

Avaliação da Eficiência das companhias de Seguros no Ano de 2002. Uma Abordagem Através da Análise Envoltória de Dados

Antonio Carlos Magalhães da Silva

Cesar Das Neves

Armando C. Gonçalves Neto

Resumo:

Este trabalho possui como objetivo avaliar a eficiência das companhias de seguro no mercado brasileiro ao longo do ano de 2002, através da metodologia da Análise de Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis). A escolha desta ferramenta foi realizada já que ela determina a eficiência relativa de cada unidade (seguradora) em análise, comparando-a com as demais e considerando a relação entre insumos (inputs) e produtos (outputs). A metodologia adotada leva em conta os retornos de escala, através da comparação de cada companhia com as que operam em escala semelhante. A fonte dos dados utilizados foi obtida através do Boletim estatístico da Superintendência de Seguros Privados (SUSEP).

Área temática: *Modelos Matemáticos para Gestão de Custos*

Avaliação da Eficiência das companhias de Seguros no Ano de 2002. Uma Abordagem Através da Análise Envoltória de Dados

Autores: Antônio Carlos Magalhães Da Silva

Cesar Das Neves

Armando C. Gonçalves Neto

RESUMO

Este trabalho possui como objetivo avaliar a eficiência das companhias de seguro no mercado brasileiro ao longo do ano de 2002, através da metodologia da Análise de Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis). A escolha desta ferramenta foi realizada já que ela determina a eficiência relativa de cada unidade (seguradora) em análise, comparando-a com as demais e considerando a relação entre insumos (*inputs*) e produtos (*outputs*).

A metodologia adotada leva em conta os retornos de escala, através da comparação de cada companhia com as que operam em escala semelhante. A fonte dos dados utilizados foi obtida através do Boletim estatístico da Superintendência de Seguros Privados (SUSEP).

Palavras-chave: Companhias de Seguro, Análise de Envoltória de Dados e Análise de desempenho.

1 - Objetivo

Este trabalho tem por objetivo avaliar a eficiência do setor segurador no Brasil, através de um estudo comparativo entre as maiores seguradoras do país no ano de 2002. Para isso, emprega a técnica da Análise Envoltória de Dados, ou também denominada de *Data Envelopment Analysis* (DEA), a qual permite estabelecer um *benchmark* de eficiência e, a partir daí, identificar fatores que contribuem para o baixo desempenho de algumas instituições que atuam neste ramo.

O procedimento adotado por esta metodologia é baseado na comparação da eficiência relativa de unidades de negócios que desempenham as mesmas tarefas tais como bancos, hospitais, seguradoras, etc. É importante relatar que o DEA é também muito utilizado para atividades não lucrativas, identificando aquelas mais eficientes (geralmente um grande problema para setores que não tem o lucro como base de seus negócios) em definir qual unidade é a mais eficiente.

A metodologia parte que as unidades (no nosso caso serão as seguradoras) utilizam os mesmos recursos, denominados *inputs* para gerarem os mesmos produtos, denominados *outputs*, existindo, porém grandes diferenças na forma que os gerentes combinam os *inputs* para fornecerem os *outputs*.

A escolha deste procedimento da área de pesquisa operacional foi escolhido basicamente pelas seguintes razões:

- A análise envoltória de dados é capaz de fornecer um único score agregado que indica o nível de desempenho de cada instituição relativo a um grupo ou uma única instituição considerada benchmark (aquela que faz melhor uso dos recursos);
- O modelo DEA é capaz de identificar qualquer má utilização de recursos ou produtos com baixo rendimento e fornecer alternativas para melhorar os produtos e/ou conservar a mesma quantidade de recursos de modo a transformar uma unidade ineficiente em eficiente;
- O modelo permite trabalhar com múltiplos inputs e outputs em unidades distintas utilizando método de programação matemática para gerar um conjunto de pesos para as entradas/saídas. Deste modo é possível conjugar variáveis de diversas espécies (número de empregados, despesas de vendas, número de agências).

A seguir iremos realizar uma introdução sobre o mercado de seguros e um resumo da técnica de Análise Envoltória de Dados para posteriormente aplicarmos ao caso prático, e ao fim tecermos as nossas conclusões e críticas sobre os resultados encontrados para o nosso caso prático.

2 – O Mercado de Seguros no Brasil

A indústria de seguros sempre teve um papel relevante na economia de qualquer país. Ela se caracteriza como um investidor que possui características de investimentos de longo prazo, e, além disso, é um dos principais agentes na formação da poupança interna de nosso país.

O setor de seguros vem crescendo fortemente no cenário da economia doméstica. A sua participação no PIB alcança o percentual de 3,2% no ano de 2002. É importante relatar que em alguns países desenvolvidos este número já alcança 10% do PIB. Tal percentual demonstra a importância deste segmento na economia brasileira. Na Tabela abaixo descrevemos o comportamento do segmento de seguros ao longo dos últimos sete anos.

Seguros * (Prêmio/PIB)			
ANO	PRÊMIOS R\$ Milhões	Part. PIB (%)	PIB R\$ Milhões
1995	17.442	2,70%	646.192
1996	22.295	2,86%	778.887
1997	25.028	2,87%	870.743
1998	26.178	2,86%	914.188
1999	28.312	2,94%	963.869
2000	32.759	3,01%	1.086.700
2001	37.632	3,18%	1.184.769
2002**	42.514	3,22%	1.321.490

Fonte: Susep, Fenaseg, IBGE

* Inclui Seguros, Previdência Complementar Aberta e Capitalização

** Estimativa

Desta forma o mercado brasileiro de seguros possui um incrível potencial de crescimento, se devidamente comparado com países de economias mais desenvolvidas. Sendo assim, é de suma importância para as entidades que atuam neste ramo terem conhecimento de sua eficiência frente às demais.

3 – A Metodologia da Análise Envoltória de Dados

O conceito de **modelo** é essencial nos estudos que podemos realizar no campo da administração e finanças. O modelo é a visão simplificada da realidade. Ou seja, através de funções matemáticas e distribuições tentaremos explicar o comportamento de determinado sistema.

O DEA é uma técnica não paramétrica que permite lidar com várias saídas (outputs) e entradas (inputs), cujo objetivo é analisar, comparativamente, unidades independentes (instituições, organizações, escolas e outras) no que se refere ao seu desempenho, ou seja, à eficiência de cada unidade.

O método DEA pode ser utilizado em diversos estudos de eficiência, tanto em instituições relacionadas ao setor público, onde é difícil medir a eficiência das unidades, bem como em áreas de grande concorrência (mercado financeiro), já que é necessário saber em quais variáveis as organizações não são plenamente eficientes.

Entre as propriedades que levaram esta técnica a ser adotada como o método de análise deste trabalho, destacamos as seguintes além das anteriormente já descritas neste trabalho:

- Difere dos métodos que necessitam que todos os inputs e outputs sejam transformados em uma única unidade de medida;
- É uma alternativa aos métodos tradicionais de análise de tendência central e custo-benefício;
- Os *outliers* (valores que estão bem afastados da mediana dos dados) não são apenas desvios em relação ao comportamento mediano dos dados, mas pontos que podem ser possíveis *benchmarks* para serem estudados pelas demais unidades (aprender com os melhores daquele segmento);
- Identificação das dimensões da ineficiência relativa de cada uma das unidades comparadas, bem como do índice de eficiência de cada uma;
- É baseado em informações individuais de cada unidade, também chamada de DMU (Decision Making Unit), sendo possível utilizar múltiplos outputs e múltiplos inputs, além da possibilidade das variáveis estarem em unidades completamente diferentes.

A tese de Edward Rhodes (1978) foi um dos marcos na história da Análise Envoltória de Dados. O objetivo deste pesquisador era desenvolver um método para comparar a eficiência de escolas públicas numa determinada região dos Estados Unidos da América.

A meta era avaliar um conjunto de unidades de decisão (DMU's), extraindo um índice de eficiência relativo entre as DMU's analisadas. Foi utilizado um modelo de programação matemática linear, onde se constrói uma fronteira a partir de dados de entrada (inputs) e de saída (outputs) para uma dada tecnologia.

As escolas que se localizassem na fronteira teriam um índice de eficiência de 100%, e serão ineficientes as DMU's fora desta. O grau de ineficiência seria medido pela distância à fronteira.

A definição de fronteira de produção pode ser entendida como um processo no qual recursos e insumos (inputs) são utilizados para gerar produtos ou gerar riquezas (outputs). A fronteira eficiente de produção será aquela onde as unidades avaliadas

conseguem maximizar o uso dos inputs na produção dos outputs, ou produzir a maior quantidade de output com uma menor quantidade de inputs.

O modelo original de DEA foi desenvolvido considerando-se o modelo de multiplicadores com retorno constante de escala, onde, basicamente, a fronteira eficiente é dada por uma reta a partir da origem até a DMU que forma maior raio com o eixo x. Serão eficientes as DMU's na fronteira e demais terão seus índices de ineficiência dados pela distância horizontal entre a DMU e a fronteira.

O modelo de retorno constante de escalas foi batizado como Modelo DEA - CCR (Modelo de Charnes, Cooper e Rhodes). A característica básica é que o DEA - CCR determina para cada DMU a máxima razão entre a soma ponderada dos outputs e a soma ponderada dos inputs, onde os pesos são determinados pelo modelo. A metodologia proposta é baseada no seguinte raciocínio:

Empresas ou organizações de determinado setor formam um determinado segmento da economia. Vários inputs e inúmeros outputs estão envolvidos neste processo. Podemos exemplificar os inputs como a matéria-prima necessária para a produção dos bens finais e representaremos o conjunto dos inputs através de um vetor $x = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_s\}$. Os outputs podem ser considerados como os produtos finais do processo, sendo que utilizaremos o seguinte vetor output $y = \{y_1, y_2, y_3, \dots, y_s\}$ para identificá-los.

É importante citar que os inúmeros inputs apresentam um nível de importância diferente na produção dos outputs. Iremos adotar que a participação relativa desses componentes possa ser representada por uma expressão linear do tipo:

$$y = \{y_1, y_2, \dots\} = \varphi (v_1 x_1 + v_2 x_2 + \dots + v_M x_M)$$

Onde:

v_1, v_2, \dots, v_M São os pesos relativos;

φ = Constante

Podemos, também, representar a nossa medida global de produção através de uma combinação linear dos outputs:

$$y = u_1 y_1 + u_2 y_2 + \dots + u_s y_s$$

Onde u_1, u_2, \dots, u_s são os pesos relativos dos diversos outputs.

Igualando as equações anteriores, obtemos o seguinte resultado:

$$\frac{\sum_{i=1}^s u_i y_i}{\sum_{i=1}^M v_i x_i} = \varphi$$

Desta forma, quanto maior for o valor de φ , maior será a eficiência. Assim, se pudermos estimar os pesos relativos das equações anteriores, poderemos realizar a comparação entre as diversas empresas deste setor através da variável φ (eficiência).

Na formulação do modelo DEA-CCR admite-se que o máximo valor possível φ seja pertencente à unidade mais eficiente, enquanto o mínimo seja zero. Ou seja, não existe a busca por valores absolutos de φ , e sim por valores relativos. Deste modo, a empresa mais eficiente será eleita para servir de comparação, sendo o *benchmarking* do setor. Esta conclusão se deve ao fato que a organização otimizou, da melhor forma entre as empresas do setor, os recursos (inputs) para a produção de seus outputs.

No modelo BCC, das iniciais dos seus autores Banker, Charnes e Cooper (1984), surgiram com o intuito de analisar economias com rendimentos de escalas variáveis. Curiosamente, já na década de 1950, Farrel tinha tentado dar resposta a este problema, tendo se deparado com dificuldades em economias com rendimentos crescentes de escala e espaços de possibilidade de produção não convexos (SANTOS, 1993).

O modelo BCC, também denominado VRS (Variable Return to Scale), considera que um acréscimo no input poderá promover um acréscimo no output, não necessariamente proporcional, bem como até mesmo um decréscimo. Neste ponto, acreditamos que este modelo seja mais robusto às questões práticas existentes no nosso cotidiano.

O modelo BCC é obtido acrescentando uma restrição que garante que o DMU em análise será comparado com uma combinação convexa dos restantes DMU's ao invés de uma combinação linear, como era realizado no modelo CCR. Deste modo, obtemos a seguinte configuração para o modelo com orientação input:

Minimizar θ , sujeito a :

$$-O_{y0} + \sum_{k=1}^n \lambda_k O_{yk} \geq 0, y = 1, 2, \dots, s ;$$

$$\theta I_{y0} - \sum_{k=1}^n \lambda_k I_{xk} \geq 0, \quad x = 1, 2, \dots, r \quad ;$$

$$\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1 \quad ;$$

$$\lambda_k \geq 0, \quad \forall k.$$

Os modelos BCC são estruturalmente similares aos modelos CCR. Além disso, este modelo contém uma restrição adicional de igualdade $\sum \lambda_k = 1$ (restrição de convexidade). Somente combinações convexas do conjunto de unidades são permitidas para gerar a fronteira de produção.

A convexidade reduz o conjunto de possibilidades de produção viável e converte uma tecnologia de retorno de escala constante em uma tecnologia de retorno de escala variável.

A metodologia completa da demonstração dos modelos DEA-CCR e DEA-BCC pode ser encontrada na dissertação de mestrado de SILVA, A.C.M - Análise da eficiência das instituições financeiras brasileiras, segundo a metodologia do Data Envelopment Analysis (DEA), a qual se encontra disponível no site www.acms.kit.net.

É importante relatar que várias técnicas estão surgindo para melhorar a performance dos modelos na análise de eficiência. Entre essas, podemos destacar os trabalhos na área de seleção de variáveis (ESTELLITA, 1999), o método da supereficiência (ANDERSEN et al., 1993), restrições aos pesos das variáveis (ROLL et al., 1991), bem como trabalhos mais recentes de modelos de estrutura com preferência (ZHU, 1996) e até mesmo de Neuro-DEA (BIONDI, 2000).

O uso da técnica DEA tem observado grande expansão a partir da década de 80 e atualmente vem sendo utilizada nas áreas de educação, economia, no acompanhamento de eleições, na indústria e em diversos setores públicos. Recentemente sua utilização vem sendo introduzida também nas áreas de mercado de crédito, marketing e de informações geográfica (SIG).

4 - Aplicação Prática

Uma questão importante na aplicação da metodologia DEA é a determinação da ótica que será utilizada no modelo, ou seja, se o interesse é a minimização dos inputs (insumos) utilizados, mantendo o nível de outputs, ou se desejamos obter o maior nível de outputs (produtos/serviços) sem utilizar mais inputs.

No nosso caso prático, optamos pela determinação dos recursos existentes para a obtenção do maior nível possível de outputs. Desta forma, nossa orientação será a maximização dos outputs (variáveis de resultado).

Adotamos o modelo DEA-BCC para o estudo neste trabalho. Tal escolha foi realizada em virtude deste modelo, na nossa opinião, ser mais robusto e geral, privilegiando a análise dos resultados encontrados. O DEA-BCC considera que um acréscimo no input poderá promover um acréscimo no output, não necessariamente proporcional, bem como até mesmo um decréscimo.

A partir de agora iremos demonstrar os resultados encontrados. Para calcular os níveis de eficiência relativa, é utilizado o software Frontier Analyst Professional, que emprega a técnica da Análise Envoltória de Dados (DEA) de acordo com o modelo BCC.

Na aplicação da metodologia deste trabalho, escolhemos as 11 maiores seguradoras (em termos de patrimônio líquido), de acordo com o descrito junto ao Boletim Estatístico da Susep de 2002 (período de jan/nov de 2002) e foram escolhidas as seguintes variáveis:

<u>INPUT</u>	<u>OUTPUT</u>
▪ Despesas Comerciais	▪ Prêmios
▪ Despesas Administrativas	▪ Índice de Sinistralidade

No tocante a escolha das variáveis presentes no modelo, adotamos o procedimento de identificar as variáveis conforme a sua importância na busca de resultados. É importante citar que já existem técnicas de seleção de variáveis que visam identificar através de procedimentos matemáticos as que mais influenciam determinados resultados. Entre estas técnicas podemos citar a metodologia I-O Stepwise (SILVA, A.C.M., 2000).

A escolha de cada variável acima se deu pelas seguintes razões:

Despesas Comerciais – Este valor é referente ao gastos existentes na área comercial, principalmente no tocante ao esforço para as vendas dos produtos da seguradora (inclui gasto com corretores);

Despesas Administrativas – O montante desta rubrica congrega todos os gastos administrativos das atividades existentes (com exceção das atividades comerciais) necessários para a atividade seguradora;

Prêmios de Seguros – A receita proveniente de todos os seguros vendidos (Prêmio);

Índices de Sinistralidade – A relação percentual entre os sinistros pagos e os prêmios recebidos.

Tendo em vista o caráter estritamente acadêmico deste trabalho, iremos definir as seguradoras como as letras do alfabeto grego. Vale citar que as 11 maiores empresas deste ramo representam 68% de todo o mercado de seguros, de acordo com o seu patrimônio líquido no ano de 2002. A seguir demonstramos através de um quadro resumo os valores das variáveis de entrada e saída (Os valores monetários estão expressos em R\$ mil):

<i>DMU</i>	<i>Codiname</i>	<i>Desp. Comercial</i>	<i>Desp. Adm.</i>	<i>Sinistro</i>	<i>Prêmio</i>	<i>Índice de Sinist.</i>
1	Alfa	176.871	218.235	747.276	1.493.359	50%
2	Beta	228.769	198.252	522.735	1.385.516	38%
3	gama	180.564	170.620	428.150	2.284.717	19%
4	Delta	164.624	162.437	622.995	1.544.391	40%
5	epsilon	240.839	193.536	713.526	1.293.755	55%
6	Zeta	8.614	68.849	248.876	828.807	30%
7	Eta	354.550	286.808	813.757	1.528.859	53%
8	Teta	8.048	35.099	34.064	487.689	7%
9	Lambda	66.334	92.291	277.943	562.169	49%
10	Csi	143.010	141.132	408.204	859.589	47%
11	Omega	101.454	106.975	487.629	773.849	63%

Fonte: SUSEP/FENASEG

Antes de realizar a modelagem com as dadas acima, determinadas unidades (DMU) foram excluídas do nosso modelo, em função dos seguintes fatos:

No tocante as empresas gama e teta, as quais apresentam reduzido índice de sinistralidade e despesas administrativas, vale ressaltar que são unidades exclusivas do ramo de previdência, ou seja, não possuem as mesmas características das demais empresas do segmento que se encontram sob análise;

A empresa Zeta foi retirada em função da reduzida despesa administrativa frente às demais. Tal fato foi devido à falha de rateio das despesas desta seguradora, haja vista que utiliza uma grande instituição financeira para comercializar seus produtos e não repassou parte destes custos para a seguradora.

Deste modo, efetuamos a nossa modelagem do DEA-BCC com as oito unidades que não apresentaram nenhum problema de forma preliminar. As variáveis de nosso problema então foram:

Inputs controlados: Despesas Comerciais e Despesas Administrativas;

Outputs: Prêmios e Índices de Sinistralidade;

Resolução: Maximização dos Outputs

Tipo de Modelo: DEA-BCC (Retorno de Escala Variável)

O resultado do nosso modelo apresentou duas unidades com eficiência máxima (100%), conforme descrevemos abaixo:

Unidade	Eficiência
Lambda	100,00
Delta	100,00
Alfa	90,00
Omega	85,63
Beta	79,88
Csi	79,29
Epsilon	70,31
Eta	56,09

Além de apontar as unidades mais eficientes, também é possível identificar o percentual de ineficiência em cada variável no tocante às seguradoras que não atingiram a eficiência plena em nosso modelo. A seguir demonstramos através de uma tabela o percentual de variação (redução nos inputs e aumento dos outputs) que poderia ser realizado pelas empresas, em função das mais eficientes (benchmarks) em nosso caso.

Unidade	Desp. Comercial	Desp. Adm.	Prêmio	Índice de Sinist.	Eficiência
Alfa	-28%	-10%	0%	0%	90,00%
Omega	-14%	-17%	0%	0%	85,63%
Beta	-20%	-34%	0%	0%	79,88%
Csi	-21%	-33%	0%	0%	79,29%
Epsilon	-30%	-43%	0%	15%	70,31%
Eta	44%	-54%	0%	31%	56,07%

Desta forma, os valores acima seriam necessários para as empresas não eficientes alcançarem a eficiência neste sistema. Todos estes resultados já são visualizados na saída de resposta do sistema do Frontier Analyst Pro.

Conclusão e Críticas

Do resultado apresentado, das 8 (oito) empresas do nosso teste, as 5 primeiras mais eficientes são pertencentes a conglomerados financeiros, o que permite concluir o ganho de escala existente para estas empresas no segmento de seguro, já que utilizam o canal de distribuição das agências para vender seus produtos do ramo de seguro.

