



Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade – FACE  
Departamento de Administração – ADM

IAGO COTRIM HENRIQUES

**Análise Envoltória de Dados: Aplicação no Setor Bancário  
Brasileiro**

Brasília  
2016



IAGO COTRIM HENRIQUES

## **Análise Envoltória de Dados: Aplicação no Setor Bancário Brasileiro**

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

Orientador: Prof. Dr. Vinicius Amorim Sobreiro.

Brasília  
2016

Henriques, Iago Cotrim.

Análise Envoltória de Dados: Aplicação no Setor Bancário Brasileiro. / Iago Cotrim Henriques - Brasília, 2016.

98 p. : il.

Monografia (bacharelado) - Universidade de Brasília - UnB, Departamento de Administração - ADM, 2016.

Orientador: Prof. Dr. Vinicius Amorim Sobreiro,  
Departamento de Administração - ADM.

IAGO COTRIM HENRIQUE

**Análise Envoltória de Dados: Aplicação no Setor Bancário  
Brasileiro**

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

**Iago Cotrim Henrique**



Prof. Dr. Vinicius Amorim Sobreiro

Professor-Orientador



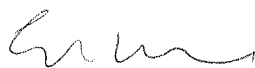
Prof. Tit. Herbert Kimura

Professor-Examinador



Prof. Dr. Carlos Rosano-Peña

Professor-Examinador



Prof. Me. Santiago Ravassi

Professor-Examinador

Brasília, 17 de junho de 2016



# **Dedicatória**

Dedico este trabalho a Deus e à minha família por tudo que representam na minha vida, por sempre estarem ao meu lado e por todo apoio e amor que sempre recebi.





# Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por sua maravilhosa graça e infinita misericórdia, que me dá forças, me direciona e me ajuda em todos os momentos. Sem Ele eu nada seria. Agradeço a minha mãe Meire Elizabete Cardozo Cotrim Henriques e meu pai Antônio José Gonçalves Henriques por todo amor, toda atenção e carinho que sempre recebi deles ao longo de minha vida. Agradeço meu irmão Rafael Cotrim Henriques e meu primo Caio Cardoso Cotrim Henriques pelas pessoas que são na minha vida, pelo apoio e pela amizade. Agradeço ao meu orientador, o prof. Dr. Vinicius Sobreiro Amorim, com quem tive oportunidade de aprender muitas coisas, por toda dedicação e empenho na orientação deste trabalho. Agradeço aos meus amigos de faculdade que me acompanharam nessa caminhada, em especial o Quarteto Fantástico composto pela Ana Júlia Akaishi Padula, Érica Santos Martins e Giordano Brunno Magrini Martins, um amigo que agradeço a Deus por ter conhecido, pela convivência e boas risadas que tornaram esse período de faculdade mais especial. Agradeço aos professores Dr. Pedro Henrique Melo Albuquerque, Dr. Carlos Rosano Peña e Dr. Enzo Barbeiro Mariano por toda disposição e pela ajuda que recebi neste trabalho. Por fim, agradeço a Universidade de Brasília pelo conhecimento adquirido nessa instituição.



# Epígrafe

*“O temor do Senhor é o princípio da sabedoria, e o conhecimento do Santo a prudência.”*

Provérbios 9:10



# Resumo

Dado o acirramento da competitividade no setor bancário brasileiro, uma boa utilização de recursos tem sido vital para a sobrevivência dos bancos. Dentre as várias técnicas existentes para mensurar o desempenho, a *Data Envelopment Analysis* (DEA) tem se destacado por ser uma técnica que requer poucas informações prévias, não necessita que as variáveis estejam na mesma unidade de medida e cria uma fronteira de eficiência a partir das melhores práticas observadas empiricamente, a partir de um grupo homogêneo de *Decision Making Units* (DMU). O presente trabalho teve como objetivo aplicar a DEA nos 10 maiores bancos brasileiros, em termos de ativo total, para avaliar a eficiência bancária no período de 2010 – 2014, buscando verificar quais foram os bancos mais vezes eficientes, se os mais eficientes foram os maiores e se há diferença nos índices de eficiência nos modelos básicos da DEA. Para tal, foi utilizado a base de dados disponibilizada pelo Banco Central do Brasil (BACEN), intitulada de “Os cinquenta maiores bancos”. O estudo supre uma escassez de pesquisas em bancos brasileiros que utilizem a abordagem de intermediação, um dos principais métodos para selecionar variáveis na DEA em bancos. Os modelos utilizados foram o Charnes, Cooper e Rhodes (CCR) e o Banker, Cooper e Charnes (BCC), que permitiram auferir a eficiência técnica, de escala e puramente técnica. Os bancos brasileiros apresentaram uma eficiência média de 86,79% pelo modelo CCR e 96,09% segundo o BCC. O principal causador da ineficiência bancária foi em decorrência de problemas de escala. O banco Safra foi o mais eficiente da amostra, evidenciando que não necessariamente os maiores bancos serão os mais eficientes.

