



Universidade de Brasília  
Instituto de Ciências Exatas  
Departamento de Estatística

# **ANÁLISE DA EFICIÊNCIA NA IMPLANTAÇÃO DE CONTRATOS DAS CORRETORAS DA MAIS SAÚDE**

UMA APLICAÇÃO DE ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

ANDERSON SILVA DE MACÊDO

Brasília  
2015

ANDERSON SILVA DE MACÊDO

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA NA IMPLANTAÇÃO DE CONTRATOS DAS  
CORRETORAS DA MAIS SAÚDE**  
UMA APLICAÇÃO DE ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

Relatório apresentado à disciplina Estágio Supervisionado II do curso de graduação em Estatística, Instituto de Ciências Exatas, Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para o grau de Bacharel em Estatística.

Orientador: Prof. Dr. José Angelo Belloni

Brasília  
2015

Dedico este trabalho aos meus pais pela singularidade que representam na minha vida, à minha irmã, meu sobrinho, meus familiares e amigos.

***Anderson Silva de Macêdo***

## **Agradecimentos**

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus por me guardar e me capacitar para que esse sonho se tornasse realidade e pela oportunidade de conhecer durante o curso pessoas que se tornaram muito especiais.

Aos meus amados pais, Maria Aparecida e Ronaldo, e minha irmã Thays, por todo apoio, companheirismo e compreensão, a qual sou muito grato por toda dedicação de todos para comigo.

Aos amigos que tive a oportunidade de conhecer durante esses anos de curso, sendo eles da Estatística, de outros cursos e da corretora onde faço estágio e a qual foi o tema do meu trabalho.

Aos familiares, por sempre estarem ao meu lado e pela compreensão nos momentos ausentes.

A todos os funcionários e professores do Departamento de Estatística da UnB, por toda cordialidade e dedicação aos alunos.

Em especial ao meu orientador e professor Belloni, que tanto se dedicou e me ajudou nesse trabalho, tornando-o possível, pessoa no qual tenho grande admiração como profissional e como pessoa.

## RESUMO

Os planos de saúde vem apresentando um crescimento expressivo no Brasil nas últimas décadas, esses planos são oferecidos por operadoras, empresas privadas, com intuito de prestar assistência médica e hospitalar. A MAIS SAÚDE é uma corretora de seguros que atua gerenciando e capacitando corretoras parceiras, para atuar vendendo os produtos da ASM SEGUROS.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a eficiência das corretoras cadastradas na MAIS SAÚDE. Os dados necessários para alcançar esse objetivo foram disponibilizados pela corretora, são dados reais, que por questões de sigilo de informação os nomes das corretoras e da seguradora foram modificados.

Antes de realizar a análise de eficiência foram utilizadas técnicas de estatística como correlações lineares e técnicas estatísticas multivariada como, por exemplo, a Análise de Componentes Principais – ACP, e, por fim, a Análise Envoltória de Dados – DEA, que permitiu a identificação de 6 corretoras eficientes entre as 75 corretoras. Para as corretoras consideradas ineficientes, foi possível o estabelecimento de metas de aumento da produtividade.

**Palavras-chave:** Análise de eficiência, DEA, componentes principais, correlações lineares, corretoras de plano de saúde.

# Índice

<b>1. Introdução</b> .....	8
<b>2. Objetivos</b> .....	10
2.1 Objetivo Geral: .....	10
2.2 Objetivos Específicos: .....	10
<b>3. Referencial Teórico</b> .....	11
3.1 Definições.....	11
3.2 Planos de Saúde.....	12
3.2.1 <b>Histórico dos Planos de Saúde</b> .....	12
3.2.2 <b>MAIS SAÚDE</b> .....	13
3.3 Análise de Componentes Principais – ACP .....	14
3.4 Análise por Envoltória de Dados (DEA).....	15
3.4.1 <b>Eficiência Produtiva</b> .....	16
3.4.2 <b>DEA e a Eficiência Produtiva das Corretoras</b> .....	17
3.4.3 <b>Restrição aos Pesos</b> .....	21
3.4.4 <b>Eficiência Técnica – Modelo CCR</b> .....	21
3.4.5 <b>Eficiência Técnica – Modelo BCC</b> .....	23
3.4.6 <b>DEA e Análise de Dados</b> .....	25
3.5 Seleção do Modelo .....	26
<b>4. Materiais e Métodos</b> .....	28
4.1 Metodologia.....	28
4.2 Os Dados.....	29
<b>5. Análise dos Dados</b> .....	30
5.1 Análise Exploratória.....	30
5.2 Variáveis .....	33
5.3 Seleção de Variáveis.....	33
5.3.1 <b>Análise de Correlações</b> .....	33
5.3.2 <b>Análise em Componentes Principais</b> .....	35
5.4 Modelo DEA .....	36
5.4.1 <b>Modelo DEA – Segmento PME</b> .....	37
5.4.2 <b>Modelo DEA – Segmento MIDDLE</b> .....	41
<b>6. Resultados</b> .....	43
6.1 Fronteira de Eficiência Técnica .....	44

6.1.1	<b>PME</b> .....	45
6.1.2	<b>MIDDLE</b> .....	45
6.2	Corretoras Ineficientes e Metas Eficientes .....	46
7.	<b>Conclusão</b> .....	48
8.	<b>Referências</b> .....	50
	<b>Anexo 1</b> .....	51
	<b>Anexo 2</b> .....	53

## 1. Introdução

Os planos de saúde surgiram da necessidade do homem moderno em ter um controle dos riscos a que se expõem, como eventos naturais, acidentes domésticos, doenças, entre outros. Públicos ou privados esses planos de saúde dão suporte ao homem quanto a esses eventos incertos, que podem ou não ocorrer, aos quais todos estão expostos e vulneráveis. Se vier a acontecer, são necessários meios para se estabelecer a normalidade. Um meio encontrado foi o plano de saúde (seguro de saúde) que pode ser definido como um grupo de pessoas que colaboram financeiramente para se proteger desse risco.

O plano de saúde é um produto oferecido por operadoras, empresas privadas, com intuito de prestar assistência médica e hospitalar.

Todos os dados utilizados nesse trabalho são reais, mas por se tratarem de informações sigilosas o nome da corretora tema do trabalho será alterado para *MAIS SAÚDE*, e as demais corretoras cadastradas a ela, serão alteradas para *A1,...,A75*.

A *MAIS SAÚDE* foi criada com o intuito de ser a distribuidora exclusiva dos produtos de uma instituição bancária, que nesse trabalho será chamada por *ASM SEGUROS SAÚDE*, e tem como foco de atuação o mercado de planos de saúde e odontológicos coletivos empresariais. Além disso, atua como plataforma de gestão comercial, credenciando e capacitando corretoras para venda do produto e oferecendo serviços de apoio para a gestão de pós-venda, por meio de equipe especializada e sistemas inovadores.

Atua com capilaridade nacional, oferecendo produtos e serviços totalmente adaptados a cada segmento, sejam micro e pequenas (PMEs), médias (MIDDLE) ou grandes corporações (CORPORATE).

Os produtos são comercializados para Estipulantes que é a pessoa jurídica com poderes de representação dos segurados (beneficiários) perante a seguradora. O estipulante fica investido dos poderes de representação dos segurados perante a seguradora, devendo-lhe encaminhar todas as comunicações e avisos pertinentes à apólice. Além disso, cabe a ele propor à seguradora a inclusão e exclusão de segurados, sendo o responsável pelo cumprimento das obrigações previstas nas Condições Gerais.



O Subestipulante é a Pessoa jurídica legalmente constituída pertencente ao grupo econômico do estipulante e que, sendo incluída na apólice, ficará subordinada às cláusulas e condições contratadas pelo estipulante.

Os produtos não são comercializados para: Partidos políticos, igrejas ou templos religiosos.

Este trabalho apresenta uma metodologia para a avaliação da eficiência das corretoras que são responsáveis pela comercialização dos produtos de saúde. A metodologia proposta consiste em uma aplicação de Análise Envoltória de Dados com o objetivo de identificar as corretoras eficientes e utilizá-las na identificação de ações e estratégias de gestão que conduzam as demais corretoras a patamares mais produtivos de execução.

A metodologia proposta mostrou-se eficaz na identificação de corretoras eficientes na comercialização dos planos de saúde e na utilização destes para a identificação de ações e estratégias que conduziram ao aumento da produtividade das corretoras consideradas ineficientes.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo Geral:**

O trabalho tem como objetivo principal analisar a eficiência das corretoras que atuam na MAIS SAÚDE e, através dos resultados de desempenho das próprias corretoras, apresentar modelos a serem seguidos para gerar uma maior produtividade.

Análise da eficiência na implantação de contratos, vidas, participação de campanhas entre outros pontos que as caracterizam como boas corretoras, levando em consideração que todos possuem as mesmas condições de trabalho. Essa análise será feita através do uso da Análise Envoltória de Dados.

### **2.2 Objetivos Específicos:**

- Construir um perfil referencial para as corretoras.
- Selecionar variáveis e construir indicadores para análise de eficiência das corretoras.
- Analisar a eficiência das corretoras para a otimização do processo e produção considerando o volume, valor das vidas e a inadimplência, entre outras variáveis.
- Identificar estratégias para o aumento da produtividade das corretoras consideradas ineficientes.

### **3. Referencial Teórico**

#### **3.1 Definições**

Ao longo deste trabalho foram utilizados alguns vocábulos que serão listados a seguir acompanhado de suas respectivas definições, quando se diz respeito à eficiência das corretoras.

- Resultado é o termo genérico utilizado para tratar todos os tipos de resultados decorrentes direta ou indiretamente de atividade da organização.
- O processo no qual recursos são utilizados para gerar resultados é chamado de produção.
- A Fronteira de Produção é definida como a máxima quantidade de resultados que podem ser obtidos dados os recursos utilizados.
- A Produtividade de uma organização é a razão entre os resultados da produção e os recursos consumidos nas diversas atividades.
- A capacidade de administrar produzindo o máximo de resultados com o mínimo de recursos, energia e tempo é definido como Eficiência.
- Eficiência produtiva é a habilidade de evitar desperdícios produzindo tantos resultados quanto os recursos utilizados permitem ou utilizando o mínimo de recursos possível para aquela produção.
- Decision Making Unity (DMU) é a organização tomadora de decisão. Nesse trabalho correspondem as Corretoras.
- Vidas é o termo utilizado para fazer referência as pessoas seguradas pelo plano de saúde.

## **3.2 Planos de Saúde**

### **3.2.1 Histórico dos Planos de Saúde**

No Brasil, o mercado de planos de saúde começou a desenvolver-se nas décadas 40 e 50, quando empresas do setor público reverteram recursos próprios e de seus empregados para financiar ações de assistência à saúde. Logo após, foi incluído entre os benefícios a assistência médico-hospitalar, serviço que era oferecido aos funcionários das recém-criadas empresas estatais. As primeiras indústrias a implantarem os sistemas assistenciais no setor privado, foram as indústrias do ramo automobilístico, sobretudo as estrangeiras.

Começaram a surgir a partir dos anos 50, organizações de assistência à saúdes destinadas, exclusivamente, aos funcionários estaduais desprotegidos pela Previdência Social. Mas foi na década de 60 que os denominados convênios médicos entre empresas empregadoras e empresas médicas (cooperativas médicas e empresas de medicina de grupo), mediados pela Previdência Social, estimularam, decisivamente, o processo empresarial da medicina.

Em 1988 o mercado foi se expandindo, e a Constituição Federal, além de garantir o setor de assistência médico-hospitalar, permitindo a oferta de serviços de assistência à saúde pela iniciativa privada, sob o controle do Estado, estabeleceu a atribuição do Estado de assegurar o direito à saúde dos cidadãos pela criação um sistema nacional de saúde.

No entanto, até a promulgação da Lei 9.656/98, que definiu as regras para o funcionamento do setor de saúde suplementar, o Estado brasileiro não dispunha dos instrumentos necessários para a regulação do ramo de planos privados de assistência à saúde, já organizado e funcionando há décadas no país.

A lei, que entrou em vigor em 3 de junho de 1998, instituiu diversas garantias aos usuários, tais como: tornar obrigatório às operadoras o oferecimento do Plano Referência; proibir a rescisão unilateral de contratos e submeter à aprovação do governo os índices de reajuste anuais.

A criação da Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS) - pela Medida Provisória 2.012-2, de 30 de dezembro de 1999, e, posteriormente, pela Lei 9.961/00 - resultou da exigência da sociedade para a necessidade de se regular o setor.

O primeiro grande desafio enfrentado pela ANS foi compor o panorama de um setor que envolvia 30 milhões de usuários, 2.200 operadoras e milhares de profissionais da área da saúde e movimentava 23 bilhões de reais por ano. Todos os esforços foram empenhados para a construção do banco de dados que hoje contempla informações a respeito do mercado de planos de saúde e dos atores que nele estão envolvidos - consumidores, operadoras, prestadores de serviços de saúde e gestores do Sistema Único de Saúde (SUS).

Hoje, a ANS conhece as operadoras/seguradoras e seus administradores, padronizou a contabilidade dessas empresas e sistematizou o recebimento de informações econômico-financeiras.

### **3.2.2 MAIS SAÚDE**

Criada com o intuito de ser a distribuidora exclusiva dos produtos ASM SEGUROS SAÚDE, a MAIS SAÚDE tem como foco de atuação o mercado de planos de saúde e odontológicos coletivos empresariais. Atua com capilaridade nacional, oferecendo produtos e serviços totalmente adaptados a cada segmento, sejam micro e pequenas (PMEs), médias (MIDDLE) ou grandes corporações (CORPORATE). Além disso, atua como plataforma de gestão comercial, credenciando e capacitando corretoras para venda do produto e oferecendo serviços de apoio para a gestão de pós-venda, por meio de equipe especializada e sistemas inovadores.

Os produtos são comercializados para Estipulantes, que é a pessoa jurídica com poderes de representação dos segurados (beneficiários) perante a seguradora. O estipulante fica investido dos poderes de representação dos segurados perante a seguradora, devendo-lhe encaminhar todas as comunicações e avisos pertinentes à apólice. Além disso, cabe a ele propor à seguradora a inclusão e exclusão de segurados, sendo o responsável pelo cumprimento das obrigações previstas nas Condições Gerais. O Subestipulante é a pessoa jurídica legalmente constituída pertencente ao grupo econômico do estipulante e que, sendo incluída na apólice, ficará subordinada às cláusulas e condições contratadas pelo estipulante.

Não importa o tamanho da empresa, basta ter, no mínimo, quatro beneficiários para contratar um dos seguros, incluindo colaboradores e dependentes. Os produtos não são comercializados para: Partidos políticos, igrejas ou templos religiosos.

### 3.3 Análise de Componentes Principais – ACP

A Análise de Componentes Principais é uma das mais utilizadas técnica da estatística multivariada, que permite sumarizar os dados que contém muitas variáveis na matriz X de n registros por p atributos, que podem estar correlacionadas dispensando o conhecimento prévio de suas distribuições de probabilidade. As variáveis nesse caso precisam ser quantitativas, ou seja, devem corresponder a medições numéricas.

Após a sumarização das variáveis originais, dispomos de um conjunto de variáveis de mesma dimensão conhecido como os componentes principais. Cada componente principal é uma combinação linear de todas as variáveis originais, sendo independentes entre si e estimados com o propósito de obter o máximo de informação.

Em 1901, deu-se início ao trabalho de ACP onde a projeção de um espaço p dimensional em um espaço linear ou bidimensional (1 ou 2 componentes), proposto por Karl Pearson, utilizando da regressão linear para encontrar nas variáveis originais combinações que melhor se ajustem aos dados. Mais tarde, em 1933, Hotelling desenvolveu uma técnica computacional para extração das componentes principais (originando-se aqui tal termo), que foi quando o método ficou popularizado, atribuído a Hotelling a criação da técnica.

A Análise em Componentes Principais tem como objetivo geral realizar um estudo exploratório das informações contidas no conjunto de dados com o objetivo de conhecer as relações existentes entre as variáveis e obter uma descrição estrutural dos indivíduos. Para atingir esse objetivo a ACP transforma as variáveis originais, que constituem um espaço p-dimensional, em novas variáveis ortogonais que constituem um espaço r-dimensional ( $r \leq p$ ). As componentes devem explicar a maior quantidade possível da variabilidade do sistema.

A Análise de Componentes Principais tem como principais aplicações:

- Identificação de estruturas de relação entre variáveis permitindo a classificação das mesmas;

- Redução do número de variáveis;
- Identificação de semelhanças entre indivíduos e grupos de indivíduos.

### 3.4 **Análise por Envoltória de Dados (DEA)**

Há um crescimento considerável da necessidade de se medir e comparar a eficiência de organizações. Constantemente os pesquisadores de diversas áreas se deparam com o problema de não saber fazer isso. Comumente a medida de eficiência utilizada é a razão entre o que é produzido (output) e o que é consumido (input),

A Análise Envoltória de Dados (DEA) – do inglês, Data Envelopment Analysis, é uma técnica utilizada para medir e comparar a eficiência de unidades operacionais ou tomadoras de decisão (Decision Making Units – DMUs), técnica essa que se deu início com a tese de Doutorado de Edward Rhodes, orientado por W.W. Charnes, Cooper.e Rhodes, (1978), com o objetivo de desenvolver um modelo que estimasse a eficiência técnica das escolas públicas nos Estados Unidos da América sem que fosse utilizado pesos para as variáveis.

O modelo DEA irá tratar simultaneamente, através de uma programação fracionária múltiplos insumos e múltiplos resultados, não sendo necessário que exista uma relação específica funcional entre estes, que o diferencia dos demais modelos de eficiência e produtividade, que necessitam de que os recursos e o resultados sejam reduzidos a unidades monetárias.

Segundo BELLONI (2000), a Análise por Envoltória de Dados é um método usado para estimar as eficiências de unidades organizacionais homogêneas, que usam um mesmo conjunto de recursos para produzir um mesmo conjunto de resultados, através de processos tecnológicos similares.

A DEA é um técnica utilizada por profissionais de várias áreas do conhecimento com os enfoques de interesse, e é considerada pelos matemáticos uma metodologia para determinar soluções não dominadas em um problema multicritério, enquanto para os engenheiros industriais DEA é uma técnica para melhoria e aumento de produção. Para os econométricos DEA é uma ferramenta para estimação de uma função de produção empírica.

### 3.4.1 Eficiência Produtiva

A eficiência produtiva está direcionada a capacidade de se evitar desperdício, produzindo tantos resultados quanto os recursos utilizados permitem ou utilizando o mínimo possível de recursos para obter um determinado nível de produção.

A eficiência na produção está diretamente ligada à capacidade que uma organização tem de trabalhar com o mínimo de recursos obtendo o máximo de resultados, sob os aspectos de racionalidade econômica e de produtividade material.

O modelo CCR (Retorno Constantes a Escalas – CRS) é um modelo de avaliação de eficiência proposto por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) dando origem a um complexo de modelos e técnicas de construção de fronteiras de produção e medidas de eficiência relativa, conhecido como Análise por Envoltória de Dados (DEA).

Um segundo modelo DEA, conhecido como BCC (Retorno Variáveis a Escalas– VRS) foi desenvolvido por Banker, Charnes e Cooper em 1984, calcula uma medida de eficiência técnica, isolando o componente da eficiência produtiva total que é devido a afastamentos da escala mais produtiva (eficiência de escala) do componente de eficiência técnica propriamente dita (eficiência técnica). (BELLONI, 2000).

DEA é uma técnica amplamente usada para estimar as eficiências de unidades organizacionais homogêneas, que possuem características semelhantes e que utilizam um mesmo conjunto de recursos para produzir um mesmo conjunto de resultados, através dos mesmos processos. A DEA constrói um espaço de possibilidades de produção considerando os valores observados de recursos utilizados e os resultados alcançados, delimitado por uma fronteira linear por partes definida considerando os melhores desempenhos. As unidades posicionadas sobre a fronteira, são classificadas como eficientes, enquanto as demais unidades que se posicionam abaixo da fronteira são consideradas ineficientes. A ineficiência é mensurada através de uma medida de distância à fronteira, estimando assim a possibilidade de aumento de produção.



### 3.4.2 DEA e a Eficiência Produtiva das Corretoras

Conceituando formalmente a eficiência produtiva mensurada pela técnica DEA, considere uma corretora como um sistema de produção múltipla, que transforma  $N$  itens de recursos, representados por um vetor de quantidades  $x = (x_1, x_2, \dots, x_N) \in \mathbf{R}_+^N$ , em  $M$  itens de resultados cujas quantidades estão representadas em um vetor  $y = (y_1, y_2, \dots, y_M) \in \mathbf{R}_+^M$ , determinando um plano de produção descrito pelo vetor  $(x, y) \in \mathbf{R}_+^{N+M}$ .

Supondo que foram observados  $K$  planos de produção,  $(x^k, y^k)$ ,  $k = 1, 2, \dots, K$  realizados por  $K$  corretoras similares, que foram denotados por DMU's (Decision Making Unity). O  $x_{ki}$  é a quantidade do recurso  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) utilizada e  $y_{kj}$  é a quantidade do resultado  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, M$ ) produzido pela  $DMU^k$ . A corretora sob avaliação foi simbolizada por  $DMU^0$ , representada nos modelos DEA pelo plano de produção  $(x^0, y^0)$ .

A medida de desempenho para cada  $DMU^0$ , construída pela Análise por Envoltória de Dados, tem a seguinte expressão:

$$E_0 = \frac{\sum_{j=1}^M q_j y_{0j}}{\sum_{i=1}^N p_i x_{0i}}$$

onde  $p = (p_1, p_2, \dots, p_N)$  e  $q = (q_1, q_2, \dots, q_M)$  são os vetores de pesos utilizados para a agregação dos recursos e dos resultados da  $DMU^0$ , respectivamente. O valor resultante,  $E_0$ , é uma medida da produtividade da  $DMU^0$ , por configurar-se uma razão entre a produção agregada e o consumo agregado.

A utilização de um conjunto de pesos para cada DMU resulta em uma medida de desempenho específica para cada corretora sob avaliação.

Os pesos para cada  $DMU^0$  serão determinados maximizando o valor da produtividade  $E_0$ , sujeito à restrição de que a produtividade de nenhuma DMU, calculada com os pesos da  $DMU^0$ , possa exceder um valor constante pré-fixado (usualmente tomado igual a 1). O seguinte problema de programação matemática pode ser usado para calcular tais pesos:

$$E_0 = \max \frac{\sum_{j=1}^M q_j y_{0j}}{\sum_{i=1}^N p_i x_{0i}}$$

$$s/a \quad E_k = \frac{\sum_{j=1}^M q_j y_{kj}}{\sum_{i=1}^N p_i x_{ki}} \leq 1 \quad \forall k = 1, 2, \dots, K \quad (1)$$

$$p_i \geq 0, \quad \forall i = 1, 2, \dots, N; \quad q_j \geq 0, \quad \forall j = 1, 2, \dots, M$$

A produtividade máxima observada entre as DMU's será sempre igual a 1, a medida  $E_0$ , produtividade da  $DMU^0$ , pode ser dividida por essa produtividade máxima, constituindo-se, assim, numa medida da eficiência relativa da  $DMU^0$ .

Na solução desse problema de otimização, a eficiência da  $DMU^0$  é maximizada sob a condição que a eficiência de cada uma das unidades não excede o valor 1. Assim, uma  $DMU^K$  será considerada eficiente, sob o ponto de vista da  $DMU^0$ , quando sua medida de eficiência relativa  $E_K$  (calculada com os pesos da  $DMU^0$ ) for igual a 1, e ineficiente quando esta medida for menor que 1.

O modelo definido na equação (1) caracteriza-se por um problema de programação fracional que pode ser reduzido a dois problemas de programação linear, empregando o procedimento de transformação de problemas fracionais de Charnes e Cooper (1962). A transformação é feita alterando a função objetivo em (1) e resulta em dois problemas de programação linear; um que mantém constante o agregado de recursos e busca maximizar o agregado de produção (2); e, outro, que minimiza o agregado de recursos, mantendo constante o agregado de produção (3). Esses problemas estão explicitados na Figura 1.

Os problemas (2) e (3) são chamados problemas dos multiplicadores, por expressarem as taxas de substituição entre recursos e entre resultados (os pesos) que definem a faceta da fronteira de eficiência na qual é projetada a  $DMU^0$ . O conceito de desempenho que está sendo mensurado em cada um deles torna-se mais claro quando se analisam problemas equivalentes a (2) e (3). Os problemas (4) e (5) da Figura 2 correspondem aos problemas duais dos problemas (2) e (3), respectivamente, e são conhecidos como problemas do envelopamento.

DEA orientado para o consumo (problema dos multiplicadores) ( 2 )	DEA orientado para a produção (problema dos multiplicadores) ( 3 )
$\max_{p_i, q_j} \sum_{j=1}^M y_{0j} q_j$ <p>s/a</p> $\sum_{i=1}^N x_{0i} p_i = 1$ $\sum_{i=1}^N x_{ki} p_i - \sum_{j=1}^M y_{kj} q_j \geq 0, \quad \forall k = 1, 2, \dots, K$ $p_i \geq 0, \quad \forall i = 1, 2, \dots, N$ $q_j \geq 0 \quad \forall j = 1, 2, \dots, M$	$\min_{p_i, q_j} \sum_{i=1}^N x_{0i} p_i$ <p>s/a</p> $\sum_{j=1}^M y_{0j} q_j = 1$ $\sum_{i=1}^N x_{ki} p_i - \sum_{j=1}^M y_{kj} q_j \geq 0, \quad \forall k = 1, 2, \dots, K$ $p_i \geq 0, \quad \forall i = 1, 2, \dots, N$ $q_j \geq 0 \quad \forall j = 1, 2, \dots, M$

**Figura 1 – DEA – problemas dos multiplicadores**

DEA orientado para o consumo (problema do envelopamento) ( 4 )	DEA orientado para a produção (problema do envelopamento) ( 5 )
$\min \theta$ <p>s/a</p> $\sum_{k=1}^K z_k y_{kj} \geq y_{0j}, \quad \forall j = 1, 2, \dots, M$ $x_{0i} \theta - \sum_{k=1}^K z_k x_{ki} \geq 0 \quad \forall i = 1, 2, \dots, N$ $\theta \in \mathbb{R}; \quad z_k \geq 0, \quad \forall k = 1, 2, \dots, K$	$\max \lambda$ <p>s/a</p> $y_{0j} \lambda - \sum_{k=1}^K z_k y_{kj} \leq 0, \quad \forall j = 1, 2, \dots, M$ $\sum_{k=1}^K z_k x_{ki} \leq x_{0i}, \quad \forall i = 1, 2, \dots, N$ $\lambda \in \mathbb{R}; \quad z_k \geq 0, \quad \forall k = 1, 2, \dots, K$

**Figura 2 – DEA – problemas do envelopamento**

As regiões de viabilidade dos problemas (4) e (5) caracterizam, respectivamente, o conjunto de necessidades de consumo associado ao vetor de produção da  $DMU^0$  e o conjunto de possibilidades de produção associado ao seu vetor de consumo. Os escalares  $Z_k$  são os coeficientes dos planos de produção  $(x_k, y_k)$  nas combinações lineares que definem a tecnologia de produção.