Além disso, é importante relatar que no aspecto de despesas administrativas, o mesmo funcionário de um banco pode estar alocado para vender produtos da seguradora a qual está vinculado. Todavia, o seu salário é totalmente contabilizado na instituição financeira, fato este que reduz muito o item de despesas administrativas de certas seguradoras (pontos outliers). Estes fatos podem explicar como determinadas unidades apresentam alguns pontos fora da média.

Em relação ao mercado internacional, o Brasil apresenta um quadro bem diferente, já que no exterior as grandes seguradoras não fazem parte dos grandes bancos e, em muitos países, a venda via rede bancária não é usual (venda casada às vezes é até proibida).

Vale informar que o fato de uma empresa possuir produtividade relativa igual a um somente é válido dentro do conjunto analisado. Desta forma, não é possível avaliarmos se no sistema global aquele número permanecerá.

A entrada ou retirada de uma ou mais unidades no conjunto de observação altera os valores da produtividade relativa para todas as unidades que estão sendo avaliadas. Este indicativo faz com que o DEA constitua um modelo aberto, dinâmico, em sintonia com os estudos de benchmarking existentes no nosso cotidiano.

Deste modo, estamos diante de um processo de extrema valia para a avaliação dos produtos, serviços e práticas em relação aos competidores. O conhecimento da posição relativa de uma certa unidade (DMU), que está sendo avaliada em relação às outras, irá fornecer os elementos e dados necessários para o desenvolvimento dos planos estratégicos das empresas em questão.

Para isso, procura-se descobrir as unidades que adotam as melhores práticas de gestão e de tecnologia, identificando os pontos críticos. Além disso, iremos buscar medidas corretivas para melhorar a eficiência das DMU's ineficientes.

Utilização de variáveis não financeiras, como número de corretores (força de vendas), informações geográficas (áreas com maior influência de cada seguradora) poderiam melhorar a análise da fronteira eficiente. Além disso, a utilização de

tecnologias mais apuradas como redes neurais, lógica nebulosa e algoritmos genéticos poderiam trazer novas informações para a modelagem. Vale citar que os modelos de inteligência artificiais estão sendo cada vez mais usados na área de administração e finanças

Bibliografia

- ANDERSEN, P., PETERSEN, N.C.. **A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis**, Management Science, Vol 39, N° 10, pp. 1261-1264, 1993.
- ÂNGULO, Lidia Meza. **Data Envelopment Analysis (DEA) na Determinação da Eficiência dos Programas de Pós-Graduação do COPPE/UFRJ**, 1998. Dissertação de M.S. em Engenharia de Produção – COPPE/UFRJ, 1998.
- BADIN, N. T. **Avaliação da produtividade de supermercados e seu benchmarking**. Dissertação de M.Sc. em Engenharia de Produção – UFSC, 1997.
- COLBERT, A., LEVARY, R. R., SHANER M. C.. **Determining the relative efficiency of MBA programs using DEA**, European Journal of Operational Research, n. 125, p.656-669, 2000.
- ESTELLITA LINS, M., ÂNGULO, L. M.. **Data Envelopment Analysis**. Notas de Aula. COPPE/UFRJ. Outubro de 1999.
- FRONTIER ANALYST, 1995, [Software], **Banxia Software**. Demo Disponível: <http://www.banxia.com..>
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. <http://www.ibge.gov.br>. [capturado em 12 de junho de 2003].
- SEIFORD, L. M., 1997, **A Bibliography for Data Envelopment Analysis (1978 –1996)**. Annals of Operations Research, v.66, pp. 393-438.
- SILVA, A. C. M.. **Análise da eficiência das instituições financeiras brasileiras, segundo a metodologia do Data Envelopment Analysis (DEA)**. Dissertação de Mestrado em Administração - COPPEAD/UFRJ , 2000.
- SILVA, H. B. F.. **Um Modelo Baseado na Análise de Encapsulamento de Dados (Data Envelopment Analysis – DEA) para Benchmarking**. Tese de Doutorado em Ciências em Engenharia de Produção – UFRJ,1994.

- **SILVA, H. B. F. ; QASSIM, R. Y.. Data Envelopment Analysis: Uma Ferramenta para o Benchmarking.** Revista Brasileira de Pesquisa Operacional, volume 15, número 1,1994.
- **SOTERIOU, Andreas C.. Using Data Envelopment Analysis for costing bank products.** European Journal oh Operational Research, 1999, pp. 234-248.