



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM FINANÇAS**

**Fernando Salim Pacheco
Antônio Carlos Gastaud Maçada**

ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DOS BANCOS BRASILEIROS

**Porto Alegre
2015**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM FINANÇAS**

ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DOS BANCOS BRASILEIROS

Fernando Salim Pacheco
Antônio Carlos Gastaud Maçada

Resumo

Com a recente estabilização da economia brasileira observada nas últimas duas décadas, o sistema financeiro vem passando por diversas mudanças. Uma característica desse processo é a tendência de formação de conglomerados financeiros, buscando assim maior eficiência e produtividade através de economias de escala. Com o relativo controle inflacionário e a respectiva queda nos juros, os ganhos de tesouraria obtidos pelos bancos com riscos reduzidos foram reduzindo e forçaram uma ampliação na oferta de produtos e serviços, criando a necessidade de uma estrutura adequada de rede de agências e funcionários. Nesse estudo será avaliada a eficiência dos bancos brasileiros através da técnica DEA (*Data Envelopment Analysis*) de dois estágios. No primeiro estágio, chamado de eficiência de custos, o número de funcionários e de agências serão utilizados para atingir um certo nível de despesas de pessoal e administrativas por ano. No segundo estágio, chamado de eficiência produtiva, o nível dessas despesas permite a obtenção de dois importantes outputs: lucro líquido e ativos Permanentes. Os resultados obtidos indicaram que os bancos brasileiros são heterogêneos e que a escala apresentou um efeito positivo em relação à eficiência.

Palavras Chave: Bancos, DEA, Dois-Estágios; Eficiência, Brasil

Abstract

With the recent stabilization of the Brazilian economy observed in the last two decades, the financial system has undergone several changes. A feature of this process is the tendency to form financial conglomerates, thus seeking greater efficiency and productivity through economies of scale. The relative inflation control and corresponding drops in interest rates, the treasury gains obtained by banks involving low risks, were reducing and forced a expansion on offer products and services, creating the need for an adequate structure of branches network and employees.

This study will evaluate the efficiency of Brazilian banks through the DEA (*Data Envelopment Analysis*) of two-stages process. In the first stage, called the cost efficiency, the number of employees and agencies will be used to achieve a certain level of personal and administrative expenses per year. In the second stage, called the productive efficiency, the level of these expenses allows to obtain two important outputs: equity and permanent assets. The results indicated that Brazilian banks are heterogeneous and that the scale had a positive effect on efficiency.

Keywords: Banks, DEA, Two-Stage ,Efficiency, Brazil

1 Introdução

As demonstrações financeiras divulgadas pelas empresas têm servido de insumo para análise de desempenho desde o surgimento da contabilidade. Ao longo da história, foram sendo desenvolvidas diversas técnicas para mensurar a alocação de recursos.

A partir das informações disponíveis nas demonstrações financeiras, foram criados indicadores que permitem aos usuários relacionar os dados de forma a auxiliar a administração dos recursos e também fornecer alguma capacidade preditiva através da aplicação conjunta desses indicadores e de técnicas matemáticas e estatísticas.

Em ambientes competitivos, as empresas são obrigadas a buscar uma melhor alocação dos recursos visando otimizar seus resultados, sendo construtivo o desenvolvimento de métodos de análise que possam agregar informações ao tomadores de decisão sob diferentes perspectivas. A questão que se coloca é: quais métodos de análise fornecem as melhores informações para dar apoio aos tomadores de decisões.

A análise de demonstrações financeiras consiste, segundo Padoveze (1996), num processo de meditação sobre demonstrativos contábeis, objetivando uma avaliação da situação da empresa, em seus aspectos operacionais, econômicos, patrimoniais e financeiros.

Matarazzo (1995) por sua vez, afirma: "A Análise de Balanços objetiva extrair informações das Demonstrações Financeiras para a tomada de decisões". Partindo dessa definição é possível ressaltar que as demonstrações financeiras contém uma grande quantidade de dados, que ao serem analisados e trabalhados, transformam-se em informações. São as informações geradas que auxiliarão na tomada de decisões.

Os métodos tradicionais de análise e interpretação das demonstrações financeiras e contábeis são as análises vertical e horizontal, através de índices e da taxa de retorno sobre investimentos. A análise tradicional é feita através de modelos paramétricos e discriminantes, com ênfase na evolução, acompanhamento e criação de índices e quocientes derivados das relações entre os dados contábeis de uma empresa.

Nesse estudo é realizada uma análise dos bancos brasileiros, utilizando a técnica de DEA - Data Envelopment Analysis, que permite uma análise comparativa de um conjunto de empresas que realizam processos semelhantes.

De acordo com Macedo, Santos e Silva (2005) esta técnica DEA pode ser utilizada para comparar um grupo de empresas a fim de identificar as eficientes e as ineficientes, em termos relativos, medindo a magnitude das ineficiências e descobrindo formas para reduzi-las pela comparação destas com as eficientes, chamados de *benchmarks*.

Esse artigo é organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta a revisão de literatura. Seção 3 apresenta a técnica DEA. Na sessão 4 é apresentado o modelo DEA de 2 estágios de Barros e Wanke (2014), utilizado nesse artigo. Os resultados são apresentados e discutidos na seção 5 e as considerações finais realizadas na seção 6.

Neste estudo foram analisados os 50 maiores bancos do Sistema Financeiro Nacional elencados pelo Patrimônio Líquido e para isso serão utilizados os dados de suas demonstrações financeiras no ano de 2013. A coleta dos dados foi realizada no site do Banco Central do Brasil na internet. O desempenho dos bancos analisados será mensurado através do modelo DEA de dois estágios utilizado no trabalho de Barros e Wanke (2014): *Two Stage DEA: An application to Major Brazilian banks*. Os índices de eficiência serão calculados com o auxílio do software *ISYDS*¹ especializado na solução de problemas envolvendo DEA.

¹ ISYDS - Integrated System for Decision Support

2 Revisão de literatura

Segundo Assaf Neto (2000), uma característica do sistema financeiro nacional é a formação de conglomerados econômicos, fruto da política de concentração desenvolvida nos últimos anos, através de fusões e aquisições. Os principais motivos apresentados para essa concentração são a de redução do custo operacional, via economia de escala, e consequentemente o custo final do dinheiro, elevando assim a eficiência administrativa e a produtividade das instituições, tornando-as mais competitivas.

Os bancos são as principais instituições do sistema financeiro, sendo os maiores intermediários financeiros, tanto na captação quanto na aplicação de recursos. Além disso, são prestadores de uma gama de serviços que colaboram na dinâmica da sociedade, como por exemplo pagamentos, recebimento, cheques, cartões de crédito, seguros e administração de bens.

Os bancos são instituições financeiras privadas ou públicas que têm como objetivo principal proporcionar suprimento de recursos necessários para financiar, a curto e a médio prazo, o comércio, a indústria, as empresas prestadoras de serviços, as pessoas físicas e terceiros em geral. A captação de depósitos à vista, livremente movimentáveis, é atividade típica do banco comercial, o qual pode também captar depósitos a prazo. Deve ser constituído sob a forma de sociedade anônima e na sua denominação social deve constar a expressão "Banco" (Conselho Monetário Nacional Resolução nº 2.099, 1994).

Nas últimas duas décadas, a economia brasileira vêm passando por uma momento de estabilização, mesmo havendo alguns momentos de turbulência, nada se comparado aos momentos de total descontrole da inflação. Nesse período, os bancos brasileiros auferiam consideráveis ganhos de tesouraria, com risco reduzido.

Segundo Paula e Oreiro (2007), na alta inflação, as atividades bancárias tradicionais, como por exemplo a concessão de crédito, perdem sua importância em termos de volume e receita. Em contra partida se elevam o volume e as receitas derivadas das operações financeiras de conteúdo especulativo, expresso nas oscilações das taxas de inflação e das taxas de juros de mercado, típicas do contexto de instabilidade macroeconômica, sobretudo nas chamadas operações de tesouraria.

Com a estabilização da economia, taxa de inflação controlada e juros de mercado mais baixos, os bancos reduzem as receitas de tesouraria e tem a necessidade de alocar seus esforços na concessão de crédito e na prestação e venda de serviços. Para isso é necessário ter uma estrutura adequada envolvendo uma rede de agências e funcionários.

A avaliação dos processos e seus custos se torna essencial na busca por resultados em um mercado altamente competitivo. Algumas instituições possuem departamentos dedicados unicamente a redução de despesas. A chave para se tornar mais eficiente, passa pela identificação de quais recursos produtivos devem ser reduzidos ou ampliados, e quais estariam operando de forma ineficiente, para que sejam realizadas as devidas correções.

Em muitos casos, o desempenho de uma empresa é medido apenas pelo seu faturamento, em outros casos, a empresa que obtém o maior lucro é tida como a mais eficiente. Ao se tratar de eficiência, isso pode não ser verdade, pois mesmo obtendo o maior lucro, ela pode não ter aproveitado o máximo de insumos disponíveis.

A crescente utilização do DEA se justifica pela possibilidade de realização de várias análises de dados e a facilidade de sua utilização, possibilitando a criação de diversos cenários.

Essa técnica tem origem no trabalho desenvolvido por Charnes, Cooper Rhodes em 1978, com base no trabalho de Farrel (1957). A proposta de Charnes, Cooper e Rhodes foi a de comparar a eficiência de Instituições Públicas de ensino nos Estados Unidos. Ao longo do tempo, essa técnica foi utilizada nas análises das mais variadas áreas de estudos.

A maioria dos estudos realizados sobre eficiência bancária tiveram como objeto de pesquisa instituições localizadas nos Estados Unidos e Europa. Na Ásia foram realizados diversos estudos voltados à análise de Instituições Financeiras. (Barros e Wanke, 2014).

2.1 Data Envelopment Analysis - DEA

A técnica DEA consiste em um modelo de programação matemática que proporciona uma avaliação de eficiência relativa entre várias unidades produtivas. Essas unidades são chamadas no modelo de DMUs - *Decisions Making Units* (no português, Unidade Tomadoras de Decisões). Os recursos disponíveis são chamados de *inputs* e os resultados alcançados são os *outputs*.

O método se baseia na comparação de desempenho entre as DMU's, que realizam processos semelhantes, baseando-se na relação entre os insumos e os resultados de cada unidade. O método propõe o cálculo de um índice de eficiência que compara o desempenho de cada DMU com a combinação convexa mais eficiente entre as outras observações. O índice assume o valor de 1 para as DMU's que apresentam uma combinação eficiente e menor que 1 para as ineficientes.

A essa combinação convexa entre insumos e produtos que maximiza o produto com o mínimo de insumo é conhecida como fronteira ou curva de eficiência. Segundo Souza e Wilhelm (2009), a fronteira de eficiência é definida conforme o conceito de Pareto-Koopmans pelo nível máximo de produto dado um nível de insumo. Esse conceito é caracterizado por um vetor *input-output*, onde um DMU é eficiente seguindo as seguintes condições:

- Nenhum dos *outputs* possa ser aumentado sem que algum *input* seja aumentado, ou que outro *output* seja diminuído
- Nenhum dos *input* possa ser reduzido sem que algum *input* necessite ser aumentado, ou algum *output* seja diminuído.

A figura 1 representa um exemplo de uma fronteira de eficiência estimada por um método não paramétrico. As unidades B, C, D e E estão sobre a fronteira de eficiência, enquanto A está "interna" à fronteira. A relação entre as distâncias OA'' e OA representa uma medida de eficiência (técnica) para a unidade A.