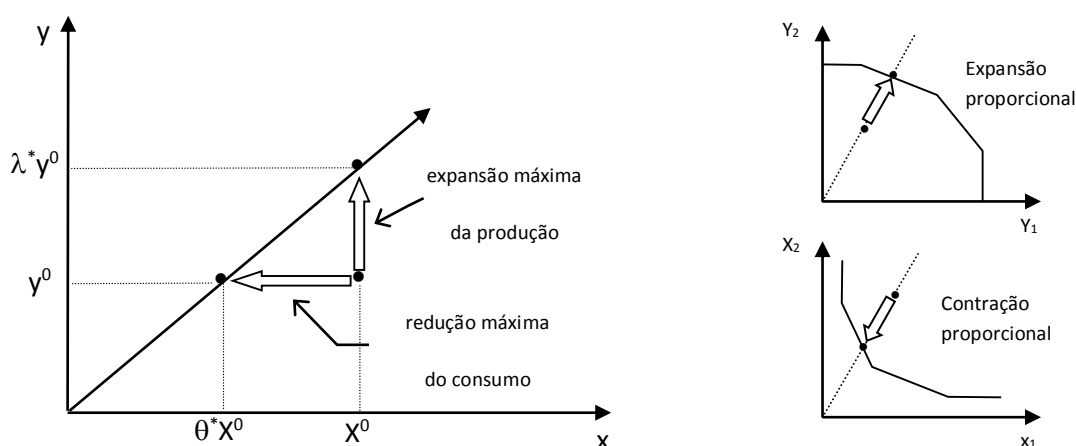
O valor ótimo para  $\theta$  no problema (4), que notaremos  $\theta^*$ , representa a contração equiproporcional máxima possível no vetor de recursos da  $DMU^0$ , mantendo-se constante o vetor de resultados observados. Se nenhuma contração equiproporcional for possível, então  $\theta^*=1$  e a  $DMU^0$  é dita eficiente na isoquanta do conjunto de necessidades de consumo. Se  $\theta^* < 1$ , então a  $DMU^0$  é ineficiente e  $\theta^*$  é a medida de sua ineficiência, já que os recursos utilizados poderiam ser reduzidos equiproporcionalmente de  $x^0$  para  $\theta^* x^0$  sem redução nos resultados produzidos.

De maneira equivalente,  $\lambda^*$ , o valor ótimo do problema (5), é a expansão máxima possível no vetor de resultados da  $DMU^0$ , mantendo-se constante o vetor de recursos utilizados. Se  $\lambda^*=1$ , então nenhuma expansão é possível e a  $DMU^0$  é dita eficiente na isoquanta do conjunto de possibilidades de produção. Se  $\lambda^*>1$ , então a  $DMU^0$  é dita ineficiente e seus resultados podem ser expandidos de  $y^0$  para  $\lambda^*y^0$  sem acréscimo de recursos. O valor  $1/\lambda^*$  define a medida de eficiência fraca da  $DMU^0$  orientada para o aumento da produção de resultados.

As medidas radiais (proporcionais) de eficiência estão ilustradas na Figura 3, que mostra as orientações para a maximização da produção e para a minimização do consumo e as projeções radiais (equiproporcionais) para as fronteiras.

As medidas definidas nos problemas (4) e (5) se caracterizam por uma projeção radial (equiproporcional) sobre a fronteira, mantendo, portanto as proporções entre recursos e entre resultados observados na  $DMU^0$ .

As medidas radiais (equiproporcionais) têm a vantagem de serem independentes de unidades de medidas e, portanto, independentes de relações de preços. Por outro lado, a contração equiproporcional de todos os recursos, ou expansão equiproporcional de todos os resultados, sugere eficiência mesmo quando permanecem excessos no consumo de algum recurso ou folga (falta) na produção de algum resultado.



**Figura 3 - DEA – Medidas radiais de eficiência produtiva**

### 3.4.3 Restrição aos Pesos

Uma das propriedades comuns entre os modelos DEA é que ele permite total liberdade para que o conjunto de pesos seja escolhido por cada DMU, de forma que apareça a melhor combinação possível dando o máximo valor de eficiência em relação as demais, possibilitando a cada DMU um conjunto de pesos (multiplicadores) diferentes. Entretanto, com o conhecimento em relação aos inputs e outputs pode ser observado a inconsistência dos pesos calculados.

Segundo (GOMES et all., 2002, apud ANGULO MEZA, et all, 2005): “A atribuição de pesos como forma de representar a estrutura de preferências do decisor, apesar da suposta simplicidade, pode encontrar alguma relutância por parte dos decisores. Atribuir pesos é uma tarefa para a qual muitos decisores não estão técnica nem psicologicamente preparados.”

A imposição de limites numéricos nos multiplicadores tem a finalidade de não superestimar ou ignorar inputs e outputs na análise. Neste trabalho, adotou-se limites às razões entre os multiplicadores através das seguintes relações:

$$II_{ij} \leq \frac{p_i}{p_j} \leq SI_{ij}$$
$$IO_{ij} \leq \frac{q_i}{q_j} \leq SO_{ij}$$

, onde  $p_{ij}$  são os pesos dos inputs (recursos),  $q_{ij}$  os pesos dos outputs (produtos) e  $II_{ij}$ ,  $SI_{ij}$ ,  $IO_{ij}$ ,  $SO_{ij}$  são os limites inferiores e superiores para as razões entre *inputs* e entre *outputs*, respectivamente.

### 3.4.4 Eficiência Técnica – Modelo CCR

É sempre possível trabalhar com a medida de eficiência radial e os possíveis excessos no consumo de recursos e folgas na produção, separadamente. Charnes, Cooper e Rhodes (1978) propuseram um modelo de avaliação da eficiência que modela tecnologias com retornos constantes à escala. Ou seja, a DMU com maior produtividade será a base para a construção da fronteira de eficiência. Os problemas de programação linear associados ao modelo CCR estão nas figuras 4 (orientado para o consumo de recursos) e 5 (orientado para a produção de resultados).

Modelo CCR orientado para o consumo retornos constantes à escala - descarte forte de recursos e resultados	
$\max_{p_i, q_j} \sum_{j=1}^M y_{0j} q_j$ <p>s/a</p> $\sum_{i=1}^N x_{0i} p_i = 1$ $\sum_{i=1}^N x_{ki} p_i - \sum_{j=1}^M y_{kj} q_j \geq 0, \quad \forall k = 1, 2, \dots, K$ $p_i \geq \varepsilon, \quad \forall i = 1, 2, \dots, N$ $q_j \geq \varepsilon \quad \forall j = 1, 2, \dots, M$ $\varepsilon > 0$ <p>(problema dos multiplicadores)</p>	$\min \quad \theta - \varepsilon (\sum_{j=1}^M s_j^+ + \sum_{i=1}^N s_i^-)$ <p>s/a</p> $\sum_{k=1}^K z_k y_{kj} - s_j^+ = y_{0j}, \quad \forall j = 1, 2, \dots, M$ $x_{0i} \theta - \sum_{k=1}^K z_k x_{ki} - s_i^- = 0, \quad \forall i = 1, 2, \dots, N$ $\theta \in R; \quad z_k \geq 0, \quad \forall k = 1, 2, \dots, K$ $s_j^+ \geq 0, \quad \forall j = 1, 2, \dots, M; \quad s_i^- \geq 0, \quad \forall i = 1, 2, \dots, N$ <p>(problema do envelopamento)</p>

**Figura 4 DEA – Modelo CCR orientado para o consumo**

Modelo CCR orientado para a produção retornos constantes à escala - descarte forte de recursos e resultados	
$\min_{p_i, q_j} \sum_{i=1}^N x_{0i} p_i$ <p>s/a</p> $\sum_{j=1}^M y_{0j} q_j = 1$ $\sum_{i=1}^N x_{ki} p_i - \sum_{j=1}^M y_{kj} q_j \geq 0, \quad \forall k = 1, 2, \dots, K$ $p_i \geq \varepsilon, \quad \forall i = 1, 2, \dots, N$ $q_j \geq \varepsilon \quad \forall j = 1, 2, \dots, M$ $\varepsilon > 0$ <p>(problema dos multiplicadores)</p>	$\max \lambda + \varepsilon (\sum_{j=1}^M s_j^+ + \sum_{i=1}^N s_i^-)$ <p>s/a</p> $y_{0j} \lambda - \sum_{k=1}^K z_k y_{kj} + s_j^+ = 0, \quad \forall j = 1, 2, \dots, M$ $\sum_{k=1}^K z_k x_{ki} + s_i^- = x_{0i}, \quad \forall i = 1, 2, \dots, N$ $\lambda \in R; \quad z_k \geq 0, \quad \forall k = 1, 2, \dots, K$ $s_j^+ \geq 0, \quad \forall j = 1, 2, \dots, M; \quad s_i^- \geq 0, \quad \forall i = 1, 2, \dots, N$ <p>(problema do envelopamento)</p>

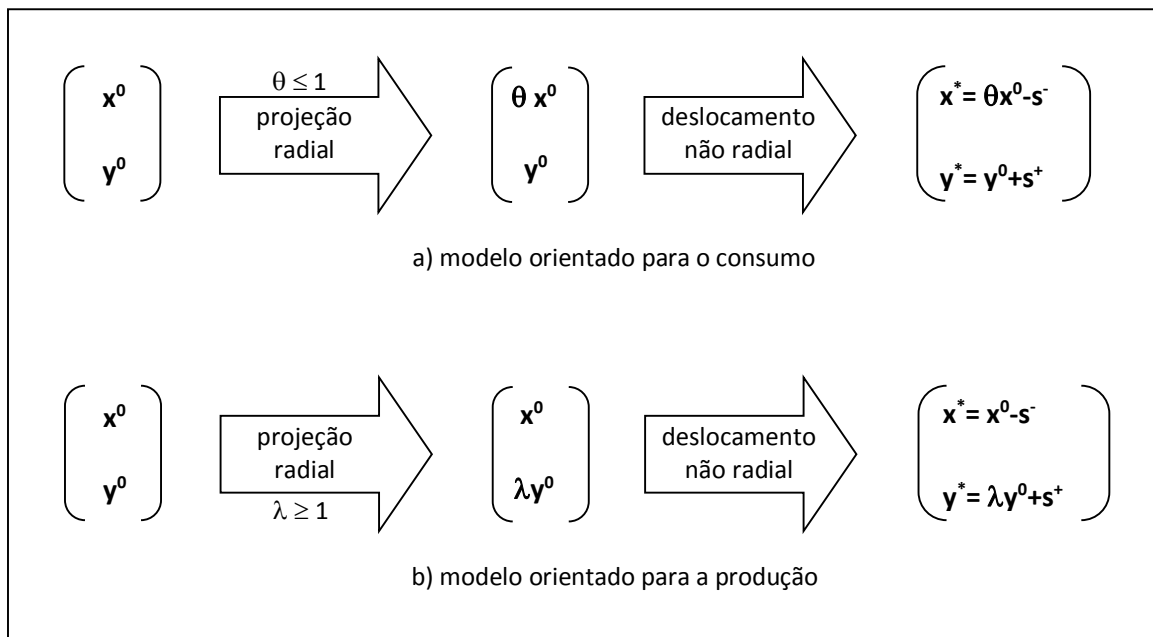
**Figura 5 DEA – Modelo CCR orientado para a produção**

As expressões  $\sum_{k=1}^K z_k y_{kj}$  e  $\sum_{k=1}^K z_k x_{ki}$  nas restrições dos problemas do envelopamento representam combinações lineares dos resultados e dos recursos das K DMU's tomadas como referências e o escalar  $Z_k$  é o coeficiente da DMU<sub>k</sub> nessas combinações. A inexistência de restrições sobre os valores dos  $Z_k$  pressupõe a hipótese de retornos constantes à escala de produção, uma vez que são viáveis quaisquer expansões ou contrações dos planos de produção observados. As desigualdades presentes nas duas primeiras restrições desses problemas caracterizam o livre descarte de recursos e resultados.

Apesar do cálculo em paralelo da expansão proporcional e dos excessos e folgas, o procedimento de otimização proposto pode ser interpretado em duas etapas consecuentes:

- i. um deslocamento radial na direção da fronteira e,
- ii. um movimento não-radial para a fronteira de eficiência.

Assim, a projeção de uma DMU ineficiente sobre a fronteira é feita em duas etapas conforme a figura 6.



**Figura 6 DEA – Etapas da projeção para a fronteira**

### 3.4.5 Eficiência Técnica – Modelo BCC

Um modelo DEA foi desenvolvido por Banker, Charnes e Cooper (1984), conhecido como Modelo BCC, que pressupõe tecnologias que exibam retornos variáveis à escala de produção e descarte forte de recursos e resultados. Esse modelo admite que a produtividade máxima varie em função da escala de produção, ao possibilitar que a tecnologia exiba propriedades de retornos à escala diferentes ao longo de sua fronteira.

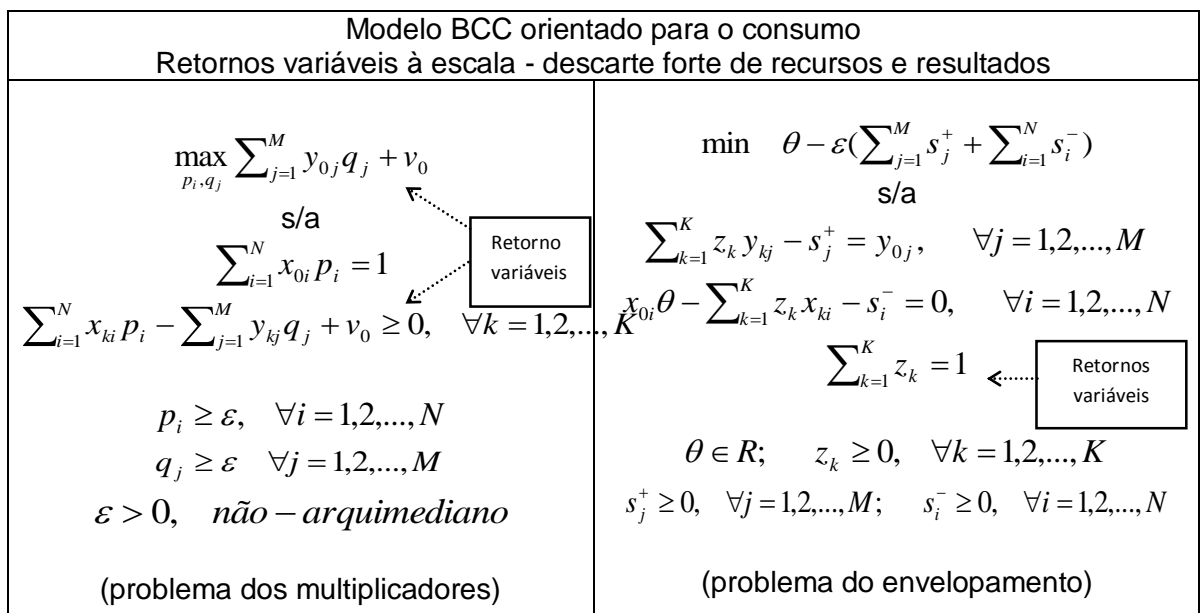
O modelo BCC permite identificar a ineficiência técnica, através da medida de eficiência resultante, isolando da ineficiência produtiva total o componente

associado à escala de produção. Livre das dificuldades provenientes de considerar a escala de produção, o modelo possibilita a utilização de unidades de referência de portes distintos viabilizando assim o uso de todas as empresas como unidades de referência, independentemente do tamanho.

As combinações lineares dos planos de operação ficam restritos à combinações convexas restringidas pelos problemas do envelopamento. Com essa restrição a tecnologia não admite que os planos de operação sejam contraídos até a origem ou expandidos ilimitadamente, caracterizando a hipótese retornos variáveis à escala de produção.

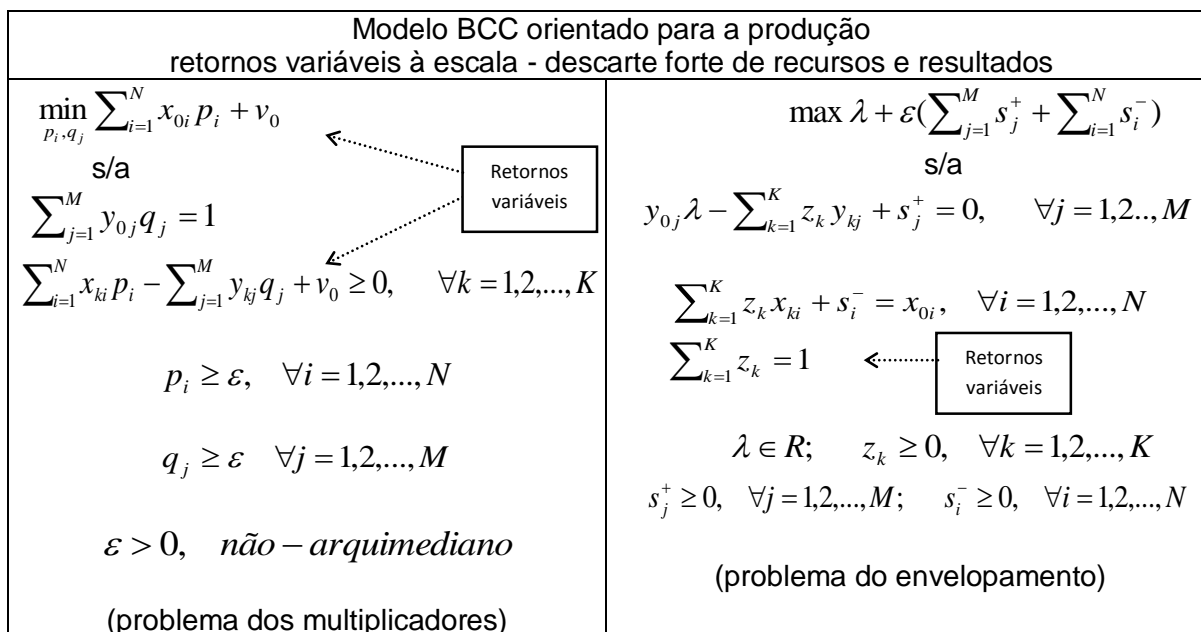
No problema dos multiplicadores o hiperplano que dá suporte ao conjunto tecnologia tem um termo independente, possibilitando que a fronteira possua retornos variáveis (crescente, constante ou decrescente), pois os hiperplanos não precisam passar pela origem.

Os problemas de programação linear associados ao Modelo BCC estão representados na Figura 7 e 8.



**Figura 7 – Modelo BCC orientado para o consumo**





**Figura 8 - Modelo BCC orientado para a produção**

### 3.4.6 DEA e Análise de Dados

Considerando qualquer um dos modelos citados de DEA, cada corretora será avaliada sob a visão que mais lhe convêm (os pesos relativos que maximizam sua produtividade) e só será considerada ineficiente se outra(s) corretora(s) obtiver(em), com a estrutura de pesos escolhida, uma produtividade maior. Desta forma, para cada corretora avaliada, se estabelece uma ordenação de todas elas, segundo as eficiências calculadas com os pesos relativos por ela adotados (resultantes do processo de otimização).

O modelo DEA empregado para cada corretora ineficiente identifica um conjunto de corretoras eficientes que formam um grupo de referência (benchmarks) para a análise do desempenho da corretora em avaliação. Através desse grupo é possível determinar em qual ponto da fronteira será projetado a corretora sob avaliação.

Na primeira etapa, no modelo orientado para o consumo, o vetor de recursos  $x_0$  é contraído radialmente para  $\theta^* x_0$ , mantido o vetor de resultados  $y_0$ , determinando uma meta proporcional para o consumo. Enquanto que no modelo orientado para a produção, na primeira etapa, o vetor de resultados  $y_0$  é expandido radialmente para  $\lambda^* y_0$ , mantido o vetor de recursos  $x_0$ , determinando uma meta proporcional para a produção.

Na segunda etapa, em ambos os modelos, serão tratadas as possíveis folgas na produção e excessos no consumo observados após a expansão ou contração proporcional. A partir de um conjunto de pesos obtido através do problema dos multiplicadores é proposta a eliminação das folgas, tendo assim, uma meta global para cada corretora ineficiente.

### **3.5 Seleção do Modelo**

Faz-se necessário, na análise envoltória de dados, a identificação e classificação das variáveis, que mais influenciam o desempenho de uma DMU, sejam elas recursos ou resultados, para que seja realizada a construção da função de desempenho.

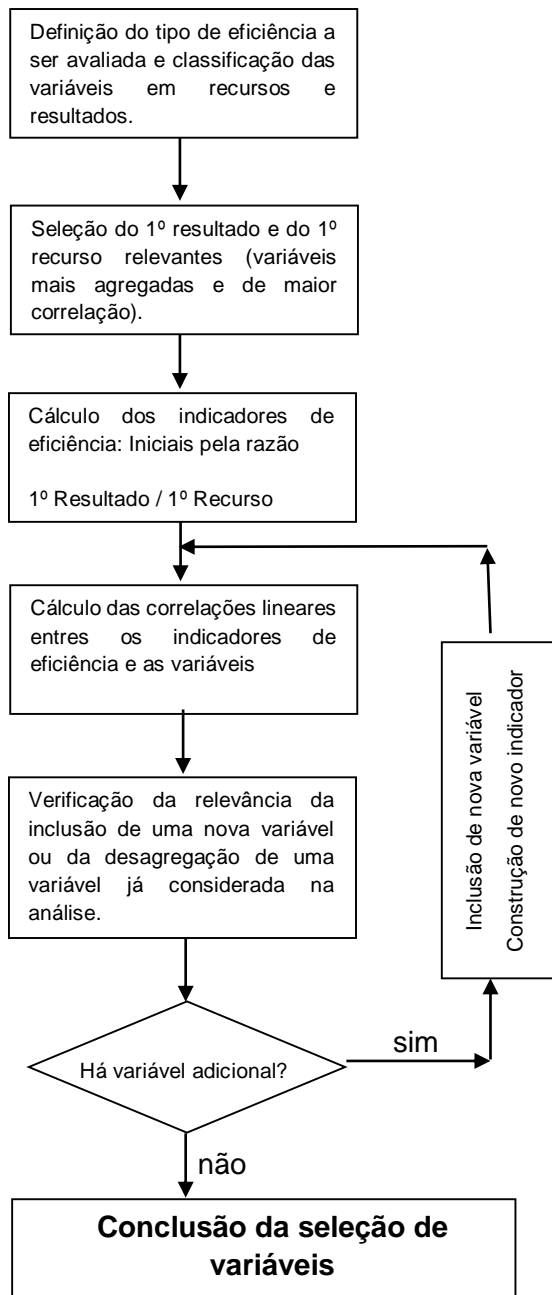
O procedimento de seleção de variáveis proposto por Norman e Stoker (Norman e Stoker, 1991) será utilizado como subsidio para a seleção de tais variáveis e escolha do modelo DEA. O procedimento consiste na identificação das variáveis que mais influenciam o desempenho de uma DMU para a construção de um único indicador de eficiência produtiva, que considera a relação entre esses fatores conjuntamente.

No início do procedimento utiliza-se um único recurso e um único resultado. Nas etapas subseqüentes são observadas as correlações entre as variáveis e o indicador de eficiência da etapa anterior, e através desse resultado será observada atentamente a necessidade de se incluir novas variáveis na função de desempenho, para que nenhuma variável influente esteja ausente de forma que o indicador de eficiência não fique viesado com relação ao fator (insumo ou produto) descrito por essa variável.

A Figura 9 apresenta um fluxograma simplificado desse procedimento:

Fluxograma descritivo do procedimento de Norman e Stoker (extraído da monografia: “Avaliação da Eficiência Produtiva dos Departamentos da UnB: Uma Aplicação de DEA”, Fioravante Mieto Neto e Luis Carlos Batista Santos Monografia de graduação, Departamento de Estatística, UnB, 2002)

**Figura 9 – Fluxograma do processo de Norman e Stoker**



## **4. Materiais e Métodos**

### **4.1 Metodologia**

Foi realizada uma análise exploratória de dados para caracterizar as corretoras cadastrados na MAIS SAÚDE (Corretora de Seguros da ASM) e assim verificar possíveis informações relevantes para uma aplicação posterior de Análise Envoltória de Dados.

Foram utilizadas técnicas de estatística descritiva e análise multivariada de dados (Análise de Componentes Principais) aplicada com o objetivo de conhecer os principais fatores presentes no banco de dados e seus descritores, subsidiando a seleção de variáveis para a aplicação de DEA.

Por fim a Análise Envoltória de Dados (em inglês – Data Envelopment Analysis – DEA) foi aplicada para definir a eficiência das corretoras em questão e identificar estratégias que conduziram as corretoras consideradas ineficientes ao aumento de produtividade.

O modelo DEA BCC com retornos variáveis à escala de produção foi utilizado para a maximização dos resultados mantendo recursos fixos, utilizando como referências corretoras consideradas eficientes pelo modelo.

Para a análise estatística foi utilizado o software Social Package for Social Science (SPSS), enquanto a aplicação de DEA usou o software Sistema Integrado de Apoio à Decisão – SIAD (Ângulo Meza et al, 2005)

As corretoras, por terem características de empresa privada, impedem que se conheça os recursos (humanos e de infraestrutura) que elas utilizam. Desta forma considerou-se, neste trabalho, que as corretoras dispõem dos mesmos recursos para desempenharem suas atividades. A aplicação de DEA, então, reduz-se a estudar as combinações lineares dos produtos considerados, sujeito as restrições impostas aos pesos.

## 4.2 Os Dados

Este trabalho utiliza informações sobre as corretoras que atuam na MAIS SAÚDE, baseado nos dados das corretoras cadastradas até o fim de 2013 e suas respectivas produções no primeiro semestre de 2014. Por ter acesso às informações particulares das corretoras e para preservar o sigilo, os nomes originais das corretoras foram modificados.

Foram coletadas as seguintes variáveis referentes as 75 corretoras que atuam na MAIS SAÚDE:

**Quadro 1: Variáveis selecionadas para estudo do modelo**

Variáveis	Descrição
QTD. CONTRATOS	Quantidade total de contratos
QTD. CONTRATOS PME	Quantidade de contratos do segmento PME
QTD. CONTRATOS MIDDLE	Quantidade de contratos do segmento MIDDLE
QTD. VIDAS PME	Quantidade de Vidas do segmento PME
QTD VIDAS MIDDLE	Quantidade de Vidas do segmento MIDDLE
TOTAL DE VIDAS	Quantidade total de vidas
PREMIO PME	Valor do prêmio do segmento PME
PREMIO MIDDLE	Valor do prêmio do segmento MIDDLE
TOTAL PREMIO	Valor total do prêmio
PREMIO RECEBIDO PME	Valor do prêmio recebido do segmento PME
PREMIO RECEBIDO MIDDLE	Valor do prêmio recebido do segmento MIDDLE
TOTAL PREMIO RECEBIDO	Valor total do prêmio recebido
% DE INADIMPLENCIA	Porcentagem de Inadimplência ( 1 - (Prêmio recebido/ Prêmio total))
ACESSOS AO PORTAL DO CORRETOR	Quantidade referente aos acessos no portal do corretor
% CAMPANHA DA COPA DO MUNDO	Porcentagem referente a participação das corretoras na campanha da copa do mundo

Os planos comercializados para CORPORATE (grandes empresas) utilizam de outros recursos e procedimentos. Dessa forma foram considerados para o estudo somente os segmentos PME's (micro ou pequenas empresas) e MIDDLE's (médias empresas), que utilizam dos mesmos recursos para comercialização.

## 5. Análise dos Dados

### 5.1 Análise Exploratória

A Matriz da MAIS SAUDE está localizada em Brasília, e a maior parte das corretoras cadastradas estão localizadas no DF.

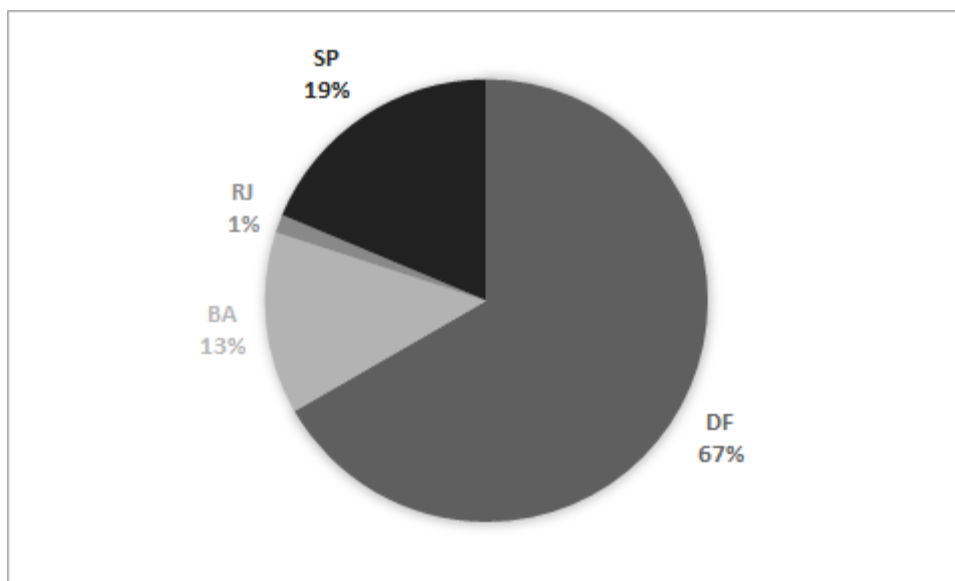


Figura 10 – UF das Corretoras Cadastradas

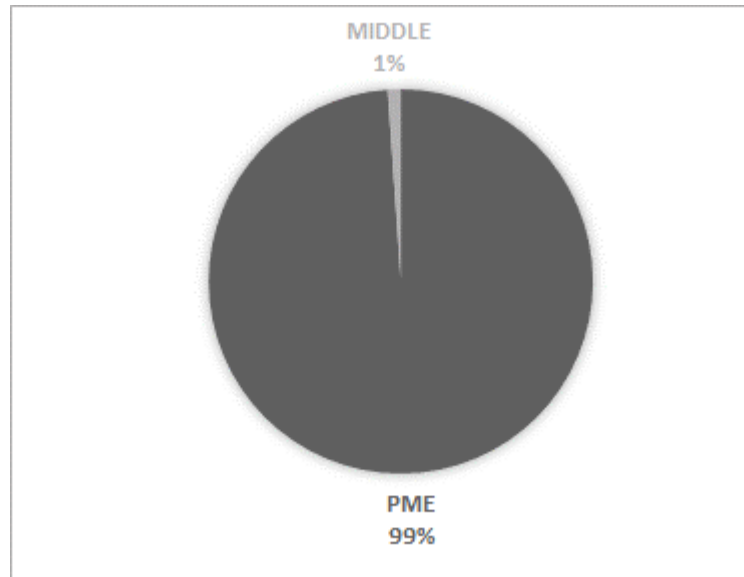
Como podemos observar na figura 10, das 75 corretoras cadastradas até dezembro de 2013 que atuam na mais saúde, 50(67%) são do Distrito Federal, 14(19%) são de São Paulo, 10(13%) são da Bahia e 1(1%) é do Rio de Janeiro.

Tabela 1 - Qtd. De Contratos e Vidas Separadas por Segmentos

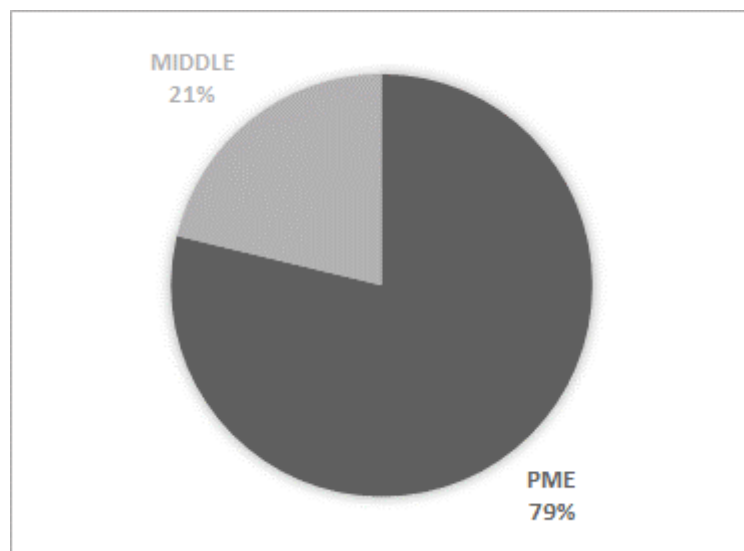
	Segmento		
	PME	MIDDLE	Total
Qtd. de Contratos	362	4	366
Qtd. de Vidas	8.138	2.195	10.333
Valor do Prêmio	R\$ 6.308.905,21	R\$ 1.743.710,30	R\$ 8.052.615,51

Observando a tabela 1, é possível verificar que há uma grande diferença no número de contratos para cada tipo de segmento, havendo uma concentração de contratos entre as Pequenas Empresas (PME), mesmo estes representando um percentual menor quando comparado com o número de vidas ou o prêmio, o que nos

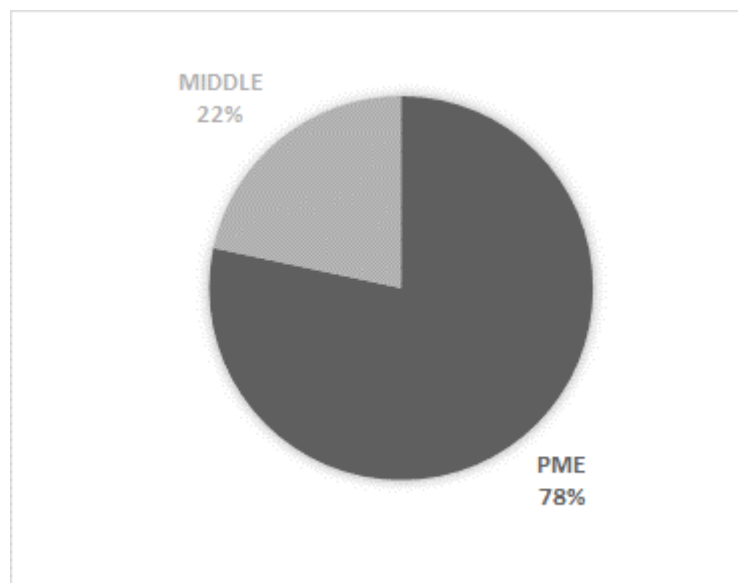
mostra uma facilidade maior de fechar contratos com pequenas empresas, partindo também do princípio que existe uma quantidade maior de pequenas empresas à médias empresas. Essas informações podem ser vistas de forma mais clara nos gráficos apresentados nas figuras 11, 12 e 13.



**Figura 11 – Porcentagem de Contratos por Segmento**



**Figura 12 - Porcentagem de Vidas por Segmento**



**Figura 13 - Porcentagem do Prêmio por Segmento**

Podemos enxergar nos gráficos que, apesar de 99% dos contratos serem do segmento PME, 79% das vidas implantadas referentes a esses respectivos contratos são representadas por este segmento. Além disso, é válido observar que apenas 1% dos contratos são do segmento MIDDLE. Esse número não se torna tão baixo se observado o percentual que ele representa no número de vidas, que é de 21% e no valor do prêmio, que é de 22%.

Essa diferença nos números, encontrada entre os três gráficos é explicada pelo fato de o número de vidas em uma empresa de porte médio, em geral, ser maior que o número de vidas em relação a micro empresas, conseqüentemente o prêmio pago por essas empresas também é maior considerado o volume de vidas seguradas.

Essa primeira análise dos dados indica uma forte diferença entre os segmentos PME e MIDDLE. Além disso, apenas quatro corretoras atendem ao segmento MIDDLE, tendo suas características (porte, produtos e profissionais) muito diferentes das demais.



## 5.2 Variáveis

Para possibilitar a aplicação do modelo DEA, foi realizado um estudo, para a seleção das variáveis que entrarão no modelo e, além disso, para facilitar a aplicação e o entendimento dos resultados do modelo, será estudada a possibilidade de reduzir o máximo possível a quantidade de variáveis.

Foi selecionado previamente para o estudo, um conjunto de 15 variáveis quantitativas, dispostas para cada uma das 75 corretoras no banco de dados. As variáveis utilizadas estão listadas no Quadro 1.

Todas as variáveis apresentadas no Quadro 1, são produtos das corretoras, não havendo nenhum insumo que dimensione o tamanho ou os recursos das mesmas. É necessário que se verifique a possibilidade de redução do número de variáveis para aumentar a eficácia do modelo de avaliação de desempenho das corretoras.

## 5.3 Seleção de Variáveis

Foram realizadas duas análises para selecionar as variáveis que serão utilizadas na definição do modelo. Inicialmente foi feito a análise de correlações lineares simples entre as variáveis e, em seguida uma análise em componentes principais. A partir dos resultados encontrados nessas análises, foi definido o modelo DEA utilizado no estudo.

### 5.3.1 Análise de Correlações

Primeiramente foi feito através do Coeficiente de Correlação Linear de Pearson a investigação das relações existentes entre as 15 variáveis citadas para auxiliar na identificação das variáveis que deveriam ser utilizadas no modelo. Os valores referente as análises de correlações entre cada par de variáveis são apresentados no Quadro I do Anexo 1.

A análise dessas medidas de associação permitiu as seguintes conclusões:

- Existe uma forte correlação positiva (0,9997) entre a Qtd. Total de Contratos e a variável Qtd. de Contratos PME, uma vez que a maioria dos contratos são do

segmento PME. Essa forte associação é consequência dos corretores terem maior facilidade em fecharem contratos com pequenas empresas, o mesmo não ocorrendo para a variável Contratos MIDDLE que apresenta uma fraca correlação positiva (0,1025) em relação a Quantidade Total de Contratos.

- Ao contrário da fraca correlação vista acima entre a Qtd. Total de Contratos e a Qtd. Total de Contratos MIDDLE, o mesmo não acontece quando refere-se a quantidade de vidas. Existe uma forte ou pelo menos moderada correlação positiva (0,7486) entre Qtd. de Vidas MIDDLE e o Total de Vidas, o que reafirma o que foi visto na análise exploratória dos dados, embora a quantidade de contratos sejam menores, a quantidade de vidas é maior, em virtude da serem empresas de médio ou grande porte que possuem um número maior de funcionários.
- A variável Acessos ao Portal do Corretor, e as variáveis de indicadores referentes a Inadimplência e a participação na Campanha possuem correlação negativa fraca com as demais variáveis do banco de dados. Isto parece indicar que essas variáveis apresentam características diferentes daquelas descritivas dos tamanhos das produções.
- Além das variáveis de Indicadores (Inadimplência e Participação na Campanha) e a variável de Acessos ao Portal do Corretor terem uma correlação baixa em relação as demais variáveis, a variável Inadimplência apresenta uma fraca correlação em relação as variáveis de Acessos ao Portal do Corretor e a Participação na Campanha da Copa do Mundo.
- As variáveis relacionadas ao segmento PME, sendo elas a Qtd de Contratos PME, Qtd. de Vidas PME, Prêmio PME e Prêmio Recebido PME tem um padrão forte ou pelo menos moderado de correlação positiva entre elas. Dentre todas essas pode ser dado um destaque à altíssima correlação (0,9988) entre o Prêmio PME, que diz respeito ao valor do prêmio total do segmento PME referente aos 6 meses de análise, e o Prêmio Recebido PME, no qual refere-se a quanto do Prêmio PME foi pago.

Através da análise de correlações lineares simples apresentada acima foi possível o alcance de alguns objetivos destinados a essa análise exploratória de dados. Em particular, destacou a diferença entre PME e MIDDLE, e identificou uma

distinção entre as variáveis inadimplência, acessos ao portal do corretor, participação na campanha da copa do mundo, e as demais variáveis relacionadas ao tamanho das corretoras como prêmio, quantidade de contratos, quantidade de vidas, entre outras.

### 5.3.2 Análise em Componentes Principais

Para a aplicação da técnica DEA é essencial uma escolha precisa e criteriosa das variáveis, que depende principalmente dos objetivos a serem alcançados, uma vez que diferentes grupos de fatores determinam funções de desempenho diferentes. Em complemento a análise de correlações lineares simples, foi utilizada a Análise em Componentes Principais (ACP) com o objetivo de estabelecer tipologias entre as variáveis descritoras e identificar estruturas nas relações entre as variáveis que permitam conhecer os principais fatores determinantes das diferenças entre as corretoras.

A partir das 15 variáveis descritas na seção, foi conduzida uma Análise de Componentes Principais cujos relatórios estatísticos estão apresentados nos Quadros II e III do Anexo 1. Destacaram-se 4 componentes principais que correspondem aos fatores de explicação das diferenças entre as corretoras. Em conjunto, esses 4 fatores explicam 89,9% da variabilidade total existente entre as 15 variáveis.

A primeira componente principal explica 46,1% da variabilidade total e representa informações sobre as variáveis referente aos prêmios, prêmios recebidos, quantidade de contratos e vidas para os dois segmentos fazendo exceção aos acessos ao portal e os dois indicadores (inadimplência e participação na campanha da copa do mundo), reforçando o que era esperado devido aos resultados encontrados nas análises de correlação linear simples que destacaram essas 3 variáveis das demais. Além disso, a primeira componente também separa dessas 3 variáveis a Inadimplência, que não está sendo explicada em praticamente nada por essa componente, sendo até aqui impossível obter informações sobre essa variável.

A segunda componente principal, responsável por explicar 27,87% da variabilidade total continua sem apresentar explicações para os acessos ao portal e os dois indicadores (inadimplência e participação na campanha da copa do mundo) que permanecem com baixíssimo nível de explicação se unidas as duas primeiras componentes principais. Entretanto, essa componente separa as variáveis referente

aos dois segmentos (PME e MIDDLE), tendo associação positiva as variáveis referente ao segmento PME e associação negativa as variáveis referente ao segmento MIDDLE, separando também os totais das demais variáveis, exceto o total da Qtd. de Contratos que também tem associação positiva junto das variáveis do segmento PME.

Na terceira componente principal, que representa 9,42% da variabilidade total estão apresentadas basicamente explicações para duas das 3 variáveis ainda não explicadas nos fatores anteriores, sendo elas acessos ao portal e o indicador de participação na campanha da copa do mundo, e mantendo separado das duas a variável de indicador de inadimplência, caracterizando a diferença entre esses dois conjuntos de variáveis.

A variável de indicador de inadimplência é explicada pela quarta componente principal, responsável por explicar 6,6% da variabilidade total. Além disso, essa variável independe de todas as demais componentes, praticamente não tendo parcela de explicação dessas em seu conteúdo.

Através da análise em componentes principais, foi possível identificar os fatores com maior poder de explicação e de maior significado estatístico das diferenças entre as corretoras, o que permitiu selecionar as variáveis descritoras, para serem usadas em um modelo de avaliação de desempenho das corretoras. Foram identificados 4 grandes fatores com padrões de associação que permitem a utilização de suas variáveis descritoras no modelo DEA, todos os resultados da análise estatística e os fatores serão considerados para a mensuração da eficiência produtiva.

#### **5.4 Modelo DEA**

Sendo todas as variáveis definidas como resultados iniciou-se o procedimento de Normam e Stoker junto a análise de correlações com o objetivo de verificar as variáveis de maior influência no desempenho das corretoras. É necessário que seja definida a função de produtividade que será utilizada no modelo para que seja realizada a aplicação da Análise Envoltória de Dados – DEA, a função de produtividade é composta pelo quociente dos valores advindos das variáveis de produtos com as variáveis de insumos, como pode ser visto abaixo:

$$Produtividade = \frac{PRODUTOS}{INSUMOS}$$

Os valores para produtos quanto para os insumos apresentados nessa função são encontrados através de diversas variáveis que juntas formam essa parte da equação. O modelo utilizado foi de retornos variáveis a escala, orientado para a produção (Modelo BCC), afim de contemplar todas as corretoras envolvidas no estudo, considerando as diferentes dimensões das mesmas.

Como não existem insumos no banco de dados, ou seja, nenhuma variável ou nenhum conjunto de variáveis que mensure os recursos disponíveis para cada corretora, a função de produtividade ficou composta pelo quociente dos valores advindos das variáveis de produtos por um valor de insumo comum a todas as corretoras (adotado o valor 1).

Como visto na análise de correlações e na análise em componentes principais, pela diferença entre os segmentos PME e MIDDLE e pela distinção entre as corretoras que atuam nesses dois segmentos, fez-se necessário separar a análise para cada um deles, além de somente 4 corretoras apresentarem produção para o segmento MIDDLE.

#### 5.4.1 Modelo DEA – Segmento PME

Para o primeiro modelo DEA, selecionou-se como produto inicial o Prêmio Total, que representa valor total dos prêmios referente a cada contrato implantado. Os valores do prêmio foram padronizados de forma que todos os valores ficassem entre 0 e 1.

A primeira função de desempenho obtida é da forma:

$$DEA_1 = \frac{Prêmio\ Total}{1}$$

Este modelo classificou somente uma corretora como eficiente, apresentando valor igual à um para a função de desempenho. Sendo essa corretora a de nome fantasia A50 localizada no Distrito Federal. As demais corretoras foram consideradas ineficientes por apresentarem valores inferior a um na função de desempenho e, conseqüentemente, posicionarem abaixo da fronteira de eficiência.

Foi possível verificar através da análise de correlações lineares entre as variáveis de produto e o modelo DEA1, a existência de variáveis que não estavam sendo contempladas no modelo. As associações obtidas fornecem correlações baixíssimas entre o modelo e as variáveis relacionadas aos acessos ao portal do corretor e os índices de participação na campanha da copa do mundo e Inadimplência, apontando a necessidade de acrescentar uma das variáveis ao modelo. A variável acrescentada ao modelo foi os acessos ao portal do corretor, como um novo produto, pelo fato de no portal do corretor, ele ter acesso a materiais de apoio a venda, como os benefícios e preços de cada plano, conseguem acompanhar a situação das empresas em relação a adimplência, e etc. A variável acessos ao portal do corretor também foi padronizada, ou seja, os valores ficaram entre 0 e 1,

Foram consideradas como produto as variáveis prêmio total e acessos ao portal do corretor, formando assim, o segundo modelo, DEA2:

$$DEA_2 = \frac{\text{Prêmio Total} + \text{Acessos ao Portal do Corretor}}{1}$$

Ao realizar o cálculo da eficiência no modelo DEA2 percebeu-se que ao escolher os pesos para cada DMU, era desconsiderada uma das variáveis de produto, ou seja, era estabelecido peso zero para uma das variáveis, sendo levada em consideração apenas a outra variável, onde a corretora analisada possuía melhor desempenho. Havendo assim a necessidade de restringir os pesos, de forma que o modelo considerasse as duas variáveis no cálculo da eficiência.

Para viabilizar a avaliação, foram realizadas três simulações, sendo a primeira delas:

$$I. \begin{cases} - \text{Prêmio Total} + 1.000 \text{Acessos ao Portal do Corretor} \geq 0 \\ 1.000 \text{Prêmio Total} - \text{Acessos ao Portal do Corretor} \geq 0 \end{cases}$$

Após realizada a primeira restrição, foi percebido que a restrição não alterava os valores das eficiências, dando uma folga muito grande ao modelo, sendo assim foi realizada a segunda restrição, mostrada abaixo:

$$\text{II. } \begin{cases} - \text{Prêmio Total} + 10 \text{Acessos ao Portal do Corretor} \geq 0 \\ 10 \text{Prêmio Total} - \text{Acessos ao Portal do Corretor} \geq 0 \end{cases}$$

A segunda restrição foi excessiva, não permitindo uma troca de escolhas entre os produtos, levando que a variável prêmio total dominasse a avaliação, resultando, assim, uma única corretora eficiente, a que possuía o maior número em prêmio.

Foi feita então uma restrição intermediária entre as duas primeira, sendo ela:

$$\text{III. } \begin{cases} - \text{Prêmio Total} + 100 \text{Acessos ao Portal do Corretor} \geq 0 \\ 100 \text{Prêmio Total} - \text{Acessos ao Portal do Corretor} \geq 0 \end{cases}$$

Optou-se pela terceira restrição, por ser a que melhor apresentava um equilíbrio entre os pesos, nas combinação das duas variáveis, de forma que não restringia ou folgava excessivamente. A decisão relativa a estas restrições deve ser tomada pelos gestores da empresa, de acordo com as necessidades e estratégias da corretora.

Após a adição da variável acessos ao portal do corretor como produto, e a decisão da restrição que seria utilizada no modelo, houve a inclusão de mais uma corretora eficiente, sendo ela a A73. A corretora com maior produtividade parcial, quociente entre acessos ao portal do corretor por um, é a corretora A73, contemplada apenas no segundo modelo quando é adicionada a variável de acessos. As demais corretoras foram considerados ineficientes e apresentam medida de eficiência inferior a um.

A análise de correlações lineares foi novamente feita, assim como no primeiro modelo, entre as variáveis do banco de dados e a variável DEA2, verificou-se que a variável relacionada a adimplência e a variável relacionada a participação dos corretores na campanha da copa do mundo, não estavam sendo explicadas pelo modelo, apresentando correlações baixíssimas. Como muitas corretoras possuem total adimplência, ou seja, não há variabilidade nessa variável e pelo fato de a participação na campanha ser uma meta estabelecida pelos gestores, considerada

ideal, optou-se pela adição da variável de participação na campanha do corretor ao modelo, como um novo produto.

O terceiro modelo DEA agregou a participação na campanha da copa do mundo e as outras duas variáveis classificadas como produto. A terceira função desempenho é da forma:

$$DEA_3 = \frac{\text{Prêmio Total} + \text{Acessos ao Portal do Corretor} + \text{Participação na Campanha}}{1}$$

Sujeita as seguintes restrições dois a dois:

$$\left\{ \begin{array}{l} - \text{Prêmio Total} + 100\text{Acessos ao Portal do Corretor} \geq 0 \\ 100\text{Prêmio Total} - \text{Acessos ao Portal do Corretor} \geq 0 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} - \text{Prêmio Total} + 100\text{Participação na Campanha} \geq 0 \\ 100\text{Prêmio Total} - \text{Participação na Campanha} \geq 0 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} - \text{Participação na Campanha} + 100\text{Acessos ao Portal do Corretor} \geq 0 \\ 100\text{Participação na Campanha} - \text{Acessos ao Portal do Corretor} \geq 0 \end{array} \right.$$

Com a adição da variável de participação na campanha da copa do mundo outras duas corretoras passaram a fazer parte da fronteira de eficiência, sendo elas: A45 e A54.

O Quadro I do Anexo 2 apresenta os valores das funções de desempenho já as correlações entre as variáveis originais e os modelos aqui estudados podem ser visualizados no Quadro III do Anexo 2.

A análise de correlações do modelo *DEA3* nos permitiu concluir que as variáveis já estão bem representadas no modelo, exceto a variável adimplência que não é uma boa variável explicativa para o modelo, como dito anteriormente, qualquer alteração no modelo torna-o pior, e o mesmo será adotado na análise de eficiência das corretoras credenciadas a MAIS SAÚDE.



#### 5.4.2 Modelo DEA – Segmento MIDDLE

Apesar do pequeno número de DMU's, a análise de eficiência para o segmento MIDDLE foi realizada entre as únicas quatro corretoras que atuam comercializando produtos para essas empresas de médio porte, sendo as corretoras: A22, A24, A49 e A56.

O procedimento para a análise de eficiência foi o mesmo utilizado para o segmento PME, sendo a primeira função de desempenho obtida, da forma:

$$DEA_1 = \frac{\text{Prêmio Total}}{1}$$

Este modelo classificou como eficiente, ou seja, apresentou valor igual a um para a função de desempenho, apenas uma corretora, a que possui o maior valor em prêmio, sendo ela a A22. As demais corretoras foram consideradas ineficientes por apresentarem valores inferior a um na função de desempenho e, conseqüentemente, posicionarem abaixo da fronteira de eficiência.

Foi considerada como produto as variáveis prêmio total e acessos ao portal do corretor, formando assim, o segundo modelo, DEA2:

$$DEA_2 = \frac{\text{Prêmio Total} + \text{Acessos ao Portal do Corretor}}{1}$$

Sujeito as seguintes restrições:

$$\left\{ \begin{array}{l} - \text{Prêmio Total} + 100\text{Acessos ao Portal do Corretor} \geq 0 \\ 100\text{Prêmio Total} - \text{Acessos ao Portal do Corretor} \geq 0 \end{array} \right.$$

Após a adição da variável acessos ao portal do corretor como produto, houve a inclusão de mais uma corretora eficiente, sendo ela a A49. A corretora com maior produtividade parcial, quociente entre acessos ao portal do corretor por um, é a corretora A49, contemplada apenas no segundo modelo quando é adicionada a

variável de acessos. As demais corretoras foram considerados ineficientes por apresentarem eficiência inferior a um.

O terceiro modelo DEA agregou a participação na campanha da copa do mundo e as outras duas variáveis classificadas como produto. A terceira função desempenho é da forma:

$$DEA_3 = \frac{\text{Prêmio Total} + \text{Acessos ao Portal do Corretor} + \text{Participação na Campanha}}{1}$$

Sujeita as seguintes restrições dois a dois:

$$\left\{ \begin{array}{l} - \text{Prêmio Total} + 100\text{Acessos ao Portal do Corretor} \geq 0 \\ 100\text{Prêmio Total} - \text{Acessos ao Portal do Corretor} \geq 0 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} - \text{Prêmio Total} + 100\text{Participação na Campanha} \geq 0 \\ 100\text{Prêmio Total} - \text{Participação na Campanha} \geq 0 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} - \text{Participação na Campanha} + 100\text{Acessos ao Portal do Corretor} \geq 0 \\ 100\text{Participação na Campanha} - \text{Acessos ao Portal do Corretor} \geq 0 \end{array} \right.$$

Com a adição da variável de participação na campanha da copa do mundo não houve a adição de nenhuma outra corretora como eficiente, ficando então como eficiente somente as duas corretoras: A22 e A49. O Quadro II do Anexo 2 apresenta os valores das funções de desempenho, já as correlações entre as variáveis originais e os modelos aqui estudados podem ser visualizados no Quadro IV do Anexo 2.

## 6. Resultados

A descrição e interpretação dos resultados da aplicação da Análise Envoltória de Dados nas corretoras credenciadas a MAIS SAÚDE utilizando a função de desempenho definida na seção 5.4, será feita nesse capítulo.

Como nos dados não existiam insumos, foram considerados três produtos relacionados ao desempenho da corretora (prêmio total, acessos ao portal do corretor e participação na campanha da copa do mundo) na composição da função de desempenho, sendo que foram analisados separadamente os segmentos PME e MIDDLE. No objetivo de maximizar a produção, e pelo fato de as corretoras serem de portes diferentes, a aplicação do DEA foi realizada com o modelo de retornos variáveis a escala de produção.

O modelo DEA assume valores entre 0 e 1, sendo a corretora considerada eficiente quando atinge o valor 1, não sendo possível melhorar a sua produtividade. O modelo DEA também é capaz de estimar o potencial de crescimento da produtividade de cada corretora ineficiente. Quanto menor a medida de eficiência, maior é a possibilidade de crescimento da produtividade que uma corretora apresenta, se mantidos os padrões. As corretoras eficientes foram utilizadas no modelo para compor a fronteira de eficiência, de forma a determinar como as corretoras ineficientes devem expandir a produção almejando alcançar a fronteira.

Aplicando o modelo para o segmento PME foram identificadas 4 corretoras eficientes e 67 ineficientes, com medida DEA inferior a 1, que representa a possibilidade de aumento proporcional da produção. Aplicando o mesmo modelo para o segmento MIDDLE foram identificadas 2 corretoras eficientes e 2 corretoras ineficientes.

A possibilidade de crescimento de uma corretora identificada como ineficiente é definida a partir da medida DEA, que é calculada como a razão entre 1 e a medida de eficiência, mostrando quantas vezes poderia ser maior os resultados encontrados dentro dos padrões atuais de cada corretora levando em conta outras corretoras que trabalham no mesmo padrão e produzem melhor.

Entre as corretoras consideradas ineficientes no segmento PME pelo modelo, dezesseis teriam que ter um aumento proporcional da produção de até 100%, cinquenta e um teriam que crescer mais de 100%.

Entre as corretoras consideradas ineficientes no segmento MIDDLE pelo modelo, a corretora A56 teria que aumentar sua produtividade em até 175%, e por último a corretora A24 que apresentou a menor eficiência, teria que ter um aumento proporcional da produção de até 525%.

Como não houve folgas para nenhuma variável, nem no segmento PME nem no MIDDLE, não haverá meta global. Os Quadros V e VI do Anexo 2 apresentam os valores das metas proporcional e global, para os segmentos PME e MIDDLE respectivamente.

### 6.1 Fronteira de Eficiência Técnica

A partir da análise feita para cada uma das corretoras, um total de 4 corretoras que atuam no segmento PME e 2 que atuam no segmento MIDDLE foram classificadas como eficientes, como mostrada no quadro abaixo.

**Quadro 2 - Corretoras Eficientes**

Nº	PME
1	Corretora A45
2	Corretora A50
3	Corretora A54
4	Corretora A73
Nº	MIDDLE
1	Corretora A22
2	Corretora A49

As corretoras eficientes caracterizam a fronteira de eficiência e formam referências em relação as demais com que são confrontadas. Afim de verificar a razão da eficiência de tais corretoras utilizou-se as produtividades parciais (  $\frac{\text{prêmio total}}{1}$ ,  $\frac{\text{acessos ao portal}}{1}$ ,  $\frac{\text{participação na campanha}}{1}$  ) para fazer uma visualização indireta da fronteira.