**Palavras-Chaves:** *Análise Envoltória de Dados (DEA); Eficiência bancária.*



# Abstract

Given the raise of competition of the Brazilian banking sector, a good use of resources has been vital to the survival of the banks. Among various techniques that exists to measure the performance, DEA has stood out for being a technique that requires little prior information, does not require that the variables are in the same unit of measure and creates an efficient frontier from the best empirically observed practice from a homogeneous group of DMUs. This study aimed to apply DEA in the top ten Brazilian banks in terms of total assets, to measures the banking efficiency in the period of 2010 – 2014, seeking to verify what were the most efficient banks, if the most efficient were the larger and if there are differences in the efficiency ratios of the basic models of DEA. For this, was used the database provided by the BACEN, titled “The fifty largest banks”. The study fills the gap of research on Brazilian banks that uses the intermediation approach, one of the main methods to select variables for DEA in banks. The models used were CCR and BCC, which allowed to obtain the technical efficiency, pure technical efficiency and scale efficiency. The Brazilian banks had an average efficiency of 86,79% under the CCR model and 96,09% under BCC model. The main cause of bank inefficiency was due to scale problems. Safra bank was the most efficient of the sample, showing that not necessarily the largest banks will be the most efficient.

**Keywords:** Data Envelopment Analisis (DEA); Bank Efficiency.





# Lista de Figuras

1.1	Função dos intermediários financeiros . . . . .	1
2.1	Dados sobre os atletas. . . . .	13
2.2	Melhoria para o atleta $F$ . . . . .	14
2.3	Comparação dos atletas – Dois <i>inputs</i> . . . . .	15
2.4	Comparação entre CCR e BCC. . . . .	21
2.5	Ordem cronológica da aplicação de DEA em bancos considerando os estudos abordados neste trabalho. . . . .	37



# Lista de Tabelas

2.1	Investimento e vitórias. . . . .	11
2.2	Horas de treino. . . . .	14
2.3	Exemplo atleta – Tabela padronizada. . . . .	15
2.4	Número de bancos no Brasil. . . . .	22
2.5	Nível de concentração. . . . .	25
2.6	DEA e eficiência bancária. . . . .	36
3.1	Maiores bancos: 2014. . . . .	42
3.2	Artigos abordagem intermediação. . . . .	45
3.3	<i>Inputs e outputs</i> . . . . .	46
3.4	<i>Inputs e outputs</i> : Ano 2010. . . . .	46
3.5	<i>Inputs e outputs</i> : Ano 2011. . . . .	47
3.6	<i>Inputs e outputs</i> : Ano 2012. . . . .	47
3.7	<i>Inputs e outputs</i> : Ano 2013. . . . .	47
3.8	<i>Inputs e outputs</i> : Ano 2014. . . . .	48
4.1	Resultado. . . . .	50
4.2	<i>Ranking</i> de eficiência. . . . .	53



# Lista de Siglas

BACEN	Banco Central do Brasil.
BB	Banco do Brasil.
BCC	Banker, Cooper e Charnes.
BNB	Banco do Nordeste do Brasil.
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento.
CCR	Charnes, Cooper e Rhodes.
CEF	Caixa Econômica Federal.
CGPC	Conselho de Gestão e Previdência Complementar.
CMN	Conselho Monetário Nacional.
CNSP	Conselho Nacional de Seguros Privados.
CRS	<i>Constant Return Scale.</i>
CVM	Comissão de Valores Mobiliários.
DEA	<i>Data Envelopment Analysis.</i>
DMU	<i>Decision Making Units.</i>
EPT	Eficiência Puramente Técnica.
ES	Eficiência de Escala.
ET	Eficiência Técnica.
FA	Fusões e Aquisições.
FMI	Fundo Monetário Internacional.
IHH	Índice de Herfindahl–Hirschman.
PROER	Programa de Estímulo à Reestruturação e ao Fortalecimento do Sistema Financeiro Nacional.
PROES	Programa de Incentivo para a Redução do Setor Público Estadual na Atividade Bancária.
SBM	<i>Slack Based Model.</i>
SFA	<i>Stochastic Frontier Analysis.</i>
SFN	Sistema Financeiro Nacional.
SUMOC	Superintendência da Moeda e do Crédito.
VRS	<i>Variable Return Scale.</i>



# Lista de Símbolos

$x_a$	<i>Input</i> da DMU em análise.
$x_e$	<i>Input</i> da DMU eficiente.
$x$	<i>Input</i> da DEA.
$y_a$	<i>Output</i> da DMU em análise.
$y_e$	<i>Output</i> da DMU eficiente.
$y$	<i>Output</i> da DEA.
$h_k$	Eficiência da $DMU_k$ .
$\theta$	Índice de eficiência.
$u, v$	pesos do <i>outputs</i> e <i>inputs</i> a serem calculados pela DEA.
$u$	Variável que representa os resultados de escala..





# Sumário

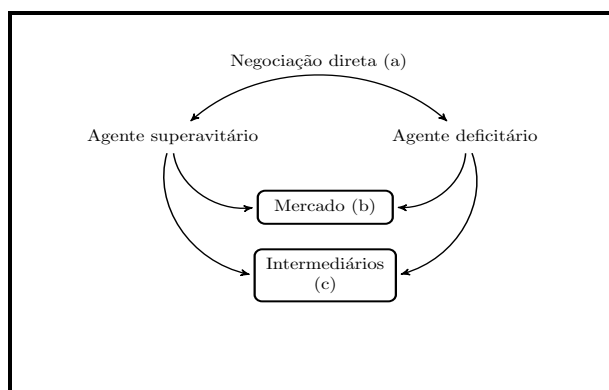
<b>Dedicatória</b>	<b>vii</b>
<b>Agradecimentos</b>	<b>ix</b>
<b>Epígrafe</b>	<b>xi</b>
<b>Resumo</b>	<b>xiii</b>
<i>Abstract</i>	<b>xv</b>
<b>Lista de Figuras</b>	<b>xvii</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>xix</b>
<b>Lista de Siglas</b>	<b>xxi</b>
<b>Lista de Símbolos</b>	<b>xxiii</b>
<b>Sumário</b>	<b>xxv</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2 Revisão da literatura</b>	<b>9</b>
2.1 DEA . . . . .	9
2.1.1 História e contexto . . . . .	9
2.1.2 Modelo CCR . . . . .	17
2.1.3 Modelo BCC . . . . .	19
2.2 Sistema Financeiro Nacional . . . . .	21
2.2.1 Histórico do Sistema Financeiro Nacional . . . . .	21
2.2.2 Organização do SFN . . . . .	25
2.2.3 Bancos . . . . .	28
2.3 DEA e eficiência bancária . . . . .	30
<b>3 Método</b>	<b>39</b>
3.1 Modelo DEA utilizado e ET, EPT e ES. . . . .	39
3.2 Orientação, base de dados e DMUs. . . . .	40
3.3 Definição do critério para escolha de variáveis. . . . .	42
<b>4 Resultados e discussões</b>	<b>49</b>
<b>5 Conclusão</b>	<b>57</b>
5.1 Contribuições . . . . .	58
5.2 Limitações e recomendações futuras . . . . .	58

<b>Referências</b>	<b>59</b>
<b>Glossário</b>	<b>69</b>
<b>Índice de autores</b>	<b>71</b>

# Capítulo 1

## Introdução

As instituições financeiras são de extrema importância para a economia de um país. Elas visam conciliar os interesses de agentes econômicos superavitários com a necessidade de recursos de agentes deficitários (Assaf Neto & Lima, 2010). Além disso, segundo (Modenesi, 2007), tais instituições são capazes de corrigir, em parte, imperfeições no mercado, como a assimetria de informação, a falta de garantia de pagamento dos empréstimos, a diferença entre volume de capital disponível para empréstimo de um investidor e o volume necessário pelos agentes deficitários e a incompatibilidade de prazos entre poupadores e tomadores de recursos.



**Figura 1.1:** Função dos intermediários financeiros

**Fonte:** Adaptado de Howells e Bain (2007, p. 2).

Conforme mostrado na Figura 1.1, os agentes têm três opções para aplicar recursos ou receber empréstimo. Em (a), há a negociação direta, em que é necessário que os dois agentes entrem em acordo no que tange ao prazo do empréstimo, taxa de juros e como será feito o pagamento. O risco do agente superavitário consiste na contraparte não pagar o valor acordado. Outra forma de captar recursos, representada por (b), é no mercado. Os agentes superavitários irão comprar títulos de agentes deficitários. Esses títulos podem ser vendidos pelo credor para terceiros. As ações de empresas comercializadas em bolsa de valores ilustram bem essa situação. Por fim, em (c), a operação de aplicação e empréstimo de recursos é intermediada por uma instituição financeira. Nesse caso, os agentes deverão entrar em acordo com a instituição, e não um com o outro (Howells & Bain, 2007, p. 2). Se na situação (a) o risco do negócio era da contraparte não pagar, agora é da instituição não pagar, o que geralmente é bem inferior.

Para Ross, Westerfield, e Jaffe (2008, p. 57), “*os mercados financeiros existem para facilitar a captação e aplicação de recursos por indivíduos*”. Considerando que os agentes econômicos não gastem todos os seus recursos, é importante a presença de uma instituição financeira para que o excedente seja investido, pois posteriormente o agente superavitário poderá receber o principal investido acrescido de uma taxa de juros sobre este valor. Dependendo do tipo de investimento, a remuneração do capital será maior, entretanto haverá maior risco do investidor não receber o montante esperado, explicitando a relação existente entre risco *versus* retorno.

Por outro lado, ainda segundo Ross et al. (2008), o agente deficitário irá buscar as instituições financeiras para captar recursos, ficando comprometido a liquidar essa dívida em uma data futura acrescida de juros. O valor dessa taxa de juros vai depender de diversos fatores de mercado e, também, da capacidade do tomador de recurso de honrar sua dívida. Atualmente, dado a complexidade dos mercados financeiros, é difícil imaginar como as organizações conseguiriam se financiar se não houvessem instituições financeiras. Possivelmente muitas oportunidades vantajosas seriam perdidas por não haver recursos para investimento.

Além da intermediação em si, outra atividade extremamente importante das instituições financeiras é o gerenciamento do risco. Jorion (2006) aponta que a finalidade das instituições financeiras é assumir, intermediar ou aconselhar sobre o risco. Por contarem com grandes volumes de recursos, essas instituições conseguem absorver o risco por meio da diversificação de suas carteiras de investimentos. Com isso, elas são capazes de minimizar o risco inerente ao negócio, fornecendo aos seus clientes superavitários garantia de pagamento dos recursos emprestados. Dentre as várias definições de risco existente, considera-se aqui o de risco definido por Jorion (2006), que se refere a volatilidade de resultados inesperados<sup>1</sup>.

Podem haver indivíduos que queiram correr pouquíssimo risco, enquanto outros estão dispostos a se arriscar mais por retornos maiores. As instituições financeiras são importantes nesse contexto por adequar as necessidades de emprestadores com a de captadores. O investidor mais averso ao risco encontrará um tipo de investimento mais semelhante ao seu perfil, assim como aquele que esteja disposto a se arriscar mais. Pode-se concluir então que mesmo em um mundo ideal com mercado eficiente, em que não haja assimetria de informação, imperfeições ou fricções de mercado e que todos os investidores tenham acesso e utilizem todas as informações disponíveis para tomar a melhor decisão de investimento, ainda sim as instituições financeiras têm papel fundamental.

Dentre as várias instituições financeiras existentes, o presente trabalho irá focar nos bancos que, por sua vez, é um intermediário financeiro que recebe depósitos de agentes superavitários e realiza empréstimos a agentes deficitários. Em outras palavras, os bancos compatibilizam as necessidades de financiamento de investidores com os desejos de poupança de poupadores, realizando a operação conhecida como transformação de prazos, que pode ser compreendida como a captação recursos de curto prazo, frequentemente recuperáveis, e o empréstimo desses recursos em um prazo maior aos agentes que queiram realizar investimentos (Modenesi,

---

<sup>1</sup>Para maiores informações sobre os tipos de risco e como as instituições financeiras o gerenciam, ver Jorion (2006).

2007, p. 65). Assim, não há necessidade que emprestadores e tomadores entrem em acordo diretamente sobre os prazos dos recursos que são negociados. Além disso, não há a necessidade desses agentes sequer conhecer um ao outro, pois o banco irá realizar essa intermediação (Ross et al., 2008, p. 57 – 58).

De acordo com Tsolas e Charles (2015, p. 3491), o setor bancário tem um papel central no desenvolvimento da economia e, com isso, problemas nesse setor são focos de muitos trabalhos. Svitalkova (2014, p. 664) afirmou que é importante para cada país ter um sistema bancário consolidado e avançado, pois quanto melhor for o sistema bancário de um país, mais competitivo ele será. Analisando o cenário do sistema bancário brasileiro, antes do Plano Real, as instituições financeiras tinham alta dependência do *spread*<sup>2</sup> (Souza & Macedo, 2009, p. 83). A possibilidade de obter altos ganhos em uma época de inflação acentuada estimulou os bancos a investirem em agências por todo o país, visando atender a demanda existente.

Após o Plano Real, os bancos precisaram alterar sua maneira de funcionamento para manter a rentabilidade, uma vez que o alto ganho de *spread* oriundo da inflação foi fortemente reduzido (Souza & Macedo, 2009, p. 83). Houve então uma época marcada por muitas fusões e aquisições, fechamento de diversas agências, e pesados investimentos em tecnologia, que possibilitou a realização de serviços bancários por parte dos clientes sem a necessidade de ir a uma agência. Além disso, mudanças nas normas do Sistema Financeiro Brasileiro incentivou muitas empresas financeiras estrangeiras a se instalarem no Brasil, aumentando substancialmente a concorrência no setor.

O acirramento da competitividade no setor bancário brasileiro impulsionou as organizações a buscarem uma utilização cada vez mais eficiente dos recursos, já que isso pode representar tanto uma importante vantagem competitiva como um problema que pode comprometer a lucratividade da organização caso haja ineficiências. Esse interesse de avaliar o desempenho e tentar aprimorar as atividades gerenciais e operacionais, culminado pela globalização, não foi exclusividade dos bancos brasileiros, mas sim uma característica presente nas mais diversas empresas ao redor do mundo. Berger e Humphrey (1997, p 11), por exemplo, examinaram 130 estudos, com aplicações em 21 países diferentes, que buscaram avaliar a eficiência bancária por meio métodos paramétricos e não paramétricos, o que evidencia a importância de estudos de eficiência para esse setor.

Motivado pela necessidade de desenvolver métodos e modelos para avaliar a produtividade, Farrel (1957, p. 255 – 260), um dos pioneiros dos estudos de eficiência, chamou a atenção para o conceito de eficiência técnica, que pode ser compreendida como a melhor combinação de insumos para gerar um determinado produto segundo a sua capacidade produtiva. Sua pesquisa teve enfoque em aspectos observáveis, práticos. Em suas palavras, na página 256 de seu artigo, “é melhor comparar performances com as melhores práticas existentes e alcançadas do que com algum ideal inatingível”<sup>3</sup>. Seu trabalho teve grande impacto e auxiliou as organizações

---

<sup>2</sup>Assaf Neto e Lima (2010, p. 20) afirma que o *spread* bancário pode ser entendido como a diferença entre a taxa de juros cobrada dos tomadores de empréstimo e a paga aos agentes superavitários que investiram seus recursos no banco.

<sup>3</sup>Tradução livre.

a avaliarem mais adequadamente a eficiência, uma vez que até então a ideia de eficiência estava ligada a índices restritivos como produtividade média por trabalhador, produtividade do capital, etc.

O modelo proposto por Farrel (1957) abriu caminho para uma nova área de pesquisa. No seu trabalho, ele se concentrou em exemplos numéricos para situações de múltiplos *inputs* com apenas um *output*, apesar de ele ter formulado problemas com múltiplos *outputs* (Cook & Seiford, 2009, p. 1). Aproximadamente 20 anos depois, utilizando as técnicas descritas em Charnes e Cooper (1962) para transformar problemas de programação linear fracionais em programação linear simples, Charnes, Cooper, e Rhodes (1978) propuseram um novo modelo, em que poderia se combinar múltiplos insumos com múltiplos produtos, produzindo um índice de eficiência relativo baseado em um conjunto de unidades organizacionais observáveis, chamadas de DMUs. Esse novo modelo ficou conhecido como *Constant Return Scale* (CRS), também chamado de CCR. Essa nova técnica cresceu rapidamente, sendo bastante utilizada tanto em situações teóricas, quanto práticas. Posteriormente, Banker, Charnes, e Cooper (1984, p. 1086) estenderam o modelo CCR, com a introdução de retornos variáveis de escala, criando o modelo BCC ou *Variable Return Scale* (VRS).

O modelo CCR deu origem ao modelo chamado de Análise Envoltória de Dados, ou DEA. Essa técnica empírica é uma forma não-paramétrica<sup>4</sup> para medir a eficiência de um grupo homogêneo de DMUs, em que, por meio da transformação de um problema de programação não linear com infinitas soluções em programação linear, cria-se uma fronteira eficiente, que consiste nas melhores práticas observadas no grupo (Cooper, Seiford, & Tone, 2006; Mariano, Sobreiro, & Rebelatto, 2015). Além disso, esse modelo permite medir o nível de eficiência das unidades que não pertencem a fronteira eficiente e identificar possíveis *benchmarks* para que essas DMUs ineficientes se tornem eficientes (Seiford & Zhu, 1999, p. 1277).

A DEA tem sido extensivamente utilizada para avaliar a eficiência relativa nas mais diversas situações. Conforme é mostrado em Mariano, Almeida, e Rebelatto (2006, p. 3), áreas como transporte rodoviário, portos, aeroportos, saúde, educação, esportes, planejamento, meio ambiente, marketing, manufatura, teoria dos jogos, estratégia, sociologia, recursos humanos, entre diversas outras áreas, além do setor bancário, que é o foco do presente trabalho, contam com diversas pesquisas aplicando a DEA. O primeiro estudo utilizando esta técnica no setor bancário foi realizado por Sherman e Gold (1985), que avaliaram 14 agências de um banco. Após a pesquisa de Sherman e Gold (1985), o setor bancário se tornou uma das principais áreas de interesse para a aplicação da DEA, sendo utilizada para avaliar a performance desse setor em diversos países ao redor de todo o mundo.

George Assaf, Barros, e Matousek (2011) avaliaram a eficiência técnica de 9 bancos sauditas nos anos de 1997 a 2007 utilizando o modelo de dois estágios de DEA. No primeiro estágio foi utilizado um modelo *bootstrapped* DEA-VRS para identificar os índices de eficiência e, no segundo estágio, os autores utilizaram um modelo *bootstrapped* de regressão para identificar as covariâncias que explicam as eficiências técnicas. Em outras palavras, no segundo estágio foi

---

<sup>4</sup>Técnicas que não permitem inferências estatísticas, ou seja, não é possível ampliar os resultados encontrados pela DEA em uma amostra para toda a população (Ferreira & Gomes, 2009, p. 23).

analisado a relação entre os índices de eficiência encontrados e variáveis chaves como controle o acionário do banco (público ou privado?). Os resultados encontrados apontam que os bancos sauditas vêm aumentando substancialmente seus índices de eficiência desde 2004. Além disso, os bancos com controle estrangeiro precisam melhorar sua eficiência técnica. Isso acaba sendo uma contradição com a noção geral de que o capital estrangeiro traz consigo habilidades administrativas e, por conseguinte, melhores índices de eficiência.

Seiford e Zhu (1999) também utilizaram o modelo de dois estágios da DEA, analisando a lucratividade nos 55 maiores bancos comerciais dos Estados Unidos. No primeiro estágio, foi avaliado a lucratividade, já no segundo a *marketability*<sup>5</sup>. Considerou-se três *inputs* no primeiro estágio: número de trabalhadores, ativos e estoques de capital, com dois *outputs*: lucro e rendimentos. O segundo estágio utilizou os *outputs* do estágio anterior (lucro e rendimentos) para averiguar a capacidade do banco de converter isso em *marketability*, mensurado por meio de três *outputs*: valor de mercado, retorno total aos investidores e lucro por ação. Verificou-se que os bancos relativamente maiores exibiram melhores desempenhos em lucratividade, enquanto bancos menores exibiram melhor níveis de *marketability*.

Liu (2010) mensurou e categorizou a eficiência técnica de 25 bancos comerciais de Taiwan, de 1997 a 2001, empregando o índice de produtividade de Malmquist<sup>6</sup> para calcular, por meio da DEA, a eficiência técnica e mudanças na produtividade dos bancos após a crise asiática. Foram considerados três *inputs*: número de trabalhadores, ativos imobilizados e depósitos totais. Como *outputs* foram considerados necessidade de depósitos, empréstimos de curto prazo e empréstimos de médio prazo. Os resultados apontam que a eficiência técnica de 15 bancos aumentou ao decorrer do período analisado, enquanto de 10 bancos caíram. Em resumo, os bancos comerciais apresentaram queda na eficiência técnica, mas melhorias nos níveis de tecnologia.

No que tange ao setor bancário brasileiro, Ceretta e Niederauer (2001) avaliaram a rentabilidade e eficiência dos bancos brasileiros utilizando a DEA. Por meio da comparação de uma matriz de rentabilidade *versus* eficiência produtiva, foram analisados 144 conglomerados financeiros com dados relativos ao segundo semestre de 1999, em que foi considerado como variáveis volume de receita, resultado do semestre, capital próprio e capital de terceiros. A matriz de rentabilidade foi construída através da análise comparativa dos bancos, por meio da DEA. Os conglomerados financeiros foram agrupados em três categorias de acordo com seu porte, visando homogeneizar os grupos: grande, médio e pequeno. Os resultados encontrados sugerem que os conglomerados de grande porte têm eficiência operacional e rentabilidade bem superior aos demais. Eles são também os que apresentam melhor harmonia na utilização do capital próprio e de terceiros. Além disso, os mesmos autores identificaram pouca relação entre eficiência operacional e rentabilidade.

Souza e Macedo (2009) aplicaram a DEA na avaliação do desempenho dos 100 maiores

---

<sup>5</sup>Fatores como valor de mercado, lucro por ação e retorno aos investidores compõem a *marketability* (Seiford & Zhu, 1999, p. 1271).

<sup>6</sup>O índice de Malmquist avalia a mudança na eficiência relativa das DMUs em múltiplos períodos (Řepková, 2012, p. 782). Para maiores informações, por favor, veja Malmquist (1953).

bancos em atividade no Brasil, no período de 2001 a 2005, por meio de um modelo da DEA de fronteira composta (padrão e invertida), que combinou os indicadores de imobilizado, custo operacional, alavancagem, liquidez imediata, nível de depósitos, nível de operações de créditos e rentabilidade operacional. A classificação dos bancos foi feita considerando os seguintes aspectos:

1. Ser um dos melhores da amostra no seu ponto forte; e
2. Não ser um dos piores no critério que seja seu ponto fraco.

Os bancos foram divididos de acordo com seu segmento: varejo, atacado, *middle market* e financiamento. Os resultados apontam que os líderes em desempenho não eram as maiores instituições em termos de ativos. Em alguns casos, como os segmentos bancários de atacado, financiamento e varejo, os melhores desempenhos estavam associados a bancos de pequeno porte.

Wanke e Barros (2014) mediram a eficiência dos bancos brasileiros utilizando um modelo DEA de dois estágios. O primeiro estágio foi chamado de eficiência de custos e o segundo de eficiência produtiva. Os resultados encontrados mostraram que os bancos brasileiros tendem, comparativamente, a ser mais eficientes em converter despesas administrativas e despesas com pessoal em patrimônio líquido e ativos permanentes do que gerenciar recursos físicos e humanos, ou seja, são mais eficientes em produtividade do que em gerenciar custos. Outro resultado encontrado é que bancos estrangeiros são, em geral, mais eficientes em custos e produtividade do que os brasileiros. Isso se explica devido a transferência de conhecimentos da matriz e ganhos provenientes de economia de escala. Nesse sentido, foi identificada relação entre o tamanho do banco e a eficiência de custos. Maiores bancos tiveram maiores níveis de eficiência de custos.

Périco, Rebelatto, e Santana (2008) avaliaram por meio de DEA a eficiência dos bancos comerciais instalados no país. A técnica foi aplicada nos 12 maiores bancos da base de dados divulgada pelo BACEN, intitulada de “Os 50 maiores bancos”, do ano de 2005. Buscou-se verificar se as maiores organizações bancárias dessa amostra são também as mais eficientes, no que diz respeito à utilização dos seus recursos. Os resultados encontrados mostram que os maiores bancos, segundo o ativo total, não necessariamente são os mais eficientes.

Apesar de diversos estudos aplicando DEA no setor bancário brasileiro, somente um dos que foram aqui analisados utilizaram a abordagem de intermediação, proposta por Sealey e Lindley (1977), que considera como objetivo principal de um banco converter suas despesas e seus passivos, como depósitos, em *outputs*, como empréstimos e investimentos (Chan, Koh, Zainir, & Yong, 2015, p. 89). Essa abordagem serve como orientação para a seleção de *inputs* e *outputs*. Ela tem sido muito utilizada em diversos estudos de DEA no setor bancário ao redor do mundo, sendo, juntamente com a abordagem de produção, as duas principais abordagens considerada na literatura Drake, Hall, e Simper (2009, p. 3).

Tendo em vista a relevância dessa técnica para pesquisadores estrangeiros que almejam avaliar a eficiência bancária, o presente estudo pretende suprir a lacuna existente nos estudos brasileiros no que tange a utilização da abordagem de intermediação para avaliar a eficiência dos



bancos por meio da DEA. Como *inputs* foram considerados: número de funcionários, depósitos totais e ativo permanente. Já como *outputs*: empréstimos totais.

Considerando as características descritas por Sampieri, Collado, e del Pilar Baptista Lucio (2013) para cada tipo de pesquisa, o presente estudo é classificado como pesquisa não-experimental, longitudinal de painel, com objetivo de verificar qual banco foi mais vezes eficiente, analisando ano a ano, no período de 2010 a 2014, utilizando a base de dados intitulada de “Os cinquenta maiores bancos”, disponibilizada no site do BACEN. Além disso, será comparado os índices de Eficiência Técnica (ET), Eficiência Puramente Técnica (EPT) e Eficiência de Escala (ES). Ao final deste trabalho espera-se responder as seguintes perguntas:

1. Quais foram os bancos considerados eficientes mais vezes em relação ao grupo estudado?
2. Os maiores bancos, se comparado entre os mais relevantes do Sistema Financeiro Nacional (SFN), são também os mais eficientes?

O capítulo seguinte abordará o conceito de eficiência para diferentes autores e como esta conceituação serviu para inspirar a criação da DEA. Posteriormente, será explicado a origem da análise envoltória de dados, bem como suas principais características e seus modelos básicos, além das equações que serão utilizadas neste trabalho. Será abordado também as características do Sistema Financeiro Nacional, as instituições que o compõe e a concentração nesse sistema. O capítulo 3, composto pelo método utilizado neste estudo, apresentará quais as principais abordagens na literatura para a seleção das variáveis e qual foi a utilizada neste trabalho, tendo em vista que o índice de eficiência relativa final produzido pela DEA é muