa. Esse estudo é de natureza quantitativa. Silvia e Menezes (2001, p.20) definem a pesquisa quantitativa como sendo: “considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números, opiniões e informações para classificá-las e analisá-las, e ainda requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas”.

Esse estudo utilizou-se do método dedutivo que segundo Andrade (1999, p.111) é uma técnica fundamentada em esclarecer as idéias através de cadeias de raciocínio. O referido autor continua, dizendo que “partindo-se de teorias e leis gerais, pode-se chegar à determinação ou previsão de fenômenos particulares”. Assim, esse trabalho faz uso do método dedutivo ao aplicar o DEA no estudo de uma realidade concreta.

Segundo Vergara (2000, p. 47-48), o tipo de pesquisa pode ser classificado em dois tipos básicos: quanto aos fins e quanto aos meios. Quanto aos fins, essa pesquisa classifica-se descritiva. Para Vergara (2000, p. 47) uma pesquisa é

considerada descritiva quanto aos fins quando: “expõe características de determinada população ou determinado fenômeno”.

Pelo modelo DEA ser um modelo de comparação e diferenciação entre empresas, a referida pesquisa será classificada quanto aos meios como pesquisa documental, ou seja, se utilizará de documentos primários para obtenção de informações.

3.2 Caracterização da organização, setor ou área

Este trabalho se limitará ao estudo de concessionárias da General Motors do Brasil, que surgiu em 1930 e a partir daí começaram as concessões de uso da marca (concessionárias de carros).

As organizações em questão são do setor automobilístico compostas pelas concessionárias de carros da região 08 que é uma divisão feita pela General Motors do Brasil formada pelo centro-norte e o maranhão (formada por doze capitais) somada de Minas Gerais. Na região 08 existem 66 concessionárias de automóveis e gera cerca de 2500 empregos diretos (dados extraídos de documentos internos utilizados nesse trabalho). Todas as concessionárias são formadas por concessão de uso da marca com contrato de exclusividade.

Uma concessionária de veículos é uma empresa do terceiro setor, varejista, que vende produtos (veículos, peças e acessórios) e serviços (oficina mecânica e funilaria). Dentro das concessionárias estudadas, encontram-se também financiamentos, *leasing*, seguros, despachante, consorcio, vendas de carros usados.

O setor automobilístico está sofrendo uma reestruturação que é o reflexo das mudanças que vem ocorrendo nos principais mercados mundiais (norte-americano, europeu, japonês), com a concentração de redes e o surgimento de novas formas de vendas e atendimento ao cliente (GAZETA MERCANTIL, 1998). Tudo isso faz com que os próprios processos internos mudem. A indústria automobilística incorporou, nas décadas de 80 e 90, “práticas de racionalização e redução de custos, intensificando os processos de globalização e financeirização da produção, de hierarquização de fornecedores, de modularização, de consórcios e condomínios industriais” (ARBIX & VEIGA, 2001), aumentando a complexidade das organizações.

No final do século XX, a indústria começou a dar mais foco nas relações com os revendedores e consumidores.

Com a crise do *sub-prime*, veio outro grande desafio para as empresas desse setor. Dessa forma as montadoras tiveram que se reestruturar e com isso as concessionárias também tiveram. Todavia, no Brasil, tal crise não afetou tanto a GM como um todo e com isso afetou menos ainda as concessionárias.

Baseado no grande poder que concentram, as montadoras atuam como juízes da divisão dos custos e benefícios de todo o negócio das concessionárias. Após a reestruturação de quase toda a cadeia produtiva, “as montadoras começam a dar passos cada vez mais seguros e velozes na busca de alterações profundas na distribuição de veículos e serviços pós-venda” (ARBIX & VEIGA, 2001).

Os processos internos das concessionárias de carros mostram-se bem complexos e podem ser mais bem explicado na Figura 2.

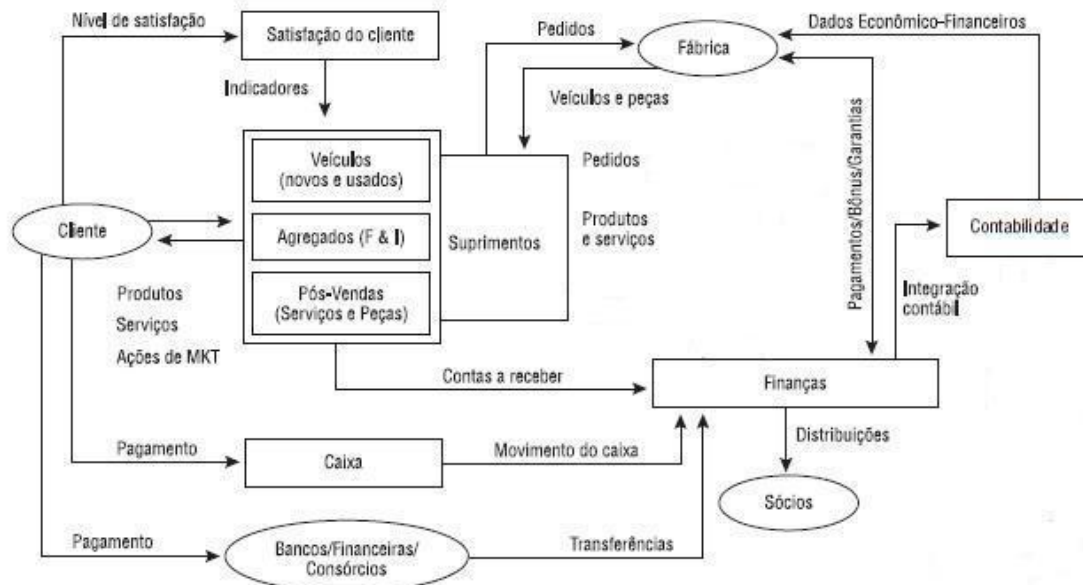


Figure 2 - Processo de concessionárias de carros

Fonte: adaptado de Morgado, 2007

A figura 2 representa os fluxos existentes em concessionárias de carros. Geralmente, os clientes entram em uma concessionária de carros tendo em vista a compra de um carro (novo ou usado) ou para a resolução de algum problema (Pós-venda - serviços e peças). Como o veículo é um bem de alto valor agregado, o sistema financeiro inserido na concessionária mostra-se essencial para o aumento

das vendas (*finance and insurance* - F&I). O nível de satisfação do cliente acaba por fazer o cliente voltar para a concessionária e por isso esse índice tem sua grande importância dentro da cadeia produtiva. Uma coisa que pode atrair o cliente para uma concessionária ou marca muitas vezes está relacionada aos investimentos em *marketing* que ambas fazem. Assim, processos, serviços (por ser uma empresa do setor varejista) e ações de *marketing* podem vir a ser fatores críticos de sucesso dentro das concessionárias. Baseado em uma competitividade cada vez maior, os suprimentos das concessionárias fazem com que elas possam aumentar seus retornos bem como seus volumes de vendas, todavia, quanto maior o estoque, maiores serão os riscos associados, pois o capital imobilizado em veículos novos, usados e suprimentos de peças e acessórios são muito altos (aqui que as montadoras atuam como juízes conforme dito anteriormente). O cliente pode pagar seu carro basicamente de três formas: à vista (dinheiro ou veículo semi-novo), através de instituições financeiras (F&I inserido dentro da concessionária) ou ainda através de uma mistura entre os dois primeiros. A relação com a fábrica está presente quanto: 1) A diferença entre os suprimentos pedidos e os suprimentos enviados; 2) Pagamento de bônus ou garantias em função do desempenho; 3) Integração contábil da concessionária com a montadora. Por fim, há uma distribuição de lucros aos sócios da concessionária, completando o fluxo de processos de uma concessionária.

Agora que os fluxos de processos das concessionárias foram delimitados, faz-se necessária a definição dos fluxos dos principais insumos, transformações e produtos, conforme Figura 3.

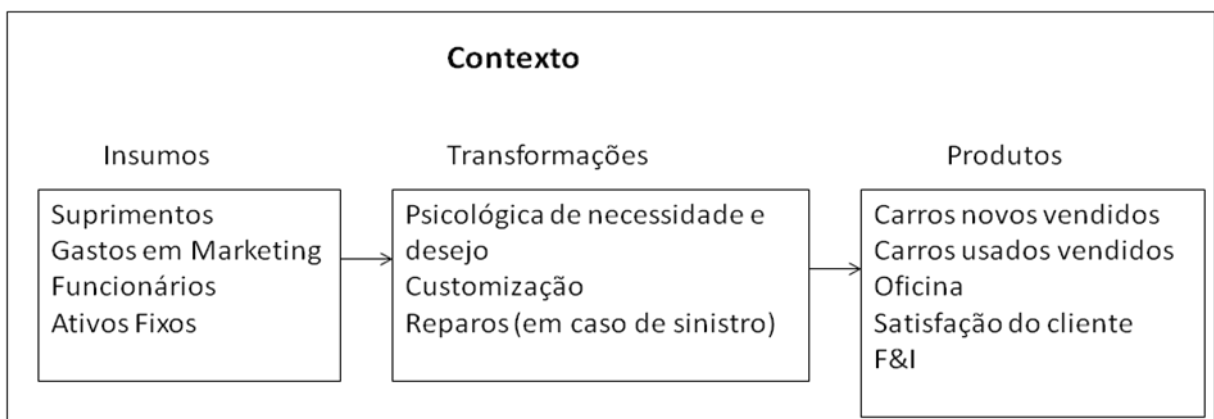


Figure 3 - Fluxo de produção

Pelo modelo DEA ser um modelo de diferenciação entre DMUs baseado na melhor combinação entre *inputs* e *outputs* conforme seção 2.3, dessa forma, as transformações podem ser avaliadas em função dos resultados. Também segundo seção 2.3, o modelo DEA está inserido dentro da pesquisa operacional que tem por objetivo primário a melhoria organizacional. Baseado nisso, esse trabalho tem foco na ótica das concessionárias.

A indisponibilidade de dados, a busca de uma discriminação melhor dos resultados dos modelos DEA, suscitou duas transformações no fluxo de produção. A variável suprimentos foi retirada da análise do DEA por estar presente nas vendas de veículos novos e usados e a satisfação do cliente foi retirada pois apresentava um desvio padrão de 0,05 e por isso pouco diferenciava uma empresa das demais.

3.3 População e amostra

A população das concessionárias da General Motors do Brasil da Região 08 + Minas Gerais é composta por 66 unidades. Delas se conseguiu dados de 30 concessionárias, a amostra do presente trabalho.

Dessa forma, a definição da amostra foi não probabilística e usou do critério da tipicidade definido como “constituída pela seleção de elementos que o pesquisador considere representativos da população alvo, o que requer profundo conhecimento dessa população” (VERGARA, 2000, p. 51). Isso ocorreu pela limitação da quantidade de empresas (concessionárias de carros da GM inseridas na Região 8 + Minas Gerais) dispostas a autorizar que seus dados fossem utilizados na pesquisa.

Segundo Peña (2008), a aplicação do DEA exige uma sequência de passos para garantir a melhor definição das variáveis, assim, o referido autor recomenda que a aplicabilidade do modelo seja procedida da descrição do processo produtivo das unidades para classificar e identificar os principais insumos e produtos (esse passo foi feito na seção 3.2). Logo após, executa-se o método utilizando os *softwares* disponíveis.

Angulo Meza (2007) ressalta a importância da seleção das variáveis em DEA. Isso acontece, pois, com a escolha de variáveis diferentes levam-se em conta diferentes dimensões do problema. Tais dimensões podem ter quatro análises para

concessionárias de carros: operacional, vendas, pós-vendas e total (que é a análise mais apropriada segundo a ótica das concessionárias e, por isso, feita nesse trabalho). As técnicas existentes para seleção de variáveis podem ter diferentes graus de intervenção pelo pesquisador. Segundo Gonzales Araya (2003), as variáveis em DEA tem que apresentar forte correlação entre *input* e *output*.

A figura 4 mostra as variáveis escolhidas para a pesquisa.

Variável	Classificação	Nomenclatura	Unidade
Gastos em Marketing	<i>Input</i>	Insumo 1	Reais
Funcionários	<i>Input</i>	Insumo 2	Unidades
Ativos Fixos	<i>Input</i>	Insumo 3	Reais
Carros novos vendidos	<i>Output</i>	Produto 1	Unidades
Carros usados vendidos	<i>Output</i>	Produto 2	Unidades
Oficina	<i>Output</i>	Produto 3	Número de ordens de serviços
F&I	<i>Output</i>	Produto 4	Reais
Poder de compra	Contexto	Contexto	Reais

Quadro 1 - Variáveis, classificação, nomenclatura e unidade

Tais variáveis foram escolhidas por serem as mais representativas dentro da ótica das concessionárias levando em conta a dimensão total. Para a definição dessas variáveis, foi feita uma análise de correlação entre elas segundo Tabela 3.

Tabela 3 - Análise de correlação entre variáveis

	gastos em MKT	Funcionári os	Ativos Fixos	carros novos	carros usados	Oficin a	F& I
gastos em MKT	1						
Funcionários	0.6243819	1					
Ativos Fixos	0.5950231	0.7498042	1				
carros novos	0.6943399	0.8962161	0.6547865	1			
carros usados	0.6679755	0.8007968	0.5416065	0.8402131	1		
Oficina	0.4774588	0.8537216	0.6380879	0.8097865	0.7123239	1	
F&I	0.7949297	0.8370026	0.7435266	0.7750475	0.7866138	0.737	1

Verifica-se que as correlações entre os insumos e os produtos são altos, isso acontece, pois quanto maior a quantidade de insumos, maior será a quantidade de produtos. A correlação positiva entre os insumos e entre os produtos evidencia a existência de complementaridade no processo produtivo.

3.4 Caracterização dos instrumentos de pesquisa

No trabalho, utilizaram-se os dois modelos básicos do DEA. Foi empregado o modelo BCC-OO pelas unidades apresentarem grande diferença de tamanho e localidade geográfica e por se querer saber o máximo de produtos mantendo a atual quantidade de insumos. Porém o modelo BCC gera a eficiência pura e como um dos objetivos dessa pesquisa é encontrar a eficiência de escala fez-se necessário o cálculo do modelo CCR-OO.

Esse estudo foi feito em três etapas: primeiramente foi feito o cálculo da eficiência utilizando o modelo BCC-OO e CCR-OO para o cálculo da eficiência de escala, logo após foi descontado o contexto para saber apenas as ineficiências na gestão, por fim calculou-se o modelo BCC-OO e CCR-OO para a análise da eficiência de escala considerando apenas os aspectos controláveis pelo gestor.

Pelo DEA se tratar de um modelo de comparação da eficiência, fez-se necessário o uso de documentos para obtenção de dados essenciais para tais comparações. Por isso, não foram aplicados questionários. Pelo pesquisador ter uma boa noção das principais variáveis envolvidas a serem contempladas no estudo, Angulo Meza (2007) recomenda a utilização de métodos mais quantitativos para determinação das variáveis, nessa pesquisa foi utilizada uma análise de correlação.

3.5 Procedimentos de coleta e de análise de dados

As informações foram coletadas de documentos internos da General Motors (FACTs, ATACADO/RETIRADA e Franchising Meeting) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2005). Por se tratarem de dados primários, essa foi uma pesquisa documental, e por envolver dados calculáveis, apresenta-se como quantitativa. Para a total definição do modelo DEA, as variáveis, o modelo variável de escala e/ou constante de escala, a orientação para o insumo ou para o produto e o uso de análise radial ou não-radial tem que estar muito bem delimitadas.

Segundo Peña (2008), devem-se ter os dados e a partir deles utilizar os *softwares* disponíveis para modelagem dos dados. As informações coletadas foram

modeladas para utilização no *software* DEA-SEAD. Para tirar as principais conclusões do estudo, foram utilizados os relatórios criados pelo *software*.

Realizou-se uma análise não-radial em duas fases, com os modelos BCC-OO e CCR-OO, sem descontar o contexto e descontando o contexto.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esse capítulo está dividido em duas partes que são elas: Eficiência de escala através da DEA sem descontar os efeitos do contexto; eficiência de escala através da DEA descontando o contexto. Dessa forma, serão atingidos todos os objetivos específicos do trabalho e, por conseguinte, o objetivo geral da pesquisa que é “evidenciar as potencialidades do método Análise Envoltória de Dados (DEA) no estudo da eficiência das concessionárias de carros”.

4.1 Eficiência de escala através da DEA sem descontar os efeitos do contexto.

Conforme dito na seção 3.3, foram utilizados os modelos BCC-OO e CCR-OO para a definição da eficiência de escala, para isso, utilizou-se os dados das 30 DMUs (concessionárias de carros).

Primariamente, serão apresentados na tabela 4 os resultados decorrentes da eficiência pura obtida através da análise do modelo DEA BCC-OO conforme seção 2.3.

Tabela 4 - BCC-OO sem considerar o contexto.

DMU\IO	INS1	INS2	INS3	PRO1	PRO2	PRO3	PRO4	h
DMU1	43575	25	1020678	305	180	695	178850	100%
DMU2	175274	68	2893831	621	611	12060	1072489	100%
DMU3	551545	145	1547386	3657	1596	19668	2732760	100%
DMU4	723041	159	3729630	3593	1471	27500	2725821	100%
DMU5	1232516	349	12574655	6927	3651	42902	5326316	100%
DMU6	89598	41	112835	587	397	3971	740116	100%
DMU7	993814	171	1631153	2098	995	17705	3388486	100%
DMU8	261335	70	884064	954	454	9476	1055979	114%
DMU9	91298	61	1848342	747	72	10702	794106	103%
DMU10	235510	50	1651423	736	204	5621	717683	153%
DMU11	731336	149	9348608	3839	768	30621	2087643	100%
DMU12	397882	192	5109833	1714	830	17660	1809222	162%
DMU13	532975	73	3277057	1467	786	12643	1307490	100.1%
DMU14	672048	163	13375444	2967	82	2877	2018510	134%
DMU15	1698882	269	19163783	4002	1835	36848	7905855	100%

DMU16	161236	299	15457652	3989	1703	57302	5088313	100%
DMU17	50650	75	6570546	971	379	11337	766620	102%
DMU18	34052	113	2154119	1187	748	1918	1432779	100%
DMU19	170340	171	6683336	2428	611	22094	1585273	104%
DMU20	109963	140	6759581	1954	463	13931	936542	104%
DMU21	233476	76	1983182	720	186	11995	572971	118%
DMU22	705373	234	4704762	3892	583	36268	2209873	100%
DMU23	182707	60	945443	853	87	8514	1000038	109%
DMU24	42157	58	2441438	884	215	12154	1320825	100%
DMU25	575741	94	1864886	2120	364	13787	3004688	100%
DMU26	511496	55	411523	2033	647	9622	1338636	100%
DMU27	465790	110	1164823	1920	1041	17951	1567679	100%
DMU28	1325192	253	11657968	3907	2105	24400	6025804	100%
DMU29	528350	132	1181322	2447	927	17703	2058688	100%
DMU30	1092563	84	10023591	1648	919	12810	1679568	102%

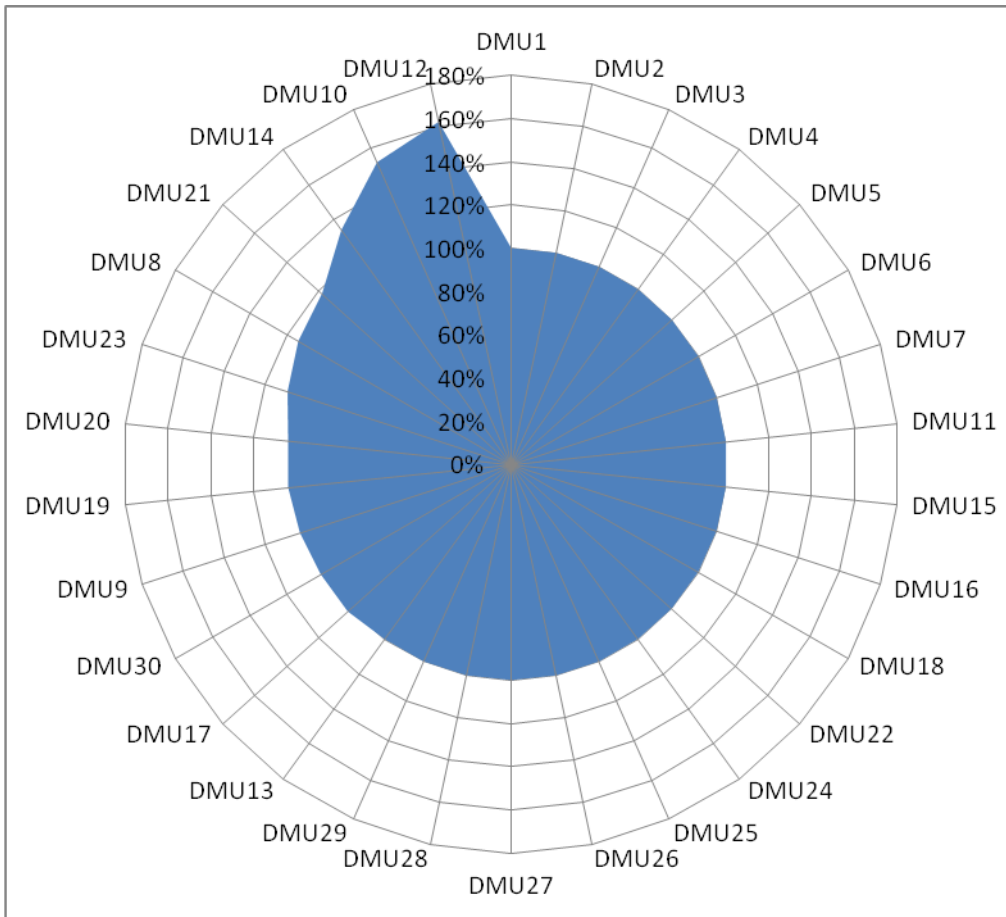


Gráfico 1 - Níveis de eficiência

Pela pesquisa ter um foco na análise da eficiência com orientação ao produto, as concessionárias representadas por DMUs que são eficientes tem um índice de eficiência 100% e as DMUs ineficientes tem um índice de eficiência maior que 100%

(seção 2.3). Assim, verifica-se na Tabela 4 e no Gráfico 1 que as DMUs 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 15, 16, 18, 22, 24, 25, 26, 27, 28 e 29 (60%) apresentam eficiência pura. Todavia, as DMUs 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 19, 20, 21, 23 e 30 (40%) são ineficientes. Vale ressaltar que as DMUs 10 e 12 apresentaram os piores níveis de eficiência 153,1% e 161,9% respectivamente, isso pode ser explicado por uma ineficiência gerencial, pelos impactos do ambiente ou uma combinação dos dois.

Agora serão apresentados na tabela 5 os resultados decorrentes da eficiência global, obtida através da análise do modelo DEA CCR-OO, conforme seção 2.3.

Tabela 5 - CCR-OO sem descontar o contexto.

ORDEM	DMU	SCORE	ORDEM	DMU	SCORE
1	DMU26	100%	5	DMU28	96%
1	DMU24	100%	6	DMU29	93%
1	DMU3	100%	7	DMU30	93%
1	DMU6	100%	8	DMU17	92%
1	DMU27	100%	9	DMU23	92%
1	DMU18	100%	10	DMU22	91%
1	DMU25	100%	11	DMU20	90%
1	DMU16	100%	12	DMU19	88%
1	DMU15	100%	13	DMU8	88%
1	DMU2	100%	14	DMU21	84%
1	DMU4	100%	15	DMU1	82%
1	DMU11	100%	16	DMU7	81%
2	DMU13	99%	17	DMU14	70%
3	DMU5	97%	18	DMU10	59%
4	DMU9	96%	19	DMU12	56%

A tabela 5 mostra que as DMUs 2, 3, 4, 6, 11, 15, 16, 18, 22, 24, 25, 26 e 27 (43,33%) apresentam eficiência global e as DMUs 1, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 19, 20, 21, 23, 28, 29, 30 (56,67%) são ineficientes. Novamente, as DMUs 10 e 12 se destacaram por apresentarem os piores índices 168,5% e 177,4% respectivamente. As DMUs 1, 5, 7, 22, 28 e 29 apesar de apresentarem eficiência pura, não apresentam eficiência global, isso acontece, pois o modelo CCR não considera a diferença de porte entre as concessionárias (seção 2.3).

Tendo as informações das eficiências geradas pelo modelo DEA BCC e CCR, pode-se calcular a eficiência de escala que conforme seção 2.3 é representada por:

$$EE_{SC} = \frac{EP_{CR}}{ET_{VR}}$$

Assim, a tabela 6 mostra o resultado da eficiência de escala para cada uma das 30 DMUs.

Tabela 6 - Eficiência de escala sem descontar o impacto do contexto

DMU	Eficiência pura	Eficiência global	Eficiência de escala
DMU1	1	1.212	0.825082508
DMU2	1	1	1
DMU3	1	1	1
DMU4	1	1	1
DMU5	1	1.031	0.969932105
DMU6	1	1	1
DMU7	1	1.232	0.811688312
DMU8	1.14	1.141	0.999123576
DMU9	1.03	1.037	0.993249759
DMU10	1.531	1.685	0.908605341
DMU11	1	1	1
DMU12	1.619	1.774	0.912626832
DMU13	1.001	1.015	0.986206897
DMU14	1.344	1.423	0.944483486
DMU15	1	1	1
DMU16	1	1	1
DMU17	1.017	1.086	0.936464088
DMU18	1	1	1
DMU19	1.038	1.133	0.916151809
DMU20	1.043	1.106	0.943037975
DMU21	1.18	1.191	0.990764064
DMU22	1	1.098	0.910746812
DMU23	1.088	1.091	0.997250229
DMU24	1	1	1
DMU25	1	1	1
DMU26	1	1	1
DMU27	1	1	1
DMU28	1	1.041	0.960614793
DMU29	1	1.073	0.931966449
DMU30	1.024	1.075	0.95255814

Na tabela 6 verifica-se que as DMUs 2, 3, 4, 6, 11, 15, 16, 18, 24, 25, 26, 27 (40%) tem eficiência de escala e as DMUs 1, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 28, 29 e 30 (60%) não apresentam tal eficiência. As DMUs 1 e 7 se

destacam pois apesar de terem eficiência pura, a ineficiência global foi tamanha que acabaram tendo os piores índices de eficiência de escala 82,5% e 81,17% respectivamente. Tamanha ineficiência global é explicada pois o modelo CCR não considera as diferenças de porte entre as DMUs.

4.2 Eficiência de escala através da DEA descontando o contexto.

Essa seção tem por objetivo calcular a eficiência de escala utilizando o DEA considerando os efeitos do contexto e comparando os resultados obtidos com os da seção 4.1.

Na seção 4.1 foi calculada a eficiência de escala das concessionárias, entretanto, por haver uma grande diferença de poder de compra entre uma cidade e outra, pode ser que fatores não controláveis pelos gestores seja o motivo da ineficiência. Por isso se faz necessário tirar os fatores não controláveis pelos gestores.

Para tirar os fatores não controláveis pelos gestores, pega-se as melhorias para cada DMU ineficiente e novamente utiliza-se o DEA, não-radial em duas fases, BCC-IO (corrigindo cada insumo e produto um a um), assim, as diferenças serão os *inputs* e os contextos serão os *outputs*. A Tabela 7 resume as DMUs ineficientes e suas respectivas melhorias e contextos.

Tabela 7- Melhorias de cada DMU ineficiente e respectivo contexto

DMU/IO	INS1	INS2	INS3	PRO1	PRO2	PRO3	PRO4	Contexto
DMU8	0	0	0	304.26	167.38	1330.68	148287.8	4510
DMU9	0	1.62	0	173.08	257.04	326.16	431489.3	13880
DMU10	0	0	335587.5	488.98	175.01	2987.1	381389.7	10489
DMU12	0	0	0	1060.93	513.75	10931.17	1119871	12449
DMU13	0	0	0	2.15	1.15	18.54	1917.51	12449
DMU14	0	0	0	1020.66	28.21	989.7	694373.6	8022
DMU17	0	0	3518392	44.46	6.36	190.39	573622.4	10489
DMU19	0	0	0	92.4	23.25	840.81	60328.95	9207
DMU20	0	0	0	83.14	19.7	592.74	39848.18	9869
DMU21	0	0	0	689.42	346.75	2156.84	887617.1	8784
DMU23	0	0	0	74.71	7.62	745.74	87592.85	7514
DMU30	561237.1	0	9162028	895.02	22.37	311.75	98907.65	34510

Para descontar o contexto, foram pegos os resultados obtidos a partir da seção 4.1 e, as projeções dos insumos foram subtraídas dos insumos e as projeções dos produtos foram somadas nos produtos correspondentes a cada DMU / insumo / produto.

Ao descontar os efeitos do contexto, novamente utiliza-se o modelo DEA não-radial em duas fazes, BCC-OO e CCR-OO. A Tabela 8 evidencia os dados do modelo BCC-OO descontando os efeitos do contexto.

Tabela 8 - BCC-OO descontando os efeitos do contexto.

DMU\IO	INS1	INS2	INS3	PRO1	PRO2	PRO3	PRO4	H	Vo
DMU1	43575	25	1020678	305	180	695	178850	100%	-81.70
DMU2	175274	68	2893831	621	611	12060	1072489	100%	0.03
DMU3	551545	145	1547386	3657	1596	19668	2732760	100%	0.29
DMU4	723041	159	3729630	3593	1471	27500	2725821	100%	0.01
DMU5	1232516	349	12574655	6927	3651	42902	5326316	100%	0.01
DMU6	89598	41	112835	587	397	3971	740116	100%	0.11
DMU7	993814	171	1631153	2098	995	17705	3388486	100%	0.54
DMU8	261335	70	884064	956	455	9495	1057896.51	114%	0.03
DMU9	91298	61	1848342	807	75	10740	802314.83	103%	0.11
DMU10	235510	50	1315835.49	738	205	5640	719600.51	153%	-1.06
DMU11	731336	149	9348608	3839	768	30621	2087643	100%	0.25
DMU12	397882	192	5109833	1716	831	17679	1811139.51	162%	0.20
DMU13	532975	73	3277057	1469	787	12662	1309407.51	100%	0.05
DMU14	672048	163	13375444	2969	83	2896	2020427.51	134%	0.45
DMU15	1698882	269	19163783	4002	1835	36848	7905855	100%	-0.01
DMU16	161236	299	15457652	3989	1703	57302	5088313	100%	-0.06
DMU17	50650	75	6234958.49	973	380	11356	768537.51	101%	-0.32
DMU18	34052	113	2154119	1187	748	1918	1432779	100%	-123.00
DMU19	170340	171	6683336	2430	612	22113	1587190.51	104%	0.05
DMU20	109963	140	6759581	1956	464	13950	938459.51	104%	0.05
DMU21	233476	76	1983182	722	187	12014	574888.51	118%	0.13
DMU22	705373	234	4704762	3892	583	36268	2209873	100%	0.18
DMU23	182707	60	945443	855	88	8533	1001955.51	109%	-0.22
DMU24	42157	58	2441438	884	215	12154	1320825	100%	-19.40
DMU25	575741	94	1864886	2120	364	13787	3004688	100%	0.34
DMU26	511496	55	411523	2033	647	9622	1338636	100%	-0.16
DMU27	465790	110	1164823	1920	1041	17951	1567679	100%	0.08
DMU28	1325192	253	11657968	3907	2105	24400	6025804	100%	0.45
DMU29	528350	132	1181322	2447	927	17703	2058688	100%	0.31
DMU30	1092563	84	861562.74	2543	941	13122	1778475.65	100%	0.34

Verifica-se na Tabela 8 que ao descontar os efeitos do contexto, as DMUs 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 13, 15, 16, 18, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 30 (66,67%) apresentaram eficiência pura (as DMUs 13 e 30 eram consideradas ineficientes na seção 4.1 por causa dos efeitos do contexto). Entretanto, as DMUs 8, 9, 10, 12, 14, 17, 19, 20, 21 e 23 (33,33%) continuaram ineficientes. As DMUs 10 e 12 continuaram sendo as mais ineficientes com 152,7% e 161,7% respectivamente. A alta quantidade de concessionárias eficientes pode ser explicada pois os dados foram retirados de grupos de concessionárias e bons modelos de gestão adotados por uma concessionária se irradiam por todo o grupo.

A Tabela 9 mostra o modelo CCR-OO descontando os efeitos do contexto.

Tabela 9 - CCR-OO descontando os efeitos do contexto.

ORDEM	DMU	Eficiência	ORDEM	DMU	Eficiência
1	DMU6	100%	5	DMU28	96%
1	DMU26	100%	6	DMU30	95%
1	DMU24	100%	7	DMU29	93%
1	DMU3	100%	8	DMU17	92%
1	DMU27	100%	9	DMU23	92%
1	DMU18	100%	10	DMU22	91%
1	DMU16	100%	11	DMU20	91%
1	DMU25	100%	12	DMU19	88%
1	DMU15	100%	13	DMU8	88%
1	DMU11	100%	14	DMU21	84%
1	DMU4	100%	15	DMU1	82%
1	DMU2	100%	16	DMU7	81%
2	DMU13	99%	17	DMU14	70%
3	DMU5	97%	18	DMU10	60%
4	DMU9	97%	19	DMU12	56%

Verifica-se na tabela 14 depois de descontados os efeitos do contexto as DMUs 2, 3, 4, 6, 11, 15, 16, 18, 24, 25, 26 e 27 (40%) apresentam eficiência global (por consequência apresentam um porte ideal) e as DMUs 1, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 28, 29, 30 (60%) são ineficientes. Aqui percebe-se que a eficiência global da DMU 22 (seção 4.1) foi gerada pelo contexto e não pela gestão. A ineficiência das DMUs 10 e 12 se mantiveram as maiores com 168% e 177,2% respectivamente. As DMUs 1, 5, 7, 13, 22, 28, 29 e 30 apesar de apresentarem

eficiência pura não apresentam eficiência global e, a isso, também se atribui ao fato de a eficiência global não considerar a diferença de porte entre DMUs (seção 2.3).

Tendo esses dados, da mesma forma que na seção 4.1, calcula-se a eficiência de escala apresentados na tabela 10.

Tabela 10 - Eficiência de escala descontando os efeitos do contexto

DMU	Eficiência pura	Eficiência global	Eficiência de escala	Porte da unidade
DMU1	1.000	1.212	0.825082508	Subdimensionada
DMU2	1.000	1.000	1	Ideal
DMU3	1.000	1.000	1	Ideal
DMU4	1.000	1.000	1	Ideal
DMU5	1.000	1.031	0.969932105	Superdimensionada
DMU6	1.000	1.000	1	Ideal
DMU7	1.000	1.232	0.811688312	Superdimensionada
DMU8	1.138	1.139	0.999122037	Superdimensionada
DMU9	1.027	1.034	0.993230174	Superdimensionada
DMU10	1.527	1.680	0.908928571	Subdimensionada
DMU11	1.000	1.000	1	Ideal
DMU12	1.617	1.772	0.912528217	Superdimensionada
DMU13	1.000	1.013	0.987166831	Superdimensionada
DMU14	1.343	1.422	0.944444444	Superdimensionada
DMU15	1.000	1.000	1	Ideal
DMU16	1.000	1.000	1	Ideal
DMU17	1.014	1.084	0.935424354	Subdimensionada
DMU18	1.000	1.000	1	Ideal
DMU19	1.037	1.132	0.916077739	Superdimensionada
DMU20	1.041	1.105	0.942081448	Superdimensionada
DMU21	1.178	1.189	0.990748528	Superdimensionada
DMU22	1.000	1.098	0.910746812	Superdimensionada
DMU23	1.085	1.088	0.997242647	Subdimensionada
DMU24	1.000	1.000	1	Ideal
DMU25	1.000	1.000	1	Ideal
DMU26	1.000	1.000	1	Ideal
DMU27	1.000	1.000	1	Ideal
DMU28	1.000	1.041	0.960614793	Superdimensionada
DMU29	1.000	1.073	0.931966449	Superdimensionada
DMU30	1.000	1.050	0.952380952	Superdimensionada
Média	1.067	1.113	0.963	-

Com a Tabela 10 conclui-se que as DMUs 2, 3, 4, 6, 11, 15, 16, 18, 24, 25, 26 e 27 (40%) apresentam eficiência de escala e as DMUs 1, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 28, 29 e 30 (60%) não apresentam tal eficiência. 4 unidades se

mostraram subdimensionadas (13,33%) e 14 superdimensionadas (46,67%). Da mesma forma que na seção 4.1, as DMUs 1 e 7 apresentaram os piores índices de eficiência de escala com 82,5% e 81,2% respectivamente, isso pode ser explicado pois a DMU 1 está subdimensionada e a DMU 7 está superdimensionada. Verifica-se que em média as 30 DMUs apresentam 0,067 de melhorias na eficiência pura, 0,113 na eficiência global e 0,037 na eficiência de escala.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A busca pela eficiência está presente dentro da administração desde sua criação. A eficiência faz com que desperdícios sejam eliminados, resultados maximizados e dessa forma pode ser considerada um aspecto que diferencia empresas em todos os ramos e em todo o mundo. Com isso, faz-se necessária a criação de ferramentas confiáveis que indiquem aos decisores os pontos de eficiência. Inicialmente, utilizou-se de múltiplas regressões lineares para medir a eficiência (tal ferramenta ainda é utilizada por pesquisadores e empresas em todo o mundo), porém pesquisadores como Charnes, Cooper e Rhodes não se contentaram com essa ferramenta para análise de algo tão fundamental dentro das organizações e estenderam os trabalhos de Farrell criando o modelo conhecido por análise envoltória de dados (DEA). Em pouco tempo, o DEA se tornou uma ferramenta muito aceita pelos pesquisadores e empresas para a análise da eficiência.

Esse trabalho teve como objetivo geral evidenciar as potencialidades do método Análise Envoltória de Dados (DEA) no estudo da eficiência das concessionárias de carros. Tais potencialidades puderam ser detectadas pela capacidade do modelo DEA de identificar empresas ineficientes a partir da comparação entre todas as empresas analisadas, sugerindo melhorias às ineficientes em variáveis específicas. Tal capacidade do modelo pode auxiliar aos gestores na percepção e adoção das melhores práticas e como fazer para se tornarem eficientes (caso não sejam). Além disso, o DEA apresenta quais são as empresas mais eficientes dentre as eficientes e isso pode ser identificado na seção 4.2 mostrando que apesar de na maioria das vezes as DMUs 13 e 30 serem eficientes, a DMU 13 aparece mais frequentemente como referência (*benchmarking*) que a DMU 30 para as demais empresas ineficientes. Essa propriedade do modelo também pode ser identificada nas Tabelas 5 e 9 onde as DMUs estão ordenadas por eficiência. Por fim, o modelo DEA BCC juntamente com a eficiência de escala identifica se o porte da concessionária é o ideal e essa informação pode ser crucial na hora da decisão de redução, manutenção ou expansão das operações das concessionárias de carros.

As análises permitiram perceber que doze concessionárias apresentaram eficiência de escala. Destacam-se negativamente as DMUs 10 e 12 por

apresentarem os piores índices de eficiência pura e global e as DMUs 1 e 7 por apresentarem os piores índices de eficiência de escala.

Conclui-se da pesquisa que, 66,67% das unidades apresentaram eficiência pura, dessas, 6,67% são explicadas em decorrência do contexto. Verificou-se 40% de eficiência global, das mesmas, os efeitos do contexto agiram de forma negativa em 3,33% de suas quantidades. Apesar das mudanças ocorridas em função do contexto, a quantidade de unidades que apresentaram eficiência de escala manteve em 40% de unidades eficientes. 40% das unidades apresentaram um porte ideal, 13,33% estão subdimensionadas e 46,67% das empresas estão superdimensionadas.

O modelo DEA é baseado na comparação e diferenciação entre empresas. Por isso, pode-se imaginar que a alta quantidade de DMUs eficientes durante a pesquisa pode ser decorrente de equívocos do pesquisador ao delimitar as variáveis. Entretanto a pesquisa foi feita com alguns grupos de concessionárias e um deles, por exemplo, corresponde a 43,33% das empresas analisadas e a boa gestão feita por uma concessionária é irradiada por todo o grupo, aumentando a eficiência e a força do grupo no mercado. Outro fator que pode explicar a elevada eficiência está na própria GM que divulga dentro da rede de concessionárias boas práticas observadas dentro e fora das concessionárias GM.

A partir dos resultados obtidos, foi possível observar que esse trabalho respondeu a suposição básica dessa pesquisa ou o problema de pesquisa que é “a suposição 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”. Tal suposição foi atendida pois calculou a eficiência das concessionárias de carros utilizando múltiplos *inputs* (três), múltiplos *outputs* (quatro) e o impacto de fatores não controláveis pelos gestores (produto interno bruto per capita).

Ao selecionar as DMUs, ouvir os anseios das concessionárias de carros, descrever todos os processos e fluxos dos principais inputs e outputs das concessionárias (seção 3.2) e por fim delimitar a eficiência de escala através do modelo DEA (seção 4.2), esse trabalho atingiu todos os objetivos específicos por ele proposto.

As limitações dessa pesquisa podem ser resumidas ao fator tempo e ao fator dados (o primeiro prejudicando o segundo e vice-versa). Ao coletar os dados da GM,

o pesquisador conseguiu todas as variáveis referentes aos *inputs* e *outputs* necessários para a realização dessa pesquisa, todavia, os fatores não controláveis pelo gestor acabaram por ser limitados pelo produto interno bruto per capita por município. O fator concorrência seria a segunda variável não controlável pelos gestores de suma importância para esse seguimento e com isso o trabalho ficaria mais rico. Com a indisponibilidade de dados (quantidade total de concessionárias nos municípios estudados) ficou impossível delimitar essa variável.

Trabalhos futuros podem ser feitos analisando outras dimensão do negócio que conforme seção 3.3 pode ser dividida em quatro tipos de análises: operacional, vendas, pós-vendas e total. Essa pesquisa adotou a dimensão total pela ótica das concessionárias. Obtendo os dados da quantidade de concessionárias por município e criando um índice desses dados com o *market share* relativo a cada concessionária, um estudo futuro seria a comparação entre os resultados obtidos nesse trabalho com os obtidos nesse contexto, verificando a importância da concorrência para as concessionárias de carros. Por fim, seria enriquecedor a análise da eficiência de concessionárias de carros (principalmente para a área de vendas) com a integração do DEA com o método multicritério MACBETH que segundo Gonçalves Gomez (2000) acabam por potencializar os dois métodos inseridos na pesquisa operacional.

Dessa forma, conclui-se que as potencialidades do modelo DEA são muitas e que sua aplicabilidade se mostra de grande valia no processo decisório dos gestores.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. M. **Introdução à metodologia do trabalho científico**: elaboração de trabalhos na graduação. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- ANGULO MEZA, L *et al.* Selecção de variáveis em DEA aplicada a uma análise do mercado de energia eléctrica. **Associação Portuguesa de investigação Operacional**. Rio de Janeiro, n. 27, p. 21-36, 2007.
- ARBIX, G.; VEIGA, J. P. C. **A distribuição de veículos sob fogo cruzado**: em busca de um novo equilíbrio de poder no setor automotivo. maio de 2001, Disponível em <www.fenabreve.org.br>, Acesso em 10 nov. 2010.
- 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.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v.2, p.429-444, 1978.
- CHARNES, A. et al. **Data envelopment analysis**: theory, methodology and application. 3. Ed. Massachusetts (USA): Kluwer, 1997.
- 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.; ZHU, J. Data envelopment analysis; History, Models and interpretations. In: COOPER, W. W.; SEIFORD, L M.; ZHU, J (Eds.) **Handbook on Data Envelopment Analysis**. Boston: Kluwer Academic, 2004. P. 1-39.
- COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K.. **Data Envelopment Analysis**: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver Software. 2. Ed. New York (USA): Springer, 2006.
- DÁVALOS, R. V. **Uma abordagem do ensino de pesquisa operacional baseada no uso de recursos computacionais**. Trabalho apresentado no 22º Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba, 2002.
- Farrell, M. J., The Measurement of Productive Efficiency, **Journal of the Royal Statistical Society**, Series A, 120, Part III, 253-290, 1957.
- GAZETA MERCANTIL. **Análise setorial**. Concessionárias de veículos. Sao Paulo. Maio, 1998. Vol. I e III.

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

GONZÁLES-ARAYA, M. C. **Projeções Não Radiais em Regiões Fortemente Eficientes da Fronteira DEA – Algoritmos e Aplicações**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UFRJ, 2003.

KASSAI, S. **Utilização da Análise Envoltória de Dados (DEA) na Análise de Demonstrações Contábeis**. 2002. 350f. Tese (Doutorado em Contabilidade e Controladoria). Departamento de Contabilidade e Atuária, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2002.

KRAUSE, K; PORTELLA, G R; TABAK, B M. Eficiência Bancária: o valor intrínseco na função de produção. **Revista de Administração (USP)**, v. 40, n. 4, p. 172-186, 2005.

LIMA, T. S. O. **O uso da análise envoltória de dados para a avaliação da eficiência de carteiras de investimento**. 2010. 96 f. Monografia (Bacharelado em Administração)-Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

LINS, M. P. E.; ÂNGULO MEZA, L. **Análise por Envoltória de Dados e Perspectivas de Integração no Meio Ambiente de Apoio à Decisão**. Rio de Janeiro: Coppe, 2000.

ONUSIC, L. M.; CASA NOVA, S. P. C.; ALMEIDA, F. C. Modelos de Previsão de Insolvência Utilizando a Análise por Envoltória de Dados: Aplicação a Empresas Brasileiras. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v.11 2a. Edição Especial. P.77-97, 2007.

PEÑA, C, R. Um modelo de avaliação da eficiência da administração pública através do método análise envoltória de dados (DEA). **Revista em Administração Contemporânea**. Curitiba, v. 12, n. 1, p. 83-106. Jan./Mar. 2008

Rosano-Peña, Carlos e Carvalho J. M.. **EFICIENCIA E PRODUTIVIDADE DO ENSINO BRASILEIRO ATRAVES DO DEA-MALMQUIST**. In: *5th Americas International Conference on Production Research.2010. Bogotá. Colombia*.

RAMOS, R, E, B. **Michael J. Farrell e a medição da eficiência técnica**. 2007. 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. **The Review of Economics and Statistics**, Vol. 78, No. 3 (Aug., 1996), p. 499-509.

VERGARA, S. C. Começando a definir a metodologia. In: _____. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2000. Cap.4.

VILELA et al., Análise envoltória de dados em empresas de jornais. **Revista em Administração Contemporânea**. Curitiba, v. 11, n. 1, p. 98-116. Abr./Jun. 2007.