### 6.1.1 PME

- Corretora A45: A corretora apresentou o segundo melhor indicador de produtividade parcial “prêmio total por 1”, e é uma das duas corretoras que atingiu a meta estipulada para a campanha da copa do mundo, sendo referência para 16 corretoras ineficientes.
- Corretora A50: A corretora A50 é a que possui a maior produtividade parcial, “prêmio total por 1”, além de ser a outra corretora que atingiu a meta estipulada para a campanha da copa do mundo, embora seja a corretora que apresenta o menor índice de produtividade parcial “acessos ao portal por 1”, a corretora é referência para 53 corretoras ineficientes, sendo ela a que é referência para o maior números de corretoras ineficientes.
- Corretora A54: Não apresentando nenhum dos melhores indicadores de produtividade parcial, a corretora A54 possui uma boa combinação entre dois indicadores de produtividade parcial, sendo eles “acessos ao portal por 1” e “participação na campanha por 1”, essa corretora é referência para 18 corretoras ineficientes.
- Corretora A73: A corretora A73 apesar de ser a corretora que apresenta os menores indicadores de produtividade parcial “prêmio total por 1” e “participação na campanha por 1”, é a corretora que apresenta a maior produtividade parcial “acessos ao portal por 1”, sendo ela referência para 30 corretoras ineficientes.

### 6.1.2 MIDDLE

- Corretora A22: A corretora A22 é a que possui o melhor indicador de produtividade parcial “prêmio total por 1”, sendo referência para as duas corretoras ineficientes.
- Corretora A49: A corretora A49 embora tenha o menor indicador de produtividade parcial “prêmio total por 1” apresentou os melhores indicadores de produtividade parcial “participação na campanha por 1” e “acessos ao portal por 1”, além de também ser referência para as duas corretoras ineficientes.

## 6.2 Corretoras Ineficientes e Metas Eficientes

Para aumentar a produtividade das corretoras ineficientes, o modelo DEA propõe metas global e proporcional que definem quais mudanças nas quantidade produzidas devem ser tomadas, constituindo planos de operação alternativos que identificam ações e estratégias para a redução das ineficiências das instituições.

A projeção de cada plano ineficiente sobre a fronteira foi feita em apenas uma etapa, gerando a meta proporcional, que é um vetor de resultados resultante do produto do indicador da ineficiência calculado pelo vetor de resultados realizado pela instituição, e a meta global será a mesma da meta proporcional, porque não existem folgas.

Para demonstrar o procedimento de análise das metas, foi considerado os resultados da corretora A10 referente ao segmento PME. Essa corretora foi classificada como ineficiente com medida de ineficiência igual a 0,76, o que indica que ela produziu no período considerado 76% do que poderia ter produzido caso atuasse com eficiência técnica. A meta proporcional gerada projetou uma expansão proporcional da produção de todos os resultados de 32% (indicador da eficiência TÉCNICA = 1,32), acarretando um acréscimo de 32% em cada indicador.

Temos valores de 0,425624 (valor padronizado) para o prêmio, 0,172794 (valor padronizado) para os acessos ao portal do e 0,76 para participação na campanha da copa do mundo. Ao multiplicar esse valor pelo indicador de eficiência obtemos as metas proporcionais, como mostra o Quadro 3.

**Quadro 3- Meta proporcional para corretora A10 operar com eficiência técnica**

	Valores Observados		Meta Proporcional		Meta Global
Prêmio Total	0,43		0,56		0,56
Acessos ao Portal	0,17	<b>Projeção radial</b>	0,23	<b>Soma as folgas</b>	0,23
Participação na Campanha	0,76		1,00		1,00

A projeção global proposta para corretora A10 é obtida a partir de uma combinação convexa de duas corretoras de referência com os seguintes coeficientes:

Projeção corretora A10 = 0,39266477 x corretora A45 + 0,60733523 x corretora A50.

Este ponto pertence à fronteira da eficiência, a combinação convexa obtida determina no banco de dados uma corretora virtual, meta global sugerida a corretora A10. A análise desta meta global estabelece ações e estratégias que conduzem o aumento da produtividade.

## 7. Conclusão

O uso de Análise Envoltória de Dados neste trabalho propôs uma metodologia de avaliação de eficiência que se mostrou eficaz na identificação das corretoras eficientes e no estabelecimento de metas de crescimento da produtividade das corretoras ineficientes. As projeções das metas identificadas permitem que sejam estabelecidas ações e estratégias de gestão para cada uma das corretoras.

A Análise Envoltória de Dados tem propriedades que permitiram gerar medidas com as características propostas no objetivo e uma interpretação dos seus resultados adequada à gestão das corretoras. O objetivo da pesquisa foi alcançado através da construção de um conjunto de medidas da eficiência produtiva das corretoras baseado em uma combinação de técnicas estatísticas e modelos de Análise por Envoltória de Dados (DEA).

Os resultados da medida de eficiência calculada foram usados na classificação das corretoras como eficiente ou ineficiente, além de estimar o crescimento na produção de resultados de cada corretora ineficiente

Observando os resultados, é visto que existem 6 corretoras eficientes, sendo 4 do segmento PME e 2 do segmento MIDDLE, todas localizadas no Distrito Federal e, 67 corretoras ineficientes no segmento PME e 2 corretoras ineficientes no segmento MIDDLE. O modelo DEA com retornos variáveis a escala e orientado para a maximização da produção se mostrou eficaz na identificação das corretoras eficientes e no estabelecimento de metas de crescimento da produtividade das corretoras ineficientes. Para algumas dessas corretoras, nas que são mais ineficientes, podemos observar nos resultados apresentados no Anexo 2, que o número de acessos ao portal do corretor e participação na campanha, quando não é muito baixo, é 0.

Uma recomendação interessante, é de estudar o porquê desse baixo número, que pode ser dado não apenas pelo fato das corretoras não alcançarem a eficiência máxima. As duas variáveis disponíveis no banco de dados – Acessos ao portal e Participação na campanha – podem ser de grande importância para este estudo, já que elas não salientam o porte da corretora, e uma vez que a corretora mantém acessos constantes ao portal do corretor, onde tem materiais essenciais de



apoio a venda, ela aumentará sua produção de forma a atingir as metas nas campanhas e conseqüentemente aumentar também o prêmio.

## 8. Referências

- [1] ANGULO MEZA, L.; BIONDI NETO, L.; SOARES DE MELLO, J.C.C.B.; GOMES, E.G. **ISYDS - Integrated System for Decision Support (SIAD - Sistema Integrado de Apoio à Decisão): a software package for data envelopment analysis model.** *Pesquisa Operacional*, v. 25, (3), p. 493-503, 2005.
- [2] ANS, 2014 **Histórico de Regulação.** Disponível em <[http://www.ans.gov.br/portal/site/\\_destaque/artigo\\_complementar\\_11375.asp](http://www.ans.gov.br/portal/site/_destaque/artigo_complementar_11375.asp)> Acesso em: 20 Novembro de 2014.
- [3] BANKER, R.D.; CHARNES A.; COOPER, W.W. **Some models for estimation technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis.** *Management Science*, 30(9):1078-1092, 1984.
- [4] BELLONI, J. A. **Uma metodologia de avaliação da eficiência produtiva de universidades federais brasileiras.** Tese de Doutorado – Universidade Federal Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- [5] BELLONI, J. A. **Análise em Componentes Principais.** Curso de Especialização em Estatística Aplicada – Universidade de Brasília, Brasília, 2004.
- [6] CHARNES, A.; COOPER, W. W.; LEVIN, A. Y.; SEIFORD, L. **Data Envelopment Analysis: theory, methodology and applications.** USA: Kluwer Academic Publishers, 1994.
- [7] CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. **Measuring the efficiency of decision making units.** *European Journal of Operational Research*, 2(6),429-444, 1978.
- [8] CHARNES, A.; COOPER, W. W. **Programming with linear fractional functionals** *Naval Res. Logist. Quart.*, 9, 181-185, 1962.
- [9] FERREIRA, C. M. C.; GOMES, A. P. **Introdução à Análise Envoltória de Dados: teoria, modelos e aplicações.** Editora UFV, Viçosa MG, 2009.
- [10] NORMAN, M. STOKER, B. **Data Envelopment Analysis: The Assesment of Performance.** Jhon Wiley & Sons, 1991.

## Anexo 1

### Quadro I – Matriz de correlações para as variáveis no estudo

	QTD. CONTRATOS	QTD. CONTRATOS PME	QTD. CONTRATOS MIDDLE	QTD. VIDAS PME	QTD. VIDAS MIDDLE	TOTAL DE VIDAS	PREMIO PME	PREMIO MIDDLE	TOTAL PREMIO	PREMIO RECEBIDO PME	PREMIO RECEBIDO MIDDLE	TOTAL PREMIO RECEBIDO	% DE INADIMPL ENCIA	ACESSOS AO PORTAL DO CORRETOR	% CAMPANHA DA COPA DO MUNDO
QTD. CONTRATOS	1,000	1,000	,100	,766	,068	,566	,718	,031	,445	,685	,034	,422	-,023	,302	,544
QTD. CONTRATOS PME	1,000	1,000	,074	,770	,047	,553	,721	,014	,432	,689	,017	,410	-,024	,293	,543
QTD. CONTRATOS MIDDLE	,100	,074	1,000	-,062	,805	,572	-,066	,674	,522	-,078	,655	,505	,020	,353	,087
QTD. VIDAS PME	,766	,770	-,062	1,000	-,031	,647	,964	-,030	,538	,959	-,025	,530	-,166	,233	,411
QTD. VIDAS MIDDLE	,068	,047	,805	-,031	1,000	,741	-,034	,970	,786	-,045	,969	,788	-,021	,217	-,003
TOTAL DE VIDAS	,566	,553	,572	,647	,741	1,000	,621	,719	,961	,610	,722	,957	-,127	,322	,273
PREMIO PME	,718	,721	-,066	,964	-,034	,621	1,000	-,033	,556	,999	-,028	,551	-,182	,217	,295
PREMIO MIDDLE	,031	,014	,674	-,030	,970	,719	-,033	1,000	,812	-,041	,999	,814	-,016	,095	-,053
TOTAL PREMIO	,445	,432	,522	,538	,786	,961	,556	,812	1,000	,549	,814	,999	-,120	,205	,128
PREMIO RECEBIDO PME	,685	,689	-,078	,959	-,045	,610	,999	-,041	,549	1,000	-,037	,545	-,194	,211	,275
PREMIO RECEBIDO MIDDLE	,034	,017	,655	-,025	,969	,722	-,028	,999	,814	-,037	1,000	,818	-,022	,100	-,053
TOTAL PREMIO RECEBIDO	,422	,410	,505	,530	,788	,957	,551	,814	,999	,545	,818	1,000	-,130	,205	,114
% DE INADIMPL ENCIA	-,023	-,024	,020	-,166	-,021	-,127	-,182	-,016	-,120	-,194	-,022	-,130	1,000	-,026	-,049
ACESSOS AO PORTAL DO CORRETOR	,302	,293	,353	,233	,217	,322	,217	,095	,205	,211	,100	,205	-,026	1,000	,399
% CAMPANHA DA COPA DO MUNDO	,544	,543	,087	,411	-,003	,273	,295	-,053	,128	,275	-,053	,114	-,049	,399	1,000

**Quadro II - ACP – Autovalores e Variância Explicada**

Componente	Autovalores Iniciais		
	Total	Percentual da Variância	Percentual Acumulado
1	6,912	46,082	46,082
2	4,181	27,876	73,958
3	1,413	9,420	83,378
4	,991	6,605	89,983
5	,682	4,549	94,532
6	,442	2,945	97,477
7	,316	2,108	99,585
8	,050	,331	99,916
9	,012	,082	99,999
10	,000	,001	100,000
11	,000	,000	100,000
12	,000	,000	100,000
13	,000	,000	100,000
14	,000	,000	100,000
15	,000	,000	100,000

**Quadro III – ACP :Matriz de correlações lineares entre as variáveis originais e as Componentes Principais**

	Componente								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
QTD. CONTRATOS	0,67	0,58	0,24	0,15	-0,23	-0,26	-0,14	0,01	0,00
QTD. CONTRATOS PME	0,66	0,59	0,23	0,15	-0,23	-0,25	-0,15	0,01	0,00
QTD. CONTRATOS MIDDLE	0,52	-0,57	0,37	-0,09	0,10	-0,32	0,38	0,02	0,03
QTD. VIDAS PME	0,70	0,67	-0,16	0,02	0,08	0,07	0,09	-0,15	0,03
QTD VIDAS MIDDLE	0,68	-0,73	0,09	-0,01	-0,03	-0,03	0,00	-0,01	-0,07
TOTAL DE VIDAS	0,98	-0,11	-0,04	0,00	0,03	0,03	0,06	-0,11	-0,04
PREMIO PME	0,69	0,65	-0,25	0,01	0,17	0,03	0,09	0,07	-0,01
PREMIO MIDDLE	0,66	-0,73	-0,05	0,04	-0,10	0,07	-0,10	0,01	0,05
TOTAL PREMIO	0,95	-0,23	-0,19	0,04	0,02	0,08	-0,03	0,05	0,03
PREMIO RECEBIDO PME	0,67	0,64	-0,28	0,00	0,20	0,05	0,10	0,07	-0,01
PREMIO RECEBIDO MIDDLE	0,66	-0,73	-0,06	0,04	-0,10	0,08	-0,12	0,00	0,01
TOTAL PREMIO RECEBIDO	0,94	-0,24	-0,21	0,03	0,03	0,10	-0,05	0,04	0,00
% DE INADIMPLENCIA	-0,14	-0,09	0,32	0,90	0,22	0,12	0,04	0,00	0,00
ACESSOS AO PORTAL DO CORRETOR	0,36	0,10	0,65	-0,32	0,53	0,04	-0,22	0,00	0,01
% CAMPANHA DA COPA DO MUNDO	0,34	0,40	0,62	-0,15	-0,37	0,40	0,16	0,03	0,00

## Anexo 2

**Quadro I - Funções de produtividade parciais segmento PME**

Corretora	Prêmio Total/1	Acessos ao Portal/1	Participação na campanha/1
A1	0,0048967	0,0000000	0,0000000
A2	0,3220226	0,3345588	0,0000000
A3	0,3245284	0,3290441	1,0000000
A4	0,0357236	0,1158088	0,0000000
A5	0,1928992	0,0496324	0,6000000
A6	0,3595032	0,1415441	0,0000000
A7	0,1968830	0,0000000	0,0000000
A8	0,1587895	0,1029412	0,2300000
A9	0,0101392	0,0128676	0,0600000
A10	0,4256235	0,1727941	0,7600000
A11	0,1912852	0,2352941	0,5100000
A12	0,1014869	0,0202206	0,2000000
A13	0,0035162	0,0055147	0,0500000
A14	0,0060530	0,5919118	0,1800000
A15	0,0546615	0,0588235	0,0000000
A16	0,0097968	0,1488971	0,0000000
A17	0,5719162	0,3143382	0,0800000
A18	0,0220345	0,1066176	0,0000000
A19	0,1571647	0,0882353	0,0000000
A20	0,0219519	0,5202206	0,1400000
A21	0,0427674	0,2444853	0,7500000
A23	0,0203363	0,0091912	0,0000000
A25	0,1321813	0,2187500	0,3000000
A26	0,2839053	0,5165441	0,0500000
A27	0,0065142	0,0220588	0,0000000
A28	0,1423929	0,2794118	0,0000000
A29	0,0083002	0,0000000	0,0000000
A30	0,2198869	0,1507353	0,0600000
A31	0,0152110	0,0000000	0,3400000
A32	0,2253480	0,0000000	0,0000000
A33	0,0642807	0,2408088	0,3500000
A34	0,1210988	0,0036765	0,0000000
A35	0,2008723	0,2095588	0,0000000
A36	0,1940616	0,0000000	0,0000000
A37	0,0145186	0,2040441	0,0000000
A38	0,0234007	0,0441176	1,0000000
A39	0,0063763	0,0275735	0,0400000
A40	0,0502264	0,1194853	0,0500000
A41	0,0028680	0,0441176	0,1400000
A42	0,0201594	0,0496324	0,0000000
A43	0,0099061	0,1121324	0,2300000
A44	0,0426613	0,1580882	0,0500000

A45	0,3145934	0,4264706	1,0000000
A46	0,2730843	0,0000000	0,0000000
A47	0,1582034	0,0000000	0,0000000
A48	0,0307611	0,0294118	0,0000000
A50	1,0000000	0,0992647	1,0000000
A51	0,0182695	0,0735294	0,7500000
A52	0,4809763	0,2426471	0,1200000
A53	0,4088304	0,0000000	0,0000000
A54	0,2795802	0,6452206	0,7000000
A55	0,0181356	0,0000000	0,0000000
A57	0,0490043	0,0018382	0,0000000
A58	0,2025523	0,0073529	0,2200000
A59	0,0023265	0,0459559	0,0400000
A60	0,0074189	0,0000000	0,0000000
A61	0,0030833	0,0000000	0,0700000
A62	0,0030146	0,0000000	0,0000000
A63	0,0029536	0,0588235	0,0600000
A64	0,0069000	0,2444853	0,0000000
A65	0,0484767	0,4411765	0,8500000
A66	0,3503458	0,0422794	0,0400000
A67	0,2963992	0,0772059	0,0700000
A68	0,1456530	0,3033088	0,5600000
A69	0,2234339	0,2077206	0,0000000
A70	0,0015403	0,0000000	0,0400000
A71	0,0018449	0,0312500	0,1800000
A72	0,1107859	0,0147059	0,0000000
A73	0,2778311	1,0000000	0,0000000
A74	0,0632137	0,0000000	0,0600000
A75	0,4408907	0,2150735	0,0000000

**Quadro II - Funções de produtividade parciais segmento MIDDLE**

Corretora	Prêmio Total/1	Acessos ao Portal/1	Participação na campanha/1
A22	1,0000000	0,2238648	0,0600000
A24	0,1496639	0,0443506	0,0000000
A49	0,0303561	1,0000000	1,0000000
A56	0,2431214	0,0000000	0,1400000

**Quadro III - Correlação entre as variáveis originais e as medidas de eficiência segmento PME**

	DEA1_Prêmio	DEA2_Prêmio_Acessos	DEA3_Prêmio_Acessos_Campanha
Qtd. Total de Contratos	,727	,582	,511
Qtd. De Contratos PME	,727	,582	,511
Qtd. De Contratos MIDDLE	0	0	0
Qtd. De Vidas PME	,964	,784	,626
Qtd. De Vidas MIDDLE	0	0	0
Total de Vidas	,964	,784	,626
Prêmio PME	1,000	,795	,577
Prêmio MIDDLE	0	0	0
Total do Prêmio	1,000	,795	,577
Prêmio Recebido PME	,999	,797	,575
Prêmio Recebido MIDDLE	0	0	0
Total Prêmio Recebido	,999	,797	,575
Adimplencia	,180	,125	,132
Acessos ao Portal do Corretor	,242	,775	,708
% Campanha da Copa do Mundo	,287	,353	,768
DEA1_Prêmio	1	,795	,577
DEA2_Prêmio_Acessos	,795	1	,813
DEA3_Prêmio_Acessos_Campanha	,577	,813	1

**Quadro IV - Correlação entre as variáveis originais e as medidas de eficiência segmento MIDDLE**

	DEA1_Prêmio	DEA2_Prêmio_Acessos	DEA3_Prêmio_Acessos_Campanha
Qtd. Total de Contratos	-,207	,797	,789
Qtd. De Contratos PME	-,207	,797	,789
Qtd. De Contratos MIDDLE	0	0	0
Qtd. De Vidas PME	,127	,951	,939
Qtd. De Vidas MIDDLE	,975	,522	,502
Total de Vidas	,940	,660	,639
Prêmio PME	,122	,949	,936
Prêmio MIDDLE	1,000	,425	,429
Total do Prêmio	,993	,531	,533
Prêmio Recebido PME	,128	,951	,936
Prêmio Recebido MIDDLE	,998	,452	,449
Total Prêmio Recebido	,989	,544	,539
Adimplencia	,346	,307	,197
Acessos ao Portal do Corretor	-,311	,727	,711
% Campanha da Copa do Mundo	-,489	,572	,578
DEA1_Prêmio	1	,425	,429
DEA2_Prêmio_Acessos	,425	1	,993
DEA3_Prêmio_Acessos_Campanha	,429	,993	1

**Quadro V – Medida DEA-BCC, metas proporcional e global para o segmento PME**

Corretora	DEA	Observados			Meta Proporcional			Meta Global		
		Prêmio Total	Acessos ao Portal	Participação na Campanha	Prêmio Total	Acessos ao Portal	Participação na Campanha	Prêmio Total	Acessos ao Portal	Participação na Campanha
A1	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
A2	0,54	0,32	0,33	0,00	0,59	0,61	0,00	0,59	0,61	0,00
A3	1,00	0,32	0,33	1,00	0,33	0,33	1,00	0,33	0,33	1,00
A4	0,12	0,04	0,12	0,00	0,30	0,97	0,00	0,30	0,97	0,00
A5	0,60	0,19	0,05	0,60	0,32	0,08	1,00	0,32	0,08	1,00
A6	0,44	0,36	0,14	0,00	0,83	0,33	0,00	0,83	0,33	0,00
A7	0,19	0,20	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
A8	0,27	0,16	0,10	0,23	0,59	0,39	0,86	0,59	0,39	0,86
A9	0,06	0,01	0,01	0,06	0,17	0,22	1,00	0,17	0,22	1,00
A10	0,76	0,43	0,17	0,76	0,56	0,23	1,00	0,56	0,23	1,00
A11	0,54	0,19	0,24	0,51	0,36	0,44	0,95	0,36	0,44	0,95
A12	0,20	0,10	0,02	0,20	0,51	0,10	1,00	0,51	0,10	1,00
A13	0,05	0,00	0,01	0,05	0,07	0,11	1,00	0,07	0,11	1,00
A14	0,68	0,01	0,59	0,18	0,01	0,87	0,26	0,01	0,87	0,26
A15	0,09	0,05	0,06	0,00	0,58	0,63	0,00	0,58	0,63	0,00
A16	0,15	0,01	0,15	0,00	0,07	1,00	0,00	0,07	1,00	0,00
A17	0,76	0,57	0,31	0,08	0,75	0,41	0,11	0,75	0,41	0,11
A18	0,11	0,02	0,11	0,00	0,21	1,00	0,00	0,21	1,00	0,00
A19	0,21	0,16	0,09	0,00	0,75	0,42	0,00	0,75	0,42	0,00
A20	0,59	0,02	0,52	0,14	0,04	0,88	0,24	0,04	0,88	0,24
A21	0,75	0,04	0,24	0,75	0,06	0,33	1,00	0,06	0,33	1,00
A23	0,03	0,02	0,01	0,00	0,80	0,36	0,00	0,80	0,36	0,00
A25	0,39	0,13	0,22	0,30	0,34	0,57	0,78	0,34	0,57	0,78
A26	0,65	0,28	0,52	0,05	0,44	0,80	0,08	0,44	0,80	0,08
A27	0,02	0,01	0,02	0,00	0,29	0,98	0,00	0,29	0,98	0,00
A28	0,34	0,14	0,28	0,00	0,42	0,82	0,00	0,42	0,82	0,00



A29	0,01	0,01	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
A30	0,31	0,22	0,15	0,06	0,70	0,48	0,19	0,70	0,48	0,19
A31	0,34	0,02	0,00	0,34	0,05	0,00	1,00	0,05	0,00	1,00
A32	0,22	0,23	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
A33	0,43	0,06	0,24	0,35	0,15	0,56	0,82	0,15	0,56	0,82
A34	0,12	0,12	0,00	0,00	1,00	0,03	0,00	1,00	0,03	0,00
A35	0,34	0,20	0,21	0,00	0,59	0,62	0,00	0,59	0,62	0,00
A36	0,19	0,19	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
A37	0,20	0,01	0,20	0,00	0,07	1,00	0,00	0,07	1,00	0,00
A38	0,99	0,02	0,04	1,00	0,02	0,04	1,00	0,02	0,04	1,00
A39	0,05	0,01	0,03	0,04	0,13	0,56	0,82	0,13	0,56	0,82
A40	0,15	0,05	0,12	0,05	0,34	0,80	0,33	0,34	0,80	0,33
A41	0,14	0,00	0,04	0,14	0,02	0,32	1,00	0,02	0,32	1,00
A42	0,06	0,02	0,05	0,00	0,36	0,89	0,00	0,36	0,89	0,00
A43	0,24	0,01	0,11	0,23	0,04	0,46	0,95	0,04	0,46	0,95
A44	0,18	0,04	0,16	0,05	0,23	0,86	0,27	0,23	0,86	0,27
A45	1,00	0,31	0,43	1,00	0,31	0,43	1,00	0,31	0,43	1,00
A46	0,27	0,27	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
A47	0,16	0,16	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
A48	0,05	0,03	0,03	0,00	0,61	0,59	0,00	0,61	0,59	0,00
A50	1,00	1,00	0,10	1,00	1,00	0,10	1,00	1,00	0,10	1,00
A51	0,74	0,02	0,07	0,75	0,02	0,10	1,00	0,02	0,10	1,00
A52	0,62	0,48	0,24	0,12	0,77	0,39	0,19	0,77	0,39	0,19
A53	0,40	0,41	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
A54	1,00	0,28	0,65	0,70	0,28	0,65	0,70	0,28	0,65	0,70
A55	0,02	0,02	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
A57	0,05	0,05	0,00	0,00	1,00	0,04	0,00	1,00	0,04	0,00
A58	0,22	0,20	0,01	0,22	0,92	0,03	1,00	0,92	0,03	1,00
A59	0,07	0,00	0,05	0,04	0,04	0,70	0,61	0,04	0,70	0,61
A60	0,01	0,01	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
A61	0,07	0,00	0,00	0,07	0,04	0,00	1,00	0,04	0,00	1,00
A62	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00

A63	0,09	0,00	0,06	0,06	0,03	0,66	0,67	0,03	0,66	0,67
A64	0,24	0,01	0,24	0,00	0,03	1,00	0,00	0,03	1,00	0,00
A65	0,92	0,05	0,44	0,85	0,05	0,48	0,93	0,05	0,48	0,93
A66	0,35	0,35	0,04	0,04	0,99	0,12	0,11	0,99	0,12	0,11
A67	0,33	0,30	0,08	0,07	0,90	0,23	0,21	0,90	0,23	0,21
A68	0,62	0,15	0,30	0,56	0,24	0,49	0,91	0,24	0,49	0,91
A69	0,36	0,22	0,21	0,00	0,62	0,58	0,00	0,62	0,58	0,00
A70	0,04	0,00	0,00	0,04	0,04	0,00	1,00	0,04	0,00	1,00
A71	0,18	0,00	0,03	0,18	0,01	0,18	1,00	0,01	0,18	1,00
A72	0,11	0,11	0,01	0,00	0,98	0,13	0,00	0,98	0,13	0,00
A73	1,00	0,28	1,00	0,00	0,28	1,00	0,00	0,28	1,00	0,00
A74	0,06	0,06	0,00	0,06	1,00	0,00	0,95	1,00	0,00	0,95
A75	0,56	0,44	0,22	0,00	0,78	0,38	0,00	0,78	0,38	0,00

**Quadro VI – Medida DEA-BCC, metas proporcional e global para o segmento MIDDLE**

Corretora	DEA	Observados			Meta Proporcional			Meta Global		
		Prêmio Total	Acessos ao Portal	Participação na Campanha	Prêmio Total	Acessos ao Portal	Participação na Campanha	Prêmio Total	Acessos ao Portal	Participação na Campanha
A22	1,00	1,00	0,22	0,06	1,00	0,22	0,06	1,00	0,22	0,06
A24	0,16	0,15	0,04	0,00	0,94	0,28	0,00	0,94	0,28	0,00
A49	1,00	0,03	1,00	1,00	0,03	1,00	1,00	0,03	1,00	1,00
A56	0,36	0,24	0,00	0,14	0,67	0,00	0,39	0,67	0,00	0,39

