



Análise de Eficiência do Mercado Bancário Brasileiro Utilizando a Metodologia da Análise Envoltória de Dados

Flávio Paim Freaza

Mestrando em Administração pelas Faculdades Ibmec/RJ
Av. Rio Branco, 108, quinto andar, Rio de Janeiro, RJ
ffreaza@yahoo.com.br

Luis Eduardo Madeiro Guedes

Coordenador do Núcleo de Monitoramento e Avaliação do ISER – Instituto de Estudos da Religião
Ladeira da Glória, 99, Glória, 22211-120
Rio de Janeiro, RJ, tel: 55-21-25553767
leguedes@iser.org.br
guedes1970@uol.com.br

Luiz Flávio Autran Monteiro Gomes

Professor Titular das Faculdades Ibmec/RJ
Av. Rio Branco, 108, quinto andar, Rio de Janeiro, RJ
autran@ibmecrj.br

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo a análise de eficiência dos 50 maiores conglomerados financeiros do mercado bancário de varejo brasileiro, de acordo com seu volume de ativos totais, com uma quantidade mínima de 50 agências localizadas no território nacional, com referência aos balanços patrimoniais publicados no ano de 2004.

Inicialmente, relatamos um breve histórico sobre os acontecimentos no mercado bancário nacional, desde a década passada, enfatizando sua importância na economia brasileira, assim como a estrutura do sistema financeiro brasileiro.

No artigo, é utilizada a metodologia da Análise Envoltória de Dados (DEA) para o estudo de eficiência em conjunto com a técnica de I-O Stepwise para seleção de variáveis.

Com a finalidade de adicionar ao modelo a opinião dos especialistas e com o objetivo de conferir credibilidade aos resultados, além de utilizar uma forma mais simples frente aos problemas com que se pode defrontar ao optar pelo método de restrições aos pesos no modelo DEA, foram introduzidas no estudo a criação e a simulação de unidades produtivas artificiais ou não observadas (DMU's Artificiais).

Na etapa final é realizada uma análise das instituições financeiras, de acordo com os resultados apresentados pelo método não-paramétrico da DEA, utilizando DMU's Artificiais, com o intuito de observarmos as unidades consideradas eficientes e quais as variáveis que as unidades ineficientes precisam atuar para melhorar sua performance.

PALAVRAS CHAVE: Análise Envoltória de Dados, DMU Artificial, Mercado Bancário Brasileiro.

ABSTRACT

This paper presents an analysis of the efficiency of the 50 major financial conglomerates in the Brazilian retail banking system. The analysis takes into account the total volume of assets volume as well as the minimum amount of 50 branches located in the Brazilian territory. Those data are taken from the published 2004 annual report. The paper starts by providing a historical briefing on the events in the national banking system since the last decade. Emphasis is then given to its importance in the Brazilian economy and the structure of the Brazilian financial system. The Data Envelopment Analysis (DEA) methodology is then used for the study of efficiency together with the technique of I-O Stepwise for the selection of variables. Aiming at adding to the model experts' judgments in order to provide credibility to the obtained results, it the creation and simulation of artificial or not observed productive units was therefore introduced in the study. Finally, an analysis of the financial institutions is carried through, in accordance with the results presented from the non-parametric method of DEA, but making use of artificial DMU. This is accomplished having in mind to try to observe the units considered as efficient. Attention is also given to identifying on which variables the inefficient units need to intervene in order to improve its performance.

KEYWORDS: Data Envelopment Analysis — Artificial DMU — Brazilian banking system — Economics and Finance

1. Introdução

O final do século passado foi marcado por uma intensa concorrência em todos os setores da economia mundial. Em setores competitivos, as organizações mais fortes têm maiores probabilidades de sobreviverem. Deste modo, a busca pela eficiência, aliada à rentabilidade do negócio, é uma tarefa constante dos administradores. Segundo Ceretta e Niederauer (2000), as transformações na economia internacional vêm atingindo em grande escala o setor bancário brasileiro.

Para Marques et al. (2004), uma série de eventos e fatores vêm mudando drasticamente as características do ambiente de negócios dos bancos comerciais ao redor do mundo. Globalização, aberturas de mercados, aumentos de investimentos em tecnologia de informação são alguns dos mais importantes fatores que estão criando um novo cenário de forças competitivas nestes mercados e impondo mudanças e preocupações nas organizações bancárias.

Baseado nisso, o trabalho consiste em apresentar, comparativamente, o desempenho dos principais conglomerados financeiros no setor bancário brasileiro, a partir da técnica da análise envoltória de dados, através de indicadores de desempenho gerencial.

A finalidade da metodologia proposta é caracterizar organizações eficientes e ineficientes bem como, identificar as variáveis que podem ser trabalhadas para gerar um melhor resultado para as organizações dadas como ineficientes pelo modelo. Na análise serão destacadas as instituições financeiras consideradas eficientes, que servirão como *benchmarking*, e as não eficientes. Através da aplicação do modelo, será possível identificar quais serão as variáveis ótimas aplicadas nas empresas ineficientes para transformar as mesmas em eficientes. O trabalho analisará o desempenho, comparativamente, dos principais bancos brasileiros, de acordo com o Relatório do Banco Central, referente ao ano de 2004.

2. Mercado Bancário Brasileiro

Segundo Carvalho (2005), o tipo de instituição financeira dominante no Brasil é o *Banco Múltiplo*, um tipo de instituição que atua em vários segmentos do mercado financeiro, notadamente a captação de depósitos, a intermediação de crédito e transações nos mercados de títulos.

A importância crescente dos mercados de dívida pública estimulou o desenvolvimento da capacidade de operação em mercados de títulos. Com isso, naturalmente, a atuação dos bancos comerciais transformou-os em bancos universais, firmemente plantados nos dois principais segmentos do mercado financeiro: de crédito e de papéis.

Para Marques et al. (2004), os bancos têm funções de grande importância no desenvolvimento econômico de um país. Auxiliam indiretamente o Banco Central na oferta de moeda além de dinamizarem a economia. De um lado, oferecem oportunidades a pequenos e médios poupadores, que se interessam em acumular riqueza e financiamentos em diferentes prazos. De outro, auxiliam as pessoas físicas e jurídicas que necessitam de captação de recursos.

A intermediação financeira é a principal função do sistema financeiro nacional, tendo como função adequar o fluxo de poupança e do investimento existente na economia, ajustando os interesses, em função dos prazos, volumes, taxas de remuneração e grau de risco, que nem sempre são semelhantes dos poupadores e tomadores, segundo Silva (2000). No entanto, o banco é uma unidade produtiva que pode e deve ser analisado sob a perspectiva de sistema, a fim de nos revelar seu desempenho ou produtividade no emprego e alocação dos fatores de produção.

De acordo com Ceretta e Niederauer (2000), no Brasil, o sistema bancário é caracterizado por diversas fusões e incorporações, sempre visando maior solidez das instituições financeiras. Além disso, está em pleno desenvolvimento um amplo processo de adaptação e expansão de modernas tecnologias de gestão que propiciam maior satisfação para os clientes. Tal prática ocorrerá tanto interna quanto externamente nas organizações, onde serão enfatizados desde pequenos ajustes operacionais, até a redefinição da estratégia de negócio dos bancos. Essas tecnologias visam tornar a empresa mais competitiva, com ganhos de eficiência e rentabilidade de longo prazo.