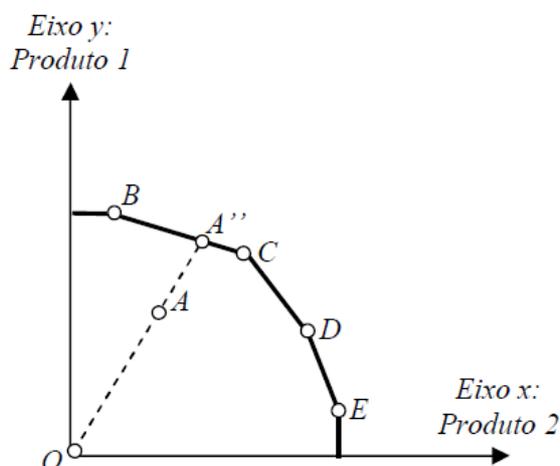


Figura 1: Exemplo de fronteira de eficiência estimada por método não paramétrico.
Fonte: Lorenzetti, Lopes e Lima. (2004).

A eficiência de cada empresa é definida de forma individualizada, considerando a atuação das demais empresas em estudo, porém permitindo que a alocação de pesos aos fatores seja efetuada de forma a maximizar sua eficiência relativa. Isto significa que nas DMU,s ineficientes, é possível identificar quais os aumentos de produtos ou diminuição de insumos são necessários para que a atuação seja otimizada.

O primeiro modelo DEA concebido foi o CCR (Charnes, Coopers e Rodhes) em 1978, também conhecido como CRS (*Constant Returns to Scale*). Esse modelo define a eficiência como a soma ponderada dos *outputs* dividida pela soma ponderada dos *inputs*. Essa formulação exige que sejam atribuídos pesos, uma tarefa complicada, sendo que estes pesos, devem ser aplicados à todas as DMU's. A resolução apresentada por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), se baseou no argumento que cada unidade individual possui um sistema de valores particular e por si só, tem a autonomia para definir seu próprio conjunto de pesos, com o intuito de maximizar sua eficiência. O modelo impõem uma única limitação: todas as DMU's devem ter a eficiência menor ou igual a 1.

O modelo CCR pode ser orientado tanto para maximização de *outputs* como para a minimização de *inputs*.

O modelo CCR-I é orientado para a minimização de *inputs*, e é descrito como:

$$Max\ Eff_0 = \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{j0}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{i0}}$$

Sujeito a:

$$\frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}} \leq 1, K = 1, 2, \dots, n$$

$$u_j, v_i \geq 0 \forall j, i$$

O CCR-0 é orientado para a maximização de *outputs*, e é expresso pela seguinte fórmula:

$$Min\ Eff_0 = \frac{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}}{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}}$$

Sujeito a:

$$\frac{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}}{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}} \leq 1, K = 1, 2, \dots, n$$

$$u_j, v_i \geq 0 \forall j, i$$

onde:

Eff_0 é a eficiência da DMU₀;
 u_j, v_i são os pesos de *outputs* e *inputs* respectivamente;
 x_{ik}, y_{jk} os *inputs* e *outputs* j da DMU_k;
 x_{i0}, y_{j0} os *inputs* e *outputs* j da DMU₀.

Essa formulação pode ser definida como um problema de programação fracionária que pode ser transformado em uma programação linear.

Em 1984, foi apresentado o modelo BCC (Banker, Charnes e Coopers), que é amplamente conhecido como VRS (Variable Returns to Scale), considerando retornos variáveis de escala, onde é determinada uma fronteira VRS que considera os retornos crescente e decrescente de escala. Com essa premissa, o modelo considera que um acréscimo de *inputs* pode causar uma variação não necessariamente proporcional nos *outputs*, podendo ser tanto positiva como negativa.

O BCC é a resultante da separação do modelo CCR em duas componentes: eficiência técnica e eficiência de escala. Segundo Belloni (2000) "ao possibilitar que a tecnologia exiba propriedades de retorno de escalas diferentes ao longo de sua fronteira, esse modelo admite que a produtividade máxima varie em função da escala de produção".

A formulação do modelo BCC-I orientado para minimização de *inputs* é representada abaixo.

Min θ

Sujeito a:

$$\theta x_{i0} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \quad i = 1, \dots, r$$

$$-y_{j0} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0, \quad j = 1, \dots, s$$

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

Existem diferentes formas de se aplicar o DEA:

- DEA de um estágio;
- DEA de dois estágios;
- DEA de multi-estágios.

No primeiro, utiliza-se apenas uma equação de programação linear e calcula-se a folga ou excesso até a fronteira eficiente de forma residual. O método de dois estágios utiliza duas fórmulas de programação linear. O de multi-estágios utiliza uma sequência de problemas de programação linear radiais.

Segundo Kassai (2002), a Análise Envoltória de Dados, por se tratar de uma técnica não paramétrica, prescinde de conhecimento prévio a respeito da distribuição dos dados em estudo.

Dessa forma, as conclusões das análises efetuadas no estudo estão limitadas às empresas escolhidas e ao período observado, não devendo ser extrapolados desse contexto.

2.2 Pesquisas em Bancos Brasileiros

Staub, Souza e Tabak (2010) analisaram a eficiência dos bancos brasileiros utilizando DEA. O artigo investigou as eficiências custo, técnica e alocativa para bancos brasileiros, para o recente período de 2000 a 2007 utilizando DEA para calcular medidas de eficiência. Utilizaram como *outputs*: investimentos, total de empréstimos líquidos de provisões e depósito. Como *inputs*: despesas com juros, despesas operacionais líquidas de despesas de pessoal e despesas de pessoal. O Estudo identificou que os bancos brasileiros possuem baixo nível de eficiência econômica (custo) comparativamente a bancos europeus e dos Estados Unidos.

Autores	Amostra	Modelo DEA	Inputs	Outputs
Barros e Wanke (2014)	40	CCR	<ul style="list-style-type: none"> · Número de Agências · Número de Empregados por agência · Despesas Administrativas · Despesas de Pessoal 	<ul style="list-style-type: none"> · Ativo Permanente · Lucro Líquido
Ceretta e Niederauer (2001)	144	CCR	<ul style="list-style-type: none"> · Ativo circulante · Exigibilidade 	<ul style="list-style-type: none"> · receita total · resultado · patrimônio líquido
Chambers e Cifter (2006)	18	CCR e BCC	<ul style="list-style-type: none"> · Número de Agências · Número de Empregados por agência · Participação nos Ativos totais, · Participação no total de Empréstimos · Participação no total de Depósitos 	<ul style="list-style-type: none"> · Outras Receitas · Total de Ativos · receita líquida de juros · Receitas Operacionais Totais
Faria, Paula, e Manrinho (2007)	12	CCR e BCC	<ul style="list-style-type: none"> · Despesas de Pessoal · Outras despesas Administrativas · Permanente · Imobilizado de arrendamento · Depósitos totais 	<ul style="list-style-type: none"> · Total de empréstimos líquidos de provisões · Operações de Crédito e arrendamento mercantil (total) · Títulos e valores mobiliários, e · Instrumentos financeiros e derivativos · Aplicações interfinanceiras
Ghilardi (2006)	50	CCR e BCC	<ul style="list-style-type: none"> · Patrimônio Líquido · Número de Funcionários 	<ul style="list-style-type: none"> · Receitas de serviços e outras receitas operacionais · Receita de Operações com Arrendamento
Jorge and Wichmann (2006)	60	CCR e BCC	<ul style="list-style-type: none"> · Valor de Depósitos totais · Ativo Imobilizado 	<ul style="list-style-type: none"> · Operações de Crédito · Operações com TVM
Macedo et.al (2005)	101	CCR	<ul style="list-style-type: none"> · Inadimplência · Eficiência operacional · Custo operacional 	<ul style="list-style-type: none"> · Liquidez Imediata · Rentabilidade do Patrimônio Líquido
Seiford e Zhu (1999)	55	CCR e BCC	<ul style="list-style-type: none"> · Ativo · Patrimônio Líquido · Número de Empregados 	<ul style="list-style-type: none"> · Ganhos por ação · Valor de Mercado · Receita Lucro · Lucro Líquido · Retorno ao acionista
Staub, Souza e Tabak (2010)	127	CCR e BCC	<ul style="list-style-type: none"> · Despesas com juros · Despesas operacionais líquidas de despesas de pessoal · Despesas de Pessoal 	<ul style="list-style-type: none"> · Total de empréstimos líquidos de provisões · Investimentos · Depósitos

Quadro 1: Resumo dos Estudos de DEA em Bancos

Fonte: elaborado pelo autor.

Macedo, Santos e Silva (2005) utilizou DEA buscando o cálculo de um índice de performance capaz de conjugar indicadores financeiros de liquidez, de custo, de risco e de rentabilidade na análise de desempenho de custos e operacional. Analisou 101 bancos

de quatro segmentos, que estavam em operação no Brasil em 2003. Os dois primeiros indicadores foram classificados como bens e outros insumos como indicadores de desempenho. A partir do DEA, os autores procuram estabelecer uma avaliação com base em cinco indicadores para cada grupo de instituições.

Ghilarði (2006) analisou o desempenho econômico-financeiro de 39 dos 50 maiores bancos em operação no Brasil em 2004 utilizando DEA. Os testes foram conduzidos para detectar e classificar as unidades com base em medidas de gestão eficiência, eficiência de escala e eficiência global. A eficiência global foi estimada utilizando o modelo CCR. O autor também usou modelo de BCC, onde os retornos de escala são variáveis e distinguiu a ineficiência técnica e a de escala. Os resultados sugeriram uma grande heterogeneidade na eficiência global entre unidades de análise.

Ceretta e Niederauer (2001), analisaram comparativamente a posição competitiva de 144 conglomerados do setor bancário brasileiro utilizando DEA. Utilizaram os dados de receita, os resultados semestrais, o volume de capital próprio e capital de dívida para o segundo semestre de 1999. Usando um corte arbitrário, os autores dividiram os bancos por porte: em pequenos, médios e grandes. Os resultados indicaram que os grandes bancos obtiveram o melhor desempenho em relação à eficiência operacional e rentabilidade.

O quadro 1 sintetiza a revisão de literatura apresentando os estudos que utilizaram a técnica DEA para a análise de eficiência em bancos.

2.3 Two-Stage DEA: An Application to Major Brazilian Banks

O trabalho de Barros e Wanke (2014), teve como objetivo realizar uma análise da performance do processo bancário considerando a estrutura interna. Os autores utilizaram o método DEA de dois estágios para avaliar a eficiência do setor bancário brasileiro. No primeiro estágio, chamado de eficiência de custos, número de agências e funcionários são usados para atingir um certo nível de despesas administrativas e de pessoal por ano. No segundo estágio, chamado de eficiência produtiva, as despesas administrativa e de pessoal serão utilizadas como medidas intermediárias para o processo de geração de Lucro e de ativos permanentes.

O potencial conflito entre os 2 estágios, podem resultar das medidas intermediárias, e é um problema comum nesses modelos. Em outras palavras, na primeira fase pode ser necessário aumentar os *outputs* buscando ser eficiente, e por outro lado, esta ação implica em uma redução na eficiência na segunda fase (Cook, Liang e Zhu, 2010). Conforme abordagem de Liang, Cook e Zhu (2008), para evitar esse efeito, os níveis de eficiência globais são calculados como o produto das eficiências individuais de cada estágio. O modelo de eficiência de rede centralizada - DEA é adotada aqui para otimizar ambas as fases simultaneamente.

Os índices de eficiência para cada estágio foram calculados utilizando o CRS (*Constant Returns to Scale*) conforme Charnes, Coopers e Rhodes (1978).

A amostra utilizada no estudo foi de 40 Bancos e os dados referentes ao ano de 2012, obtidos no software Economática². Os resultados obtidos sugerem que a vasta maioria dos bancos brasileiros não são eficientes na utilização dos seus recursos físicos e humanos, por outro lado, apresentaram um melhor desempenho no que tange a conversão das despesas de pessoal e despesas administrativas em lucro e ativos permanentes.

² <http://www.economica.com/pt/>.

3 Modelo DEA – Eficiência dos Bancos

Como o objetivo do trabalho foi de medir a eficiência dos bancos brasileiros através de suas demonstrações financeiras, optou-se por utilizar o modelo DEA de dois estágios utilizado por Barros e Wanke (2014). Esse modelo foi originalmente apresentado por Liang, Cook e Zhu (2008) e apresenta uma estrutura que liga diferentes estágios da produção com *inputs* e *outputs* intermediários, em uma serie de diferentes atividades.

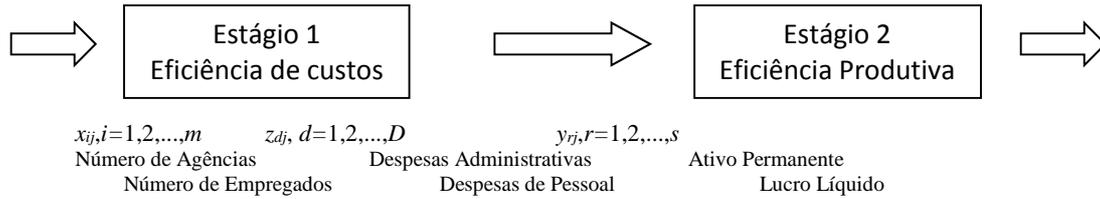


Figura 2. Modelo Bancário de dois estágios DEA. Barros e Wanke (2014)

As medidas intermediárias tem a seguinte notação:

Assume-se a $DMU_j (j=1, 2, \dots, n)$ tem D como medida intermediária em $z_{dj} (d=1, 2, \dots, D)$, além dos *inputs* iniciais $x_{ij} (i=1, 2, \dots, m)$ e dos *outputs* finais $y_{rj} (r=1, 2, \dots, s)$. Também considerando v_i, w_d, u_r como pesos desconhecidos não negativos, o modelo DEA de dois estágios segue a seguinte programação linear:

$$\theta_0^{Global} = \text{Max} \sum_{r=1}^s u_r y_{r0}$$

s.t.

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{d=1}^D w_d z_{dj} \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n,$$

$$\sum_{d=1}^D w_d z_{dj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n,$$

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

$$w_d \geq 0, \quad d = 1, 2, \dots, D; \quad v_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad u_r \geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, s;$$

Onde θ_0^{Global} representa o nível de eficiência global dos processo de dois estágios para as DMUs. Assumindo esse modelo de rendimentos, a solução as eficiências para o primeiro e segundo estágio são respectivamente dadas como:

$$\theta_0^{1,EficiênciaCustos} = \sum_{d=1}^D w_d^* z_{do}$$

e

$$\theta_0^{2,EficiênciaProdutiva} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r^* y_{ro}}{\sum_{d=1}^D w_d^* z_{do}}$$

Uma vez assumida a solução, é possível expressar essa relação da seguinte forma:

$$\theta_0^{Global} = \theta_0^{1,EficiênciaCustos} * \theta_0^{2,EficiênciaProdutiva}$$

onde o nível de eficiência geral é o produto dos níveis de eficiências individuais de cada estágio calculado previamente.

3.1 Método da pesquisa

É uma pesquisa qualitativa que utiliza a técnica DEA que foi descrito na seção 2.3 da revisão da literatura. Para os cálculos dos índices de eficiência, foi utilizado o *software* ISYDS, especializado na resolução de problemas envolvendo DEA.

3.2 Dados da pesquisa

Os dados secundários utilizados foram obtidos no site do Banco Central do Brasil, no ranking 50 maiores bancos e estes foram elencados pelo lucro líquido. Foram selecionados os bancos com carteira comercial, que possuem um processo similar, com uma estrutura de rede de agências, operando com a gama de produtos como conta corrente, empréstimos, aplicações financeiras, seguros entre outras, sendo excluídos bancos que operam somente com carteiras especializadas.

Abaixo segue a tabela elaborada com os dados das demonstrações financeiras referentes ao ano de 2013 utilizados no estudo:

Instituições	Nº de agências	Nº de funcionários	Despesas administrativas	Despesas de pessoal	Ativo Permanente	Lucro líquido
ITAU	3.924	118.251	8.333.798	5.518.576	62.902.726	7.770.988
BRADESCO	4.684	97.413	7.541.281	5.628.964	43.838.962	6.151.489
BB	5.451	124.744	8.465.065	8.933.521	26.379.955	5.881.780
SANTANDER	2.661	49.199	6.759.490	3.205.839	22.170.954	1.075.564
CAIXA ECONOMICA FEDERAL	3.289	126.098	5.109.768	8.412.679	9.833.057	3.582.770
BTG PACTUAL	10	1.451	500.732	292.664	6.426.082	1.418.171
HSBC	866	29.098	2.218.464	1.577.544	4.438.923	-43.215
SAFRA	103	5.792	457.180	675.578	2.118.824	760.238
VOTORANTIM	27	1.793	813.080	533.340	457.063	-37.925
CITIBANK	128	5.759	593.948	614.534	713.875	198.822
BANRISUL	512	12.175	556.514	717.284	621.991	371.919
BCO CLASSICO S.A.	2	6	775	953	80	109.573
JP MORGAN CHASE	6	732	117.836	353.535	82.242	44.390
BMG	19	654	796.990	77.627	1.603.478	84.606
CREDIT SUISSE	2	36	216.885	585.907	1.246.903	289.957
BCO DO NORDESTE DO BRASIL S.A.	233	10.098	441.079	674.614	235.604	160.329
BNP PARIBAS	11	659	318.866	139.880	96.765	93.425
PANAMERICANO	1	1.022	727.944	113.196	1.183.900	-237.961
BCO DAYCOVAL S.A	37	1.166	205.101	88.541	230.915	107.036
ORIGINAL	2	450	34.982	46.932	30.145	39.776
ALFA	9	20	56.543	79.955	262.025	64.780
BIC	36	798	106.096	96.445	218.034	44.710
ABC-BRASIL	7	561	42.464	73.426	94.422	143.496
MORGAN STANLEY	2	174	29.845	125.252	19.833	120.113
BCO DA AMAZONIA S.A.	123	4.017	133.638	216.604	246.898	136.301
DEUTSCHE	2	358	63.629	131.263	37.630	132.798
MERRILL LYNCH	1	501	72.838	199.081	37.830	73.804
J.MALUCELLI	1	187	94.794	17.102	614.281	60.949
PINE	12	371	49.048	46.306	89.730	77.380
FIBRA	8	579	330.310	96.414	634.328	-316.187
BCO RABOBANK INTL BRASIL S.A.	17	593	39.658	57.494	50.206	88.528
BCO TOKYO-MITSUBISHI BM S.A.	2	276	27.161	45.938	55.159	25.875
BRB	109	4.667	184.343	333.429	212.169	55.930
SOCIETE GENERALE	3	423	146.961	64.658	46.894	45.815
BANESTES	134	3.546	101.578	127.806	207.046	59.886
MERCANTIL DO BRASIL	192	3.935	264.932	191.318	251.424	-11.807
ING	1	116	12.499	17.146	2.574	44.562
BCO COOPERATIVO SICREDI S.A.	5	363	86.002	43.547	106.897	24.540
CREDIT AGRICOLE	1	71	18.018	35.003	19.010	5.168
SOFISA	0	0	19.195	26.031	219.580	12.532
BCO SUMITOMO MITSUI BRASIL S.A.	1	105	8.982	19.659	9.643	15.488
INDUSVAL	10	392	39.615	52.031	109.159	-7.948
BANCOOB	3	434	70.098	32.985	70.998	18.249
BARCLAYS	1	192	22.398	32.511	43.358	78.399
JOHN DEERE	1	106	8.208	13.952	4.185	28.619
BBM	3	132	19.004	15.896	44.793	29.491
BCO DO EST. DO PA S.A.	44	1.554	83.441	90.826	82.827	79.993
MIZUHO	1	105	13.361	22.068	3.900	-13.877
INDUSTRIAL DO BRASIL	7	238	10.410	21.316	36.841	16.305
RODOBENS	2	72	12.587	4.550	102.793	45.154

Quadro 2: Dados utilizados como Inputs e Outputs.

Fonte: Adaptado do Site do Banco Central do Brasil (2015)

3.3 DMU's - Decision Making Units

No presente estudo as DMUs são os bancos brasileiros, especificamente os 50 maiores bancos segundo o Banco Central no ano de 2013, que revela a representatividade das DMU's. No modelo de Barros e Wanke (2014), são assumidos como bancos, empresas financeiras que utilizam depósitos, empregados e ativos totais para gerar empréstimos e investimentos de valores mobiliários. No que diz respeito às variáveis utilizadas como *input/output* cabe lembrar que o foco do modelo utilizado é nas relações entre a eficiência de custos e eficiência produtiva. Isso significa, analisar o processo bancário como uma sequência de processos produtivos que transformam recursos físicos e humanos em termos financeiros. No primeiro estágio produtivo, o número de agências e número de empregados constituem insumos que se refletem, respectivamente, nas

despesas administrativas e de pessoal. Essas duas medidas são consideradas intermediárias e o objetivo é minimizar os recursos físicos e humanos necessários para atingir um certo nível de despesas por ano. No segundo estágio produtivo, estas despesas anuais são usados como um meio para gerar dois *outputs* bancários importantes: lucro e ativos permanentes.

3.4 Número de DMU's

Os autores Banker, Charnes e Cooper (1984), recomendaram calcular o número mínimo de DMUs a serem analisados em aplicações com DEA, respeitando uma regra, que relaciona a quantidade de *inputs* e *outputs* com a quantidade de unidade observadas. O número de DMU's deve ser pelo menos 3 vezes maior que o número de *inputs* e *outputs*.

$$inputs+outputs \leq \frac{NoDMUs}{3}$$

4 Resultados

O primeiro resultado foi identificar se o número mínimo de DMU's atende a regra de Banker, Charnes e Cooper (1984). Como nesse trabalho o número de DMUs analisadas foram de 50 e o número de *input/outputs* é de 6, com a resolução da fórmula citada obtemos $6 \leq 16,67$ o que indica que o modelo atendeu a exigência mencionada.

Os índices de eficiência de custos e eficiência de produção foram calculados através do modelo DEA de dois estágios para cada DMU, conforme apresentado no quadro 3.

No que tange a eficiência de custos calculada no primeiro estágio, apenas 16% dos bancos analisados apresentaram-se eficientes. Isso demonstra que em 2013 a vasta maioria das instituições não foram eficientes na utilização dos seus recursos físicos e humanos. Cabe ressaltar que entre os bancos eficientes em custos, encontram-se dois bancos públicos: Banco do Brasil e Caixa Econômica Federal.

Em diversas ocasiões ao longo da história recente do Brasil, em diversos debates sobre privatização, são levantadas hipóteses sobre a ineficiência das empresas públicas, causadas por uma burocracia excessiva em processos licitatórios, limitações na gestão dos recursos humanos e influência política. Os resultados demonstraram a capacidade dos bancos públicos atingirem resultados semelhantes aos bancos privados. Os demais bancos públicos analisados, que possuem as suas operações focadas em suas respectivas regiões e uma escala bem inferior ao Banco do Brasil e Caixa Econômica Federal, apresentaram uma eficiência de custos bem abaixo dos dois bancos citados, fato pode ser atribuído em parte pela escala.

Os bancos com controle estrangeiro foram os menos eficientes em custos, com uma média de 26,54%.

Instituições	Eficiência de Custos	Eficiência Produtiva	Eficiência Global
ITAU	1,0000	1,0000	1,0000
BRADESCO	0,8601	0,8630	0,7422
BB	1,0000	1,0000	1,0000
SANTANDER	1,0000	0,5848	0,5848
CAIXA ECONOMICA FEDERAL	1,0000	0,6948	0,6948
BTG PACTUAL	0,3610	1,0000	0,3610
HSBC	0,8589	0,2360	0,2027
SAFRA	0,5189	0,5829	0,3025
VOTORANTIM	1,0000	0,0527	0,0527
CITIBANK	0,3389	0,1331	0,0451
BANRISUL	0,2253	0,2541	0,0573
BCO CLASSICO S.A.	0,0000	1,0000	0,0000
JP MORGAN CHASE	0,1950	0,1067	0,0208
BMG	1,0000	0,8480	0,8480
CREDIT SUISSE	1,0000	0,4485	0,4485
BCO DO NORDESTE DO BRASIL S.A.	0,2227	0,1270	0,0283
BNP PARIBAS	0,2934	0,1275	0,0374
PANAMERICANO	1,0000	0,4483	0,4483
BCO DAYCOVAL S.A	0,0468	0,2130	0,0100
ORIGINAL	0,0416	0,1998	0,0083
ALFA	0,3193	0,3626	0,1158
BIC	0,0234	0,1603	0,0037
ABC-BRASIL	0,0251	0,6562	0,0165
MORGAN STANLEY	0,1772	0,6469	0,1147
BCO DA AMAZONIA S.A.	0,0085	0,2980	0,0025
DEUTSCHE	0,1917	0,4845	0,0929
MERRILL LYNCH	0,6182	0,2475	0,1530
J.MALUCELLI	0,3643	1,0000	0,3643
PINE	0,0214	0,3280	0,0070
FIBRA	0,3799	0,2774	0,1054
BCO RABOBANK INTL BRASIL S.A.	0,0100	0,4189	0,0042
BCO TOKYO-MITSUBISHI BM S.A.	0,0360	0,1619	0,0058
BRB	0,0132	0,0948	0,0013
SOCIETE GENERALE	0,2422	0,1159	0,0281
BANESTES	0,0058	0,1604	0,0009
MERCANTIL DO BRASIL	0,0222	0,0740	0,0016
ING	0,0000	0,3177	0,0000
BCO COOPERATIVO SICREDI S.A.	0,0981	0,1083	0,0106
CREDIT AGRICOLE	0,0321	0,0832	0,0027
SOFISA	0,0000	0,8970	0,0000
BCO SUMITOMO MITSUI BRASIL S.A.	0,0000	0,1182	0,0000
INDUSVAL	0,0162	0,2153	0,0035
BANCOOB	0,0921	0,0931	0,0086
BARCLAYS	0,0241	0,4718	0,0114
JOHN DEERE	0,0000	0,2218	0,0000
BBM	0,0000	0,1909	0,0000
BCO DO EST. DO PA S.A.	0,0129	0,2454	0,0032
MIZUHO	0,0000	0,0230	0,0000
INDUSTRIAL DO BRASIL	0,0000	0,2841	0,0000
RODOBENS	0,0000	1,0000	0,0000

Quadro 3: Resultados obtidos através do Software ISYDS

Os resultados dos índices de eficiência produtiva, calculados no segundo estágio, indicaram que apenas 12% dos bancos analisados foram eficientes. Entretanto o índice de eficiência produtiva média foi superior à eficiência de custos.

Os bancos privados apresentaram um maior desempenho na conversão dos recursos aplicados na estrutura administrativa e gasto de pessoal na geração de lucro e incremento nos ativos permanentes.

Tipo	Primeiro estágio	Segundo Estágio	Eficiência Global	DMUs
Públicos	0,311062	0,359331	0,223537	8
Privados	0,311534	0,486899	0,191024	23
Estrangeiro	0,265403	0,294953	0,093079	19
Total da Amostra	0,293929	0,393549	0,159007	50

Quadro 4: Eficiências Médias por tipo de Controlador

O quadro 4 apresenta a eficiência média de cada grupo, elencados pelo tipo de controlador. Observando o total da amostra, onde foram analisados os 50 maiores bancos do Brasil em 2013, é possível verificar uma grande folga para melhorias em ambos os estágios.

Apenas duas instituições apresentaram a eficiência global de 100%: Banco Itaú e o Banco do Brasil. Esse resultado dificulta a indicação de que o tipo de controlador, Privado ou Público possa ter relevância para uma gestão eficiente.

O grupo de bancos que obteve a eficiência global média mais elevada foi a dos bancos públicos, resultado que pode ter sido influenciado pelo tamanho reduzido da amostra e dos relativos ganhos de escala em comparação com diversos bancos privados e estrangeiros de menor porte. Esses últimos, que geralmente apresentam pequenas estruturas focadas em carteiras de investimento e operações estruturadas.

Os resultados obtidos apontaram na mesma direção que os obtidos por Barros e Wanke (2014), onde também foi observada grande heterogeneidade nos bancos brasileiros. Também foi observada uma maior eficiência na conversão das despesas administrativas e de pessoal em lucro e ativo permanente em comparação com o gerenciamento dos seus recursos físicos e humanos.

5 Considerações Finais

Este trabalho realizou uma análise dos bancos brasileiros através do modelo DEA de dois estágios de Barros e Wanke (2014), e como se trata de uma técnica não paramétrica, os resultados não podem ser extrapolados além das premissas utilizadas no modelo.

Uma contribuição do trabalho, foi indicar onde podem estar as possíveis relações ineficientes dentro do processo bancário da amostra analisada.

Por tratar-se de um modelo de observação *ex post* onde é realizada uma análise fria e matemática, não é indicado utilizá-la como ferramenta única no apoio à tomada de decisões. Além disso, é preciso ter muito cuidado com a análise de contas contábeis agregadas, pois podem não explicitar algum tipo com impacto decorrido de alguma ação não recorrente no processo de gestão, como por exemplo: planos de aposentaria incentivadas, ações coletivas, aquisições, entre outras, podendo ocasionar uma distorção nas relações entre as variáveis do modelo.

REFERÊNCIAS

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.

ASSAF NETO, A. **Mercado Financeiro**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **50 maiores bancos e o consolidado do Sistema Financeiro Nacional**. Disponível em: <<http://www4.bcb.gov.br/top50/port/top50.asp>>. Acesso em: 02 maio 2015.

BANKER ,R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W.W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 1984, v.30, p1078-1092.

BELLONI, J. A. **Uma Metodologia de Avaliação da Eficiência Produtiva de Universidades Federais Brasileiras**. Santa Catarina: UFSC, 2000. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

CERETTA, P. S.; NIEDERAUER, C. A. P. Rentabilidade e eficiência no setor bancário brasileiro. *Revista de Administração Contemporânea*, 2001 v.5n.3,p. 7–26.

CHAMBERS, N.; CIFTER A. The effect of scale on productivity: an application of data envelopment analysis. In: MANTRI, J.K. **Research methodology on data envelopment analysis (DEA)**. Boca Raton: Universal Publishers, 2006. p. 141-163.

CHARNES, A.; COOPERS, W.W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*. 1978, v. 2. n.6., P. 429-444.

CHEN T.Y.; YEH, T.L. A study of efficiency evaluation in Taiwan's banks. *International Journal of Service Industry Management*, 1998, v. 9, n. 5, p. 1-8.

CONSELHO MONETÁRIO NACIONAL. **Resolução nº 2.099**. 1994.

COOK, W. D.; LIANG, L.; ZHU, J. Measuring performance of two stage network structures by DEA: A review and future perspective. **Omega Journal Impact Factor & Information**, 2010, v. 38, n. 6, p. 423–430.

FARIA, J. A.; PAULA, L. F.; MARINHO, A. **Eficiência no Setor Bancário Brasileiro: A Experiência Recente de Fusões e Aquisições**. Rio de Janeiro: UERJ, 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas), Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.

FARREL, M.J. The Measurement of Productive Efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)**, v. 120, n. 3, p. 253 - 281, 1957.

GHILARDI, W. J. **Avaliação não-paramétrica de desempenho do setor bancário brasileiro**. Santa Maria: UFSM, 2006. Dissertação (Mestrado em Administração), Centro de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

KASSAIS, S.; SANTOS, A. **Utilização da análise envoltória de dados (DEA) na análise de demonstrações contábeis**. São Paulo: USP, 2002. Tese (Doutorado em Contabilidade na área de contabilidade e controladoria), Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, 2002.

LIANG, L.; COOK, W.; ZHU, J. DEA models for two-stage processes: Game approach and efficiency decomposition. **Naval Research Logistics**, 2008 v. 55 n. 7, p. 643 –653.

LORENZETTI, J. R.; LOPES, A. L. M.; LIMA, Marcus Vinicius Andrade de. Aplicação de Análise Envoltória de Dados (DEA) na Avaliação de Desempenho de Unidades Produtivas para Área de Educação Profissional. **Estratégia e Negócios**, v. 3, n. 1, p. 168- 187, jan./jun. 2010.

LUO, Y.; BI, G.; LIANG, L. Input/output indicator selection for DEA efficiency evaluation: An empirical study of Chinese commercial banks. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 1, p. 1118–1123, jan2012.

MACEDO, M.A.S.; SANTOS, R.M.; SILVA, F.F. **Desempenho Organizacional no Setor Bancário Brasileiro: uma aplicação da Análise Envoltória de Dados Autoria**. 2005. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/diversos/trabalhos/EnANPAD/enanpad_2005/FIC/2005_FIC B1203.pdf>. Acesso em: 20 set. 2015.

MATARAZZO, D. C. **Análise Financeira de Balanços: abordagem básica e gerencial**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

PADOVEZE, C. L. **Contabilidade Gerencial: um enfoque em sistema de informação contábil**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

PAULA, L. F.; OREIRO, J. L. **Sistema Financeiro: uma análise do setor bancário brasileiro**. Rio de Janeiro: Editora Campus/Elsevier, 2007.

SEIFORD, L. M.; ZHU, J. Profitability and marketability of the top 55 U.S. commercial banks. **Management Science**, v. 45, n. 9, p. 1270 - 1288, 1999.

SOUZA, P. C. T.; WILHELM, V. E. Uma introdução aos modelos de DEA de eficiência técnica. **Tuiuti: Ciência e Cultura**, n. 42, p. 121 - 139, 2009.

STAUB, R. B.; SOUZA, G. S.; TABAK, B. M. Evolution of bank efficiency in Brazil: A DEA approach. **European Journal of Banking and Finance**. v. 202, n. 1, 2010.

WANG, Y. M.; CHIN, K. S. Some alternative DEA models for two-stage Process. **Expert Systems with Applications**, v. 37, n. 12, p. 8799–8808, dez. 2010.

WANKE, P. BARROS; C. Two-stage DEA: An application to major Brazilian banks. **Expert Systems with Applications**, v. 41, n. 5, p. 2337–2344, abr. 2014.