A Constituição de 1988 também contribuiu para a fixação de aspectos importantes do sistema existente no Brasil atualmente. No momento, a entrada de novas instituições estrangeiras no

Brasil, está proibida, exceto com autorização do Presidente da República. Entre os anos de 1996 e 1998, vários bancos estrangeiros receberam permissão de se instalar no país, com base neste dispositivo. Mediante a isto, estes bancos aumentaram sua participação nos ativos totais do setor bancário brasileiro de 8,4%, em 1993, para 22,9% em 2004. Porém, a liderança do setor bancário foi mantida por bancos nacionais. Dentre os seis maiores bancos do país, dois são oficiais, três são privados com controle nacional e apenas um é estrangeiro. Dados do <www.bcb.gov.br>.

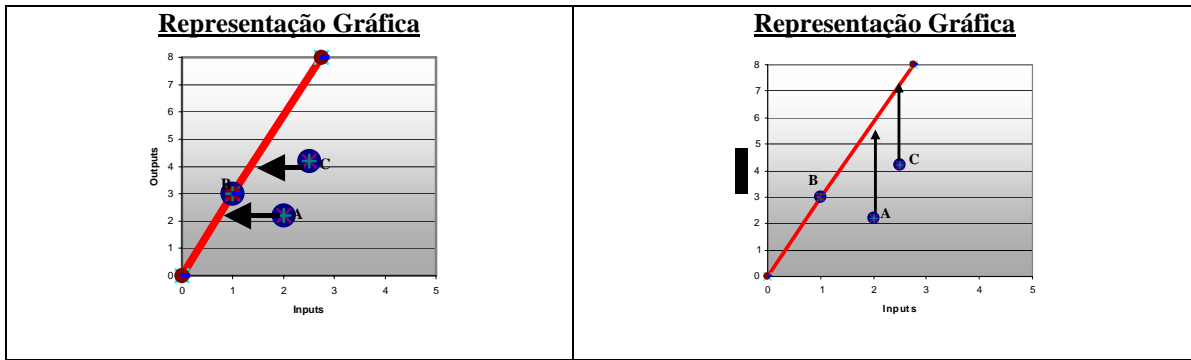
Um outro fator extremamente relevante no mercado financeiro nacional, foi a criação, pelo Banco Central, do PROER, programa de financiamento de reestruturação do setor bancário, com o intuito de facilitar a compra dos bancos problemáticos pelos saudáveis. O programa, apesar das críticas recebidas, foi indubitavelmente eficiente para facilitar a adaptação do sistema bancário à estabilidade de preços.

Para Carvalho (2005), a força acumulada pelos bancos durante o período inflacionário e a pronta ação do Banco Central para evitar a ocorrência de uma crise de maiores proporções, em conjunto com os esforços para a modernização da supervisão financeira através da adesão ao Acordo da Basileia, acabaram por formar um sistema financeiro brasileiro bastante sólido, bem capitalizado e capaz de aproveitar de forma ágil e eficiente as oportunidades oferecidas pelo mercado.

3. Metodologia

O CCR, modelo originário das técnicas de DEA, define a eficiência como a soma ponderada dos *outputs* dividido pela soma ponderada dos *inputs*. Essa definição exige que um conjunto de pesos seja atribuído, o quê, considerando que esse conjunto deve ser aplicado a todas as DMU's, torna-se uma tarefa bastante complicada. Charnes, Cooper e Rhodes (1978) apresentaram uma resolução para este problema, argumentando que cada unidade individual possui um sistema de valores particular e por si só tem legitimidade para definir seu próprio conjunto de pesos, no sentido de maximizar sua eficiência. A única limitação imposta é que todas as unidades tenham eficiência menor ou igual a 1. Abaixo segue a formulação do modelo CCR, para maximização de *outputs* e minimização de *inputs*,

Minimização de inputs - CCR-I	Maximização de Outputs - CCR-O
<p style="text-align: center;">Primal (Multiplicadores)</p> $Max\ Eff_0 = \sum_{j=1}^s u_j y_{j0}$ <p>Sujeito a:</p> $\sum_{i=1}^r v_i x_{ik} = 1$ $\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} \leq 0, \quad K = 1, 2, \dots, n$ $u_j \text{ e } v_i \geq 0 \quad \forall j, i$ <p style="text-align: center;">Dual (Envelope)</p> $Min\ \theta$ <p>Sujeito a:</p> $\theta x_{i0} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \quad i = 1, \dots, r$ $-y_{j0} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0, \quad j = 1, \dots, s$ $\lambda_k \geq 0 \quad \forall k$	<p style="text-align: center;">Primal (Multiplicadores)</p> $Min\ Eff_0 = \sum_{i=1}^r v_i x_{i0}$ <p>Sujeito a:</p> $\sum_{i=1}^r u_j y_{jk} = 1$ $\sum_{i=1}^r v_i x_{ik} - \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} \leq 0, \quad K = 1, 2, \dots, n$ $u_j \text{ e } v_i \geq 0 \quad \forall j, i$ <p style="text-align: center;">Dual (Envelope)</p> $Max\ \theta$ <p>Sujeito a:</p> $\theta y_{j0} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0, \quad i = 1, \dots, s$ $-x_{i0} + \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \quad j = 1, \dots, r$ $\lambda_k \geq 0 \quad \forall k$

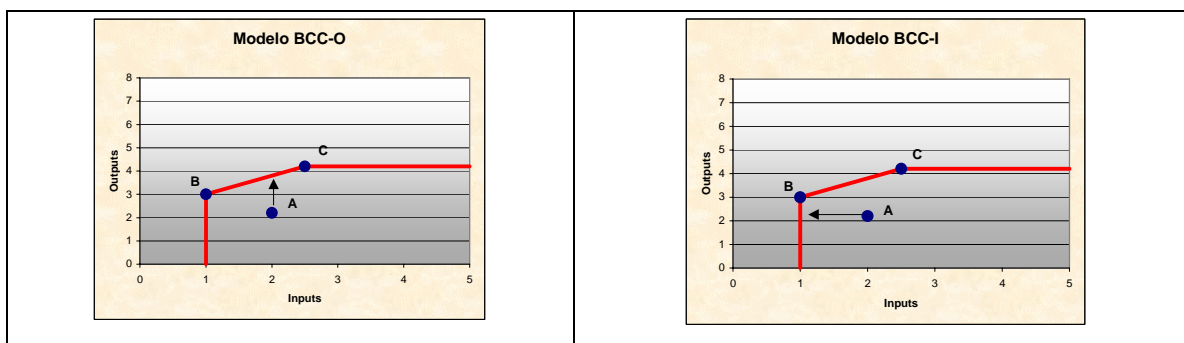


onde: Eff_0 – eficiência da DMU_0 ;
 u_j, v_i – pesos de outputs e inputs respectivamente;
 x_{ik}, y_{jk} – inputs i e outputs j da DMU_K ;
 x_{i0}, y_{j0} – inputs i e outputs j da DMU_K ;

Na formulação dos modelos, pode-se ver que a diferença entre as óticas está na posição da variável h , em relação às restrições. Também é possível observar que a função de produção, representada pela fronteira de eficiência, é sempre crescente, admitindo que a produção de *outputs* sempre pode crescer, desde que haja crescimento dos *inputs*. Por isso, conclui-se que o modelo tem retornos constantes de escala (CRS).

O modelo BCC, desenvolvido por Banker, Charnes, Cooper (1984), surgiu como uma forma resultante da partição da eficiência do modelo CCR em duas componentes: a eficiência técnica e a eficiência de escala. A medida de eficiência técnica, resultante do modelo BCC, identifica a correta utilização dos recursos à escala de operação da DMU. A eficiência de escala é igual ao quociente da eficiência BCC com a eficiência CCR e dá uma medida da distância da DMU em análise até uma DMU fictícia, que opera com o tamanho da escala mais produtivo. Abaixo seguem as formulações do modelo.

Minimização de <i>Inputs</i> - BCC-I	Maximização de <i>Output</i> – BCC-O
$Max\ Eff_0 = \sum_{j=1}^s u_j y_{j0} - u_*$ <p>Sujeito a:</p> $\sum_{i=1}^r v_i x_{ik} = 1$ $\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} - u_* \leq 0, \quad K = 1, 2, \dots, n$ $u_j e v_i \geq 0 \quad \forall j, i$ <p style="text-align: center;">Representação Gráfica</p>	$Min\ Eff_0 = \sum_{i=1}^r v_i x_{i0} - u_*$ <p>Sujeito a:</p> $\sum_{i=1}^r u_j y_{jk} = 1$ $\sum_{i=1}^r v_i x_{ik} - \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - u_* \leq 0, \quad K = 1, 2, \dots, n$ $u_j e v_i \geq 0 \quad \forall j, i$ <p style="text-align: center;">Representação Gráfica</p>



onde: Eff_0 – eficiência da DMU_0 ;

u_j, v_i – pesos de outputs e inputs respectivamente;

x_{ik}, y_{jk} – inputs i e outputs j da DMU_K ;

x_{i0}, y_{j0} – inputs i e outputs j da DMU_K ;

Visualmente, a diferença entre as formulações dos modelos BCC e CCR é a restrição de convexidade. Porém, as representações gráficas demonstram ainda que os modelos apresentam algumas outras diferenças na forma da função de produção, diferenciando os objetivos na busca pela eficiência, dos modelos BCC e CCR. Neste trabalho, utilizaremos o modelo BCC, orientado para minimização de *inputs*, devido à necessidade de se utilizar variáveis *outputs* com valores negativos.

3.1 Limitações e Vantagens da DEA

Segundo Guedes (2002), a DEA, por ser um método de avaliação não paramétrico, tem algumas características diferenciadas em relação a outros métodos. Contrastando com métodos paramétricos, onde o objetivo é otimizar um plano de regressão simples, a DEA otimiza individualmente cada uma das observações, uma em relação às demais, para assim, determinar a fronteira de eficiência. A análise paramétrica tradicional aplica a mesma função de produção a cada uma das observações. Portanto, o foco da DEA está nas n otimizações, em contrapartida às estimações de parâmetros das aproximações estatísticas utilizadas por outros métodos.

Outra vantagem da DEA é a de não requerer nenhuma forma funcional das variáveis envolvidas nas análises. Além disso, também não é necessário fazer nenhuma suposição a respeito da distribuição das variáveis. O fato de se poder trabalhar com múltiplos *outputs* e *inputs* também é uma importante vantagem. Porém, a escolha das variáveis presentes no modelo deve ser feita com bastante cuidado, pois quanto mais variáveis presentes, menor é o poder discriminatório do modelo.

Em contrapartida às vantagens descritas, há uma desvantagem relacionada às técnicas de estimação paramétricas. A priori, as hipóteses não podem ser testadas com o rigor estatístico, bem como o erro relativo à estimação da fronteira, uma vez que os insumos e produtos podem ser variáveis aleatórias.

Porém, baseado em resultados obtidos em trabalhos anteriores, pode-se concluir que o modelo é eficiente naquilo a que se propõe. Observamos que realmente é possível, através de uma análise comparativa, destacarmos níveis de eficiência e, conseqüentemente, tomar decisões de forma mais segura e com mais agilidade.

3.2 DEA na avaliação do setor bancário e finanças.

A utilização de DEA na análise de eficiência do setor bancário é bastante difundida internacionalmente. Berger e Humphrey (1997) fizeram um detalhado levantamento onde foram compilados 130 trabalhos, cobrindo 21 países, que utilizavam as análises de fronteira eficiente. Há também muitos registros de trabalhos recentes como os de Yudistira (2002) que fazem uma análise da eficiência dos bancos islâmicos. Nieto, Cinca e Molinero (2004) investigam o desempenho de instituições de microcrédito. Stavárek (2005) mostra a eficiência de bancos situados em regiões em diferentes estágios de integração com a União Européia. Já Drake, Hall e

Simper (2005) avaliaram a eficiência do setor bancário japonês. Para o mercado bancário brasileiro, contudo, poucos trabalhos foram desenvolvidos.

Ceretta e Niederauder (2000) analisaram 144 instituições bancárias, com base nas suas demonstrações contábeis semestrais. Neste trabalho, as instituições financeiras foram agrupadas em três categorias, segundo o seu porte, medido pelo valor do patrimônio líquido. Esta medida foi tomada para isolar efeitos do porte, tornando os grupos mais homogêneos. O trabalho conclui que as instituições financeiras de maior porte são as mais eficientes.

Outro trabalho que pode ser destacado é o de Silva (2000). Este trabalho teve como objetivo analisar a eficiência das 25 maiores instituições financeiras brasileiras, de acordo com sua posição de ativos na data base de março de 2000. Neste estudo, foi utilizada a metodologia DEA em conjunto com o método de seleção de variáveis *I-O Stepwise*. Do conjunto analisado, 19 instituições foram consideradas eficientes.

O trabalho desenvolvido por Gonçalves (2003) teve extrema importância, não só para a difusão da aplicação da metodologia na avaliação de instituições financeiras, como também para o desenvolvimento da DEA como ferramenta que contempla a opinião de especialistas. Neste trabalho foi proposto um teorema para garantia de equivalência entre um conjunto de restrições aos pesos e a inclusão de uma DMU artificial. Fez-se também uma aplicação com dados reais de um conjunto de fundos de investimentos financeiros brasileiros.

Marques et al. (2004) desenvolveram um estudo que analisa e compara 19 bancos comerciais e múltiplos que atuam no Brasil. Os dois modelos CCR e BCC foram desenvolvidos para os 19 bancos, considerando fatores de custo (*inputs*) e ganhos ou rentabilidades (*outputs*). Os autores também utilizaram neste trabalho uma análise de regressão para relacionar a ineficiência de escala dos bancos de maior porte.

4. Aspectos iniciais da análise: base de dados e descrição das variáveis utilizadas

4.1 Coleta dos dados

Os dados necessários para a realização deste trabalho foram obtidos no site do Banco Central do Brasil, através do relatório “50 Maiores Bancos e o Consolidado do Sistema Financeiro Nacional”.

4.2 Descrição das variáveis

Foram escolhidas inicialmente onze variáveis, baseado em opinião dos especialistas, para analisar a eficiência dos cinquenta maiores bancos do mercado financeiro nacional, sendo seis índices financeiros como variáveis de entrada (*input*) e cinco índices como variáveis de saída (*output*). A escolha das variáveis considerou índices financeiros com a característica de quanto menor melhor, para representar as variáveis de entrada (*input*) e índices financeiros com a característica de quanto maior melhor, para representar as variáveis de saída (*output*).

A análise feita através do uso de índices financeiros ajuda o analista a avaliar a saúde financeira da organização, possibilita a percepção dos pontos fortes e fracos relacionados à estrutura, à liquidez, à lucratividade e à atividade.

Um dos principais instrumentos para se avaliar certos aspectos dos desempenhos passados, presentes e futuros da empresa, conforme exposto por Perez Jr. e Begalli (1999), é a análise de índices econômico-financeiros, calculados basicamente com base nas contas das demonstrações financeiras. A análise financeira através de índices serve de base para nortear o bom desempenho, além de ser considerada, por vários autores, instrumento eminentemente prático.

4.2.1 Variáveis de Input

- Nº Funcionários: representa o número total de pessoas com vínculo empregatício diretamente com as instituições financeiras. Não estão contemplados os trabalhadores indiretos, contratados através de serviços terceirizados. Valores declarados pelas instituições financeiras no site do Banco Central do Brasil <www.bcb.gov.br>.

- Nº Agências: representa todos os pontos de vendas que as instituições financeiras disponibilizam para o atendimento ao público. Neste número, estão incluídos, além das agências, os postos de atendimentos bancários (PAB). Valores declarados pelas instituições financeiras no site do Banco Central do Brasil <www.bcb.gov.br>.

- Alavancagem: indica a relação entre os recursos de terceiros e os capitais próprios. Mede a agressividade da instituição, ao apontar, no seu passivo, a relação entre recursos de terceiros e capital próprio. Medida em pontos, é obtida pela divisão do passivo total (descontado do patrimônio líquido) pelo patrimônio líquido. Quanto maior o índice, maior é o risco envolvido nas operações da instituição.
- Índice de Inadimplência: indica a relação entre a provisão para crédito em liquidação e o valor total de crédito realizado pela instituição. Medido em percentual, expressa os empréstimos mal deferidos pelas instituições, ou seja, de difícil recebimento. Quanto menor, melhor.
- Grau de Imobilização: indica a proporção do capital próprio investido em ativo permanente. É obtido pela divisão do ativo permanente pelo patrimônio líquido. Indica a proporção do capital próprio da instituição aplicado em ativos permanentes. Quanto menor este número, melhor, pois haverá mais recursos disponíveis para o giro da atividade.
- Custo Operacional: indica a eficiência operacional da instituição. Medido em pontos, é obtido pela divisão da soma de despesas de pessoal e administrativas pela soma do resultado bruto da intermediação financeira mais receita de prestação de serviços. É uma medida de eficiência da instituição financeira por comparar gastos operacionais com as principais fontes de recursos gerados na própria operação. Quanto menor, melhor.

4.2.2 Variáveis de Output

- Resultado de Intermediação Financeira: corresponde à diferença entre receitas e despesas de intermediação financeira (receitas de operações de crédito, despesas de captação no mercado, resultados de operações com títulos e valores mobiliários, câmbio, aplicações compulsórias e outros). Valor declarado no demonstrativo de resultados.
- Rentabilidade do PL: a rentabilidade do patrimônio líquido mede o retorno final dos acionistas em relação ao capital próprio da instituição. Quanto maior, melhor. Expressa em percentual, é obtida pelo resultado da divisão do resultado líquido pelo patrimônio líquido, multiplicado por 100.
- Resultado Operacional: resultado bruto da soma da receita de intermediação financeira, da receita de prestação de serviços, do resultado da participação em controladas / coligadas e do saldo de outras receitas, dividido pelas despesas operacionais, deduzidas despesas de pessoal, administrativas e tributárias. Valor declarado no demonstrativo de resultados.
- Lucro Líquido: resultado final do exercício, apurado de acordo com as regras legais, sem considerar os efeitos da inflação, depois de descontado a provisão para o imposto de renda e a contribuição social e ajustados os juros sobre capital próprio, considerados como despesas financeiras. Valor declarado no demonstrativo de resultados, quanto maior, melhor.
- Patrimônio Líquido: indica os recursos próprios da instituição. Valor declarado no balanço patrimonial. Quanto maior, melhor.

4.3 Tratamento dos Dados

Uma dificuldade de aplicação da Análise por Envoltória de Dados em análise de demonstrações contábeis advém da impossibilidade de se utilizar valores negativos pois, alguns dos mais tradicionais indicadores contábeis os assumem. É o caso do resultado, que pode ser lucro (positivo) ou prejuízo (negativo). As medidas de retorno sobre patrimônio líquido e sobre ativo são igualmente derivadas do resultado e podem, portanto, assumir valores negativos, como por exemplo, as medidas dinâmicas de evolução das vendas e os indicadores financeiros como o resultado operacional. Alguns autores propõem formas de superar essa limitação. Se o número de unidades sob avaliação é grande, pode-se avaliar a possibilidade de simples exclusão das unidades que tenham valores negativos em recursos e produtos.

Outra forma de superar o problema da utilização de valores negativos baseia-se na propriedade de alguns modelos DEA, chamada de *translation invariance*. Ali e Seiford (1990); Pastor (1997) e Lovell e Pastor (1995). Essa propriedade faz com que a solução do modelo não seja afetada por uma conversão (ou transformação) dos valores negativos em positivos. Assim, em alguns casos, os escores de eficiência são mantidos. Em outros, a classificação em unidades eficientes e ineficientes é que é.

A inclusão de variáveis com valores negativos na DEA foi primeiro tratada no artigo *Translation Invariance in Data Envelopment Analysis* de Ali e Seiford (1990). Os modelos Aditivo e BCC são apresentados como portadores da propriedade que permitiria a tradução de valores negativos para variáveis, através da soma de uma constante, ressaltando-se que, para o segundo, “os escores de eficiência (valores da função objetivo) para as DMUs ineficientes serão diferentes quando os dados forem traduzidos” Ali e Seiford (1990).

Pastor (1997) apresentou um adendo às conclusões anteriores de Ali e Seiford (1990), provando que, para o Modelo BCC, a propriedade é limitada: quando se considera o modelo com orientação para o insumo, a tradução somente pode ser aplicada aos produtos; e, no modelo com orientação para o produto, pode-se aplicar a transformação aos insumos.

A estratégia adotada para trabalhar com o problema das variáveis negativas foi a utilização do modelo orientado para minimização de inputs, como descreve Kassai (2002), que trata de aplicação de DEA em índices financeiros.

Baseado nos métodos citados acima, algumas modificações foram realizadas em variáveis específicas. Nas variáveis de *output* que apresentaram valores negativos, foi criada uma constante, composta do valor mais negativo de cada variável mais um. Esta constante foi somada às variáveis que passaram a ter valores estritamente positivos. As variáveis modificadas por este processo foram: Resultado de Intermediação Financeira, Rentabilidade PL, Resultado Operacional e Lucro Líquido.

Os Bancos 34, 41, 45 e 50 foram retirados da análise por apresentarem variáveis *inputs* com valores negativos, o que inviabilizaria a aplicação da metodologia com orientação para minimização de *inputs*.

4.4 Método de Seleção das Variáveis

O primeiro procedimento para a seleção de variáveis, de acordo com o método *Stepwise*, foi realizado por Norman e Stoker (1991), sendo que o trabalho desenvolvido por Kittelsen (1993) identifica, de forma mais aplicada, a teoria do Método I-O *Stepwise*.

Norman e Stoker (1991) iniciam o método I-O *Stepwise* pela definição de um par *input-output* inicial. Após esta escolha, eram calculados os *scores* de eficiência das DMU's com base neste par. Além disso, eram medidos os coeficientes de correlação de todas as demais variáveis com os *scores* obtidos. A lista era percorrida em ordem decrescente de módulo de coeficiente de correlação, procedendo-se a uma análise causal para selecionar a próxima variável a ingressar no modelo Lins e Meza (2000). O método I-O *Stepwise* reconhece que existe uma informação prévia sobre a natureza da variável, ou seja, se a mesma é *input* ou *output*.

A seleção das variáveis será feita pelo método I-O *Stepwise*, apresentado por Lins e Meza (2000). O método baseia-se no critério de grau de ajustamento, ou melhor, da proximidade existente com a fronteira eficiente. Ele está centrado na comparação das correlações entre as variáveis e a eficiência, onde primeiramente é escolhido um par inicial, através da observação da maior correlação entre *inputs* e *outputs*. O par inicial também pode ser, simplesmente, escolhido pelo decisor baseado em sua experiência. O objetivo é incorporar o parâmetro que permite um melhor ajuste das DMU's à fronteira de eficiência.

Tabela 1: Matriz de correlação *inputs* x *outputs*

	Número de Funcionários	Número de Agências	Alavancagem	Índice de Inadimplência	Grau de Imobilização	Custo Operacional	Resultado de Intermediação Financeira	Rentabilidade PL	Resultado Operacional	Lucro Líquido	Patrimônio Líquido
Número de Funcionários	1,0000	0,9573	0,1982	0,2908	0,4465	-0,0111	0,9235	0,2048	0,7253	0,7318	0,8123
Número de Agências	0,9573	1,0000	0,1267	0,2569	0,5062	-0,0221	0,9673	0,2245	0,8345	0,8391	0,9100
Alavancagem	0,1982	0,1267	1,0000	-0,1257	0,4283	-0,0798	0,0950	0,1052	0,0283	0,0163	-0,0246
Índice de Inadimplência	0,2908	0,2569	-0,1257	1,0000	0,1749	0,2430	0,2728	0,0809	0,1869	0,1985	0,1828
Grau de Imobilização	0,4465	0,5062	0,4283	0,1749	1,0000	0,1510	0,5063	0,1603	0,4281	0,4829	0,4960
Custo Operacional	-0,0111	-0,0221	-0,0798	0,2430	0,1510	1,0000	-0,0843	-0,5746	-0,1474	-0,1484	-0,0566
Resultado de Intermediação Financeira	0,9235	0,9673	0,0950	0,2728	0,5063	-0,0843	1,0000	0,2831	0,8961	0,9199	0,9493
Rentabilidade PL	0,2048	0,2245	0,1052	0,0809	0,1603	-0,5746	0,2831	1,0000	0,3328	0,3485	0,1874
Resultado Operacional	0,7253	0,8345	0,0283	0,1869	0,4281	-0,1474	0,8961	0,3328	1,0000	0,9736	0,8796
Lucro Líquido	0,7318	0,8391	0,0163	0,1985	0,4829	-0,1484	0,9199	0,3485	0,9736	1,0000	0,9055
Patrimônio Líquido	0,8123	0,9100	-0,0246	0,1828	0,4960	-0,0566	0,9493	0,1874	0,8796	0,9055	1,0000

Baseado nos resultados da matriz de correlação enumerados acima, resolveu-se eliminar a variável *número de agências*. Tal variável é muito correlacionada à *número de funcionários*, que baseado na opinião de especialistas, é logicamente mais importante para medir a escala do Banco. Entre os *outputs* foram retiradas *patrimônio líquido* e *lucro líquido* por dois motivos: elas apresentam altas correlações com outros *outputs* (*resultado de intermediação financeira* e

resultado operacional, respectivamente). Além disso, estas variáveis já estão contempladas na *rentabilidade*, com a vantagem desta não ser sensível à escala do banco.

Com base na correlação, o par inicial definido foi *resultado de intermediação financeira* e *número de funcionários*. Após a escolha deste par, processa-se o modelo, gerando um vetor de eficiência. Então, a entrada da próxima variável no modelo, dá-se através das comparações das correlações entre as variáveis e o vetor de eficiência. Isto é, entra para o modelo a variável que apresentar maior correlação com a eficiência. Os resultados desta etapa podem ser observados na tabela abaixo.

Tabela 2: Matriz de correlação das variáveis com os vetores de eficiência associados a cada modelo

	MODINI	MOD2	MOD3	MOD4
Alavancagem	-0,025	-0,013	0,016	-
Índice de Inadimplência	-0,042	0,091	-	-
Grau de Imobilização	0,125	-	-	-
Custo Operacional	-0,331	-0,325	-0,241	-0,241
Rentabilidade PL	0,208	0,231	0,165	0,226
Resultado Operacional	0,613	0,636	0,596	0,537

Acima, percebemos que as variáveis *grau de imobilização*, *índice de inadimplência* e *alavancagem* foram, respectivamente, introduzidas no modelo. Apesar da variável *rentabilidade PL* não ter sido escolhida para o modelo pelo método *I-O Stepwise*, julgou-se que ela seria extremamente importante para a avaliação da eficiência dos bancos, uma vez que ela por si só já pode ser considerada um indicador de eficiência. Com base nisso, a variável também foi incluída. Como nos modelos DEA, a inclusão de uma nova variável não pode acarretar na redução da eficiência de qualquer unidade. As variáveis que não alterarem os escores de eficiência, de forma significativa, serão identificadas, conseqüentemente, como fatores que não contribuem para que as DMU's se aproximem da fronteira de eficiência. Em virtude deste fato, tais critérios serão retirados do modelo. Abaixo, é possível ver a eficiência média do modelo após a inclusão de cada uma das variáveis.

Tabela 3: Eficiência média

Iterações	Eficiência Média
MODINI	21,26
MOD2	24,24
MOD3	28,96
MOD4	35,53
MOD4 + Rentabilidade	50,23

O processo de entrada de variáveis acaba quando o decisor julga que a entrada de uma dada variável não promoveu um aumento significativo na eficiência do modelo, ou quando sobram apenas variáveis que apresentam correlação indesejada com a eficiência. O modelo proposto trabalha com variáveis caracterizadas como índices financeiros, o que faz com que o modelo se torne mais discriminatório. Este fato faz com que a eficiência média do modelo seja mais baixa que o usualmente observado quando se trabalha com variáveis que expressam quantidades.

4.5 Universo analisado

Foram excluídos do universo de análise os bancos que centralizam seus negócios nos setores de atacado, realizando basicamente operações estruturadas para grandes empresas, assim como as instituições financeiras que focam seus negócios no setor de crédito e financiamento para pessoas físicas, por consideramos que estas empresas não possuem as mesmas características e objetivos que os bancos de varejo que possuem pelo menos 50 agências bancárias.

Estes bancos, além dos negócios descritos acima, também possuem outras operações de serviços e produtos bancários e, por isso, se distinguem dos demais bancos que focam suas atividades em segmentos específicos. As unidades analisadas no artigo, representadas pelos 21 bancos restantes, representam, aproximadamente, 75% de todo o Sistema Financeiro Nacional, em termos de ativos.

5. DMU's Artificiais: introduzindo a opinião do especialista

Segundo Figueiredo (2005), a flexibilidade na escolha dos pesos existente na metodologia DEA clássica é importante na identificação das DMUs ineficientes, ou seja, que apresentam baixo desempenho inclusive com pesos definidos de forma mais favorável. Contudo, em DEA, a atribuição de pesos não é uma tarefa de baixa complexidade. A escolha dos pesos introduzida no PPL através de restrições pode gerar inviabilidade na solução do problema.

Roll e Golany (1991) constataram que cada peso em DEA, estritamente positivo, era equivalente a uma DMU não observada (DMU artificial), introduzida entre as demais no momento da análise. Allen et al. (1997) generalizaram essa observação para o caso de múltiplos *inputs* e/ou *outputs*, para DMU's que operam com retornos constantes de escala ou para as que operam com retornos variáveis de escala. Desta forma, a inclusão de uma DMU Artificial ao conjunto original de DMUs funciona como método alternativo de simulação de um conjunto de restrições aos pesos, sendo os índices de eficiência desse novo conjunto calculados pelo método clássico, sem restrições aos pesos, o mesmo que o obtido com o conjunto inicial de DMUs utilizando restrições aos pesos ao invés de DMUs artificiais. As coordenadas escolhidas para as DMUs Artificiais são fundamentais para a efetividade da solução.

Como observamos em Gonçalves (2003), no modelo CCR, as DMUs Artificiais podem ser definidas com a utilização das equações (4.1) ou (4.2), sem que haja diferença nos resultados. Ambas simulam as restrições ARI e ARII.

$$y_{rjt} = \frac{y_{rj}}{h^*_j} \quad e \quad x_{ijt} = x_{ij} \quad \forall jt = j \quad (4.1)$$

$$y_{rjt} = y_{rj} \quad e \quad x_{ijt} = x_{ij} \cdot h^*_j \quad \forall jt = j \quad (4.2)$$

Já para o modelo BBC, a eficiência é dependente da orientação do modelo. Assim, a definição da DMU Artificial, utilizando contração dos *inputs* conforme equações expressas em (4.3), não produz os mesmos resultados se for utilizada a expansão dos *outputs*, conforme equações expressas em (4.4).

$$y_{rjv} = y_{rj} \quad e \quad x_{ijv} = x_{ij} \cdot v^*_i \quad \forall jv = j \quad (4.3)$$

$$y_{rjv} = \frac{y_{rj}}{v^*_j} \quad e \quad x_{ijv} = x_{ij} \quad \forall jv = j \quad (4.4)$$

Figueiredo (2005) fez a generalização das restrições de Gonçalves (2003) para problemas multidimensionais.

No caso particular do trabalho, estabeleceu-se como corte a média da rentabilidade, isto é, nenhum banco com rentabilidade inferior a média poderia ser mais eficiente que um outro com rentabilidade acima da média. Sendo assim, neste caso, foi introduzida uma DMU artificial, chegando-se ao total de 5 iterações, para que fosse possível chegar aos resultados finais. A definição do corte foi fundamental para a aplicação das restrições de Gonçalves (2003), pois sem esta definição seria impossível aplicar a metodologia.

6. Análise dos Resultados

Abaixo, observamos a tabela que mostra os resultados finais do modelo DEA BCC orientado para a minimização de *inputs*, considerando as variáveis selecionadas pelo método I-O *Stepwise* e com as DMU's artificiais inseridas.

Tabela 4: Scores de eficiência do Modelo DEA-BCC

BANCO	Rentabilidade	Classe	Score	BANCO	Rentabilidade	Classe	Score
ARTIFIC1	18,38	-	100,00	Banco 48	28,88	Acima da Média	83,77
ARTIFIC2	22,73	-	100,00	Banco 38	30,03	Acima da Média	78,97
ARTIFIC3	11,03	-	100,00	Banco 22	32,13	Acima da Média	75,96
ARTIFIC4	21,77	-	100,00	Banco 6	32,58	Acima da Média	64,17
ARTIFIC5	24,96	-	100,00	Banco 32	32,59	Acima da Média	56,88
Banco 8	38,77	Acima da Média	100,00	Banco 21	25,5	Abaixo da Média	56,69
Banco 10	31,55	Acima da Média	100,00	Banco 9	22,73	Abaixo da Média	56,25
Banco 13	32,33	Acima da Média	100,00	Banco 7	18,38	Abaixo da Média	56,03
Banco 35	39,41	Acima da Média	100,00	Banco 2	21,77	Abaixo da Média	56,02
Banco 42	30,82	Acima da Média	100,00	Banco 23	11,03	Abaixo da Média	56,01
Banco 43	29,89	Acima da Média	100,00	Banco 18	24,96	Abaixo da Média	55,97
Banco 44	29,91	Acima da Média	100,00	Banco 37	25,22	Abaixo da Média	55,08
Banco 20	33,16	Acima da Média	98,00	Banco 14	28,14	Abaixo da Média	42,20

Um terço dos 21 bancos foram considerados eficientes. Em 2004, os bancos de varejo registraram um dos melhores desempenhos dos últimos anos. Com a economia crescendo, embora ainda abaixo do esperado, mas com juros e *spreads* elevados, podemos observar que os bancos

considerados eficientes, focaram seus negócios em operações de crédito. Na tabela abaixo, é evidenciado o espaço de pesos dos bancos considerados eficientes.

Tabela 5: Pesos atribuídos pelo Modelo DEA-BCC – Bancos eficientes

Bancos	Artific 1	Artific 2	Artific 3	Artific 4	Artific 5	Banco 8	Banco 10	Banco 13	Banco 35	Banco 42	Banco 43	Banco 44
Número de funcionários	100,0	0,0	59,0	16,0	18,0	100,0	0,0	0,0	81,0	100,0	100,0	0,0
Alavancagem	0,0	100,0	41,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Índice de inadimplência	0,0	0,0	0,0	84,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,0	0,0	0,0	100,0
Grau de imobilização	0,0	0,0	0,0	0,0	82,0	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Resultado de intermediações financeiras	100,0	0,0	0,0	93,0	41,0	0,0	85,0	0,0	93,0	84,0	94,0	23,0
Rentabilidade PL	30,0	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	14,0	40,0	100,0	55,0	100,0

Todas as DMU's têm pelo menos uma variável com peso 0 atribuído. Isso significa que a variável foi desprezada no cálculo da eficiência da DMU, provavelmente porque, se ela fosse levada em consideração, o Banco (DMU) poderia não mais ser eficiente. Ou, simplesmente, porque a solução encontrada pelo modelo não foi a que considera pesos diferentes de 0 para todas as variáveis, podendo ela existir, sendo assim a DMU ser considerada realmente eficiente.

Na tabela 5, também se pode observar que as variáveis *rentabilidade PL*, *resultado de intermediação financeira* e *número de funcionários* foram as variáveis mais representativas no cálculo do score dos bancos eficientes.

Ainda sobre os eficientes, a expansão do crédito, puxada pelo movimento do empréstimo consignado, foi uma das principais responsáveis pelo aumento das receitas das instituições financeiras. O banco 35, por exemplo, aumentou sua carteira de crédito em 31% e a receita das operações subiu 35%. Isso se reflete diretamente nas variáveis *rentabilidade PL* e *resultado de intermediação financeira*, que foram consideradas fortemente pelo modelo para o cálculo da eficiência deste banco.

Uma outra estratégia utilizada pelos bancos considerados eficientes na amostra foi a criação de departamentos específicos que atuam com cada vez mais autonomia nos segmentos: atacado, *middle market* e pessoa física.

Apesar de terem recuado no ano passado por causa da expansão do crédito, as operações de tesouraria, feitas principalmente com títulos públicos, ainda proporcionaram bons resultados para estas instituições, fato que pode ser observado diretamente na variável *Resultado de Intermediação Financeira*.

Além disso, a aquisição de bancos menores e as associações com outras empresas, também devem ser levadas em consideração no fortalecimento dos resultados dos bancos considerados eficientes. O banco 35, por exemplo, associou-se ao banco 17 e a uma grande rede de supermercados para ampliar sua participação no segmento de empréstimos e financiamentos com *spreads* elevados, basicamente destinados a consumidores de baixa renda. Com isso, seu risco de perda foi pulverizado, causando efeito direto nas variáveis *índice de inadimplência* e *rentabilidade PL*, que foram fortemente consideradas no cálculo da eficiência deste banco.

Outra análise interessante que se pode fazer acerca dos bancos considerados eficientes refere-se ao Banco 10. Por se tratar de um banco que ao longo dos anos trabalhou com exclusividade no setor público, oferecendo operações de empréstimos consignados com *spreads* elevados e baixo risco, este fato impacta diretamente na variável *resultado de intermediação financeira*, que foi altamente considerada para o cálculo da eficiência. Outro fato interessante a ser destacado para este banco se refere ao seu baixo Grau de Imobilização em relação ao seu patrimônio líquido.

A seguir, observamos os resultados dos decréscimos necessários para que cada banco possa atingir a fronteira de eficiência.

Tabela 6: Decréscimo de inputs necessário para atingir a fronteira

Bancos	Banco 2	Banco 6	Banco 9	Banco 14	Banco 18	Banco 20	Banco 21	Banco 22	Banco 23	Banco 32	Banco 37	Banco 38	Banco 48
Número de funcionários	-43,98	-35,83	-44,00	-57,80	-44,03	-13,91	-43,31	-24,04	-43,99	-43,12	-50,66	-21,03	-16,23
Alavancagem	-44,03	-74,49	-43,75	-76,92	-44,09	-2,00	-48,06	-42,24	-44,06	-55,43	-57,86	-68,38	-18,12
Índice de inadimplência	-43,98	-35,83	-43,93	-57,80	-44,16	-2,00	-48,25	-50,99	-44,06	-43,12	-44,92	-56,88	-21,14
Grau de imobilização	-43,98	-84,69	-44,00	-87,94	-44,03	-12,87	-67,40	-24,04	-44,02	-54,12	-79,20	-21,03	-38,71

Fazendo-se uma análise específica de cada variável, é possível observar que em relação ao número de funcionários, o Banco 14 precisa ter o decréscimo maior em relação à situação atual, enquanto o Banco 20 e o Banco 48 necessitam de ajustes menores. O Banco que tem o pior cenário em relação à alavancagem é o Banco 6, que precisa fazer reduções de aproximadamente

75% para atingir a fronteira. Enquanto isso, o Banco 20 precisa reduzir apenas 2%. O Banco 14 é o que precisa fazer reduções mais drásticas no *índice de inadimplência*, enquanto o Banco 20 é o que necessita de menores ajustes. As reduções relacionadas ao grau de imobilização precisam ser mais fortes no Banco 6, enquanto o Banco 20 apresenta necessidades de redução de apenas 12% nesta variável.

Fazendo-se a análise em relação aos Bancos é possível observar que o Banco 20 e o Banco 48 são os que precisam de menos decréscimos nas variáveis para se tornarem eficientes, enquanto o Banco 14 e o Banco 6 são os que necessitam de alterações mais radicais.

Tabela 7: Pesos atribuídos pelo Modelo DEA-BCC – Bancos ineficientes

Bancos	Banco 2	Banco 6	Banco 7	Banco 9	Banco 14	Banco 18	Banco 20	Banco 21	Banco 22	Banco 23	Banco 32	Banco 37	Banco 38	Banco 48
Número de funcionários	19,0	10,0	68,0	0,0	62,0	25,0	0,0	100,0	55,0	100,0	70,0	0,0	40,0	100,0
Alavancagem	0,0	0,0	29,0	100,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Índice de inadimplência	0,0	9,0	0,0	0,0	38,0	0,0	80,0	0,0	0,0	0,0	30,0	100,0	0,0	0,0
Grau de imobilização	80,0	0,0	3,0	0,0	0,0	75,0	0,0	0,0	45,0	0,0	0,0	0,0	60,0	0,0
Resultado de intermediações financeiras	79,0	0,0	100,0	0,0	0,0	42,0	94,0	13,0	92,0	0,0	70,0	0,0	81,0	100,0
Rentabilidade PL	0,0	100,0	100,0	100,0	40,0	13,0	0,0	27,0	16,0	20,0	96,0	100,0	37,0	5,0

Na tabela acima, valem os comentários feitos a respeito da tabela 5, isto é, que a variável com peso 0 foi desprezada no cálculo da eficiência da DMU, provavelmente porque, se ela fosse levada em consideração, o Banco (DMU) poderia ser ainda mais ineficiente. Para os bancos ineficientes, as variáveis *rentabilidade PL*, *resultado de intermediação financeira* e *número de funcionários* também foram as variáveis mais representativas no cálculo do escore dos bancos eficientes.

7 Conclusões e Recomendações

No estudo, podemos observar uma das principais contribuições da metodologia DEA, a identificação e a definição das unidades eficientes como *benchmarking* para as demais, sendo uma ferramenta de análise gerencial eficaz, pois além de apontar os problemas, sugere o caminho para atingir à eficiência.

A escolha de índices financeiros como variáveis fortaleceu o modelo, no sentido de abranger de forma discriminatória, aspectos que envolvem a estrutura de capital, o ciclo financeiro e os resultados operacionais das instituições financeiras.

A aplicação das DMU's Artificiais em substituição à técnica de restrições aos pesos para os casos de múltiplos *inputs* e/ou *outputs*, demonstrou que nenhuma unidade com valor de *output* indesejável pode ter eficiência superior ao índice de qualquer unidade com *output* aceitável. Ela também se mostrou viável no caso analisado, pois agregou a opinião dos especialistas e chegou às mesmas conclusões de uma forma bem mais simples.

Com relação aos resultados encontrados, podemos observar que 2/3 das instituições não foram consideradas eficientes. Na análise de seus históricos, podemos citar como principais fatores de ineficiência, o fato de algumas instituições apresentarem problemas em operações de crédito, refletindo de forma negativa em seus resultados, além de alguns conglomerados financeiros estarem passando por incorporações que ainda não foram totalmente finalizadas, apresentando problemas estruturais.

Um outro fator de ineficiência, seria a demora de algumas instituições em acompanhar as frequentes mudanças ocorridas no mercado, como variações na taxa de juros, assim como a tendência de associação com empresas de outros setores, com a finalidade de expandir a oferta de crédito, além de outros produtos e serviços bancários a novos clientes.

Como recomendação para futuros trabalhos, sugerimos a coleta de informações para diferentes datas-base, com o objetivo de observarmos a eficiência das unidades analisadas ao longo de um período histórico. Além disso, pesquisas futuras poderiam utilizar outras variáveis, como por exemplo, fatores exógenos às unidades bancárias, ou seja, variações na taxa básica de juros, câmbio e/ou índices de Bolsa de Valores internas e externas que influenciam os investimentos nacionais.

Futuros trabalhos poderão também analisar a comparação do mercado financeiro nacional com o

de outros países, principalmente utilizando os conglomerados financeiros internacionais que atuam de forma globalizada.

Outra questão encontrada, refere-se à orientação do modelo em contextos onde há variáveis negativas, pois, no caso estudado, a orientação a *input* se fez imperativa. Logo, serve como sugestão o desenvolvimento de novas técnicas que disponibilizem soluções mais flexíveis quando ocorrer problemas como este.

Baseado nos resultados obtidos, concluímos que o modelo é eficiente naquilo a que se propõe, tendo se confirmado, após a análise dos resultados, que realmente é possível, através de uma análise comparativa, destacarmos níveis de eficiência, facilitando a tomada de decisões, por parte dos gestores, de forma mais rápida e segura.

8 Referencias Bibliográficas

- ALI, A.I.; SEIFORD, L.M. *Translation invariance in Data Envelopment Analysis*. Operations Research letters, 9, p. 403-405, 1990.
- ALLEN, R.; ATHANASSOPOULOS, A.; DYSON, R.G. *Weights restrictions and value judgements in Data Envelopment Analysis: Evolution, development and future directions*. Annals of Operations Research, v. 73, J.C. Baltzer AG, Science Publishers. 1997.
- BANKER, R. D., CHARNES, A., COOPER W. W., *Some models for estimating Technical and Scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis*. Management Science, 1984, vol. 30, nº 9, p. 1078-1092.
- BCB (Banco Central do Brasil). Disponível em <<http://www.bcb.gov.br>>. Acesso em: 06 outubro 2005.
- BERGER, A.N.; HUMPHREY, D.B. *Efficiency of financial institutions: international survey and directions for future research*. European Journal of operational Research, 98, p. 175-212, 1997.
- CARVALHO, F.J.C, *Resenha sobre Sistema Financeiro*. Disponível em: <<http://www.mre.gov.br>>. Acesso em: 01 dezembro 2005.
- CERETTA, P.S.; NIEDERAUER, C.A.P. *Rentabilidade do setor bancário brasileiro*, 24º Encontro Nacional da ANPAD – Associação Nacional de Programas de Pós Graduação em Administração. Florianópolis, 10-13 set. 2000.
- CHARNES, A., COOPER, W. W., RHODES, E. *Measuring the Efficiency of Decision-Making Units*. European Journal of Operational Research, 1978, vol. 2, p. 429-444.
- DRAKE, L., HALL, M. J. B.; SIMPER, R. *Bank Modelling Methodologies: A Comparative Non-Parametric Analysis of Efficiency in Japanese Banking Sector*, 2005.
- FIGUEIREDO, D.S. de. *Índice Híbrido de Eficácia e Eficiência para Lojas de Varejo*. 2005. Dissertação (Mestrado). Niterói: Escola de Engenharia/UFF.
- GONÇALVES, D.A. *Avaliação de Eficiência de Fundos de Investimentos Financeiros: Utilização de DMU's Artificiais em Modelos DEA com Outputs Negativos*. Rio de Janeiro, 2003. Tese de Doutorado. COPPE/UFRJ.
- GUEDES, L.E.M. *Uma análise da eficiência na formação de alunos dos cursos de engenharia civil das instituições de ensino superior brasileiras*. 2002. Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ.
- KASSAI, S. *Utilização da Análise por Envoltória de dados (DEA) na Análise de Demonstrações Contábeis*. 2002. Tese de Doutorado. São Paulo: FEA-USP.
- KITTELSEN, S.A.C. *Stepwise DEA: choosing variables for measuring technical efficiency in Norwegian electricity distribution*. Memorandum Nº 6/93 from Department of Economics, University of Oslo, 1993.
- LINS, M. P. E.; MEZA, L.A. *Análise Envoltória de Dados: Perspectivas de integração no Ambiente do Apoio à Decisão*. Rio de Janeiro: Coppe/UFRJ, 2000.
- LOVELL, C.A.K.; PASTOR, J.T. *Units invariant and translation invariant DEA models*. Operations Research letters, 18, p. 147-151, 1995
- MARQUES, F.T.; MATIAS, A.B.; CAMARGO JUNIOR, A.S. *Desempenho dos Bancos Comerciais e Múltiplos de Grande Porte no Brasil*, CLADEA, 2004.
- NIETO, B. GUTIÉRREZ; CINCA, C. SERRANO; MOLINERO, C. *MAR Microfinance Institutions and Efficiency*. Discussion Papers in Accounting and Finance, 2004.
- NORMAN, M.; STOKER, B. *Data Envelopment Analysis: the assessment of performance*. Chichester: John Wiley, 1991.
- PASTOR, J. T. *Translation invariance in data envelopment analysis: a generalization*. Annals of Operation Research, v.73, p. 91-115, 1997.
- PEREZ JR., J.H.; BEGALLI, G. A. *Elaboração das Demonstrações Contábeis*. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- ROLL, Y.; GOLANY, B. *Controlling factor weights in DEA*. IIE Transaction, 23 (1), 1991.



- SILVA, A.C.M. da. *Análise da eficiência das instituições financeiras, segundo a metodologia do Data Envelopment Analysis (DEA)*. 2000. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pós Graduação em Administração, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: COPPEAD/UFRJ.
- STAVÁREK, D. (2005): *Efficiency of Banks in Regions at Different Stage of European Integration Process*. *Ekonomie a Management*, vol. 5, no. 1, pp. 34-50.
- YUDISTIRA, D., 2002, *The Impact of Bank Capital Requirements in Indonesia*, Economics Working Paper Archive at WUSTL, 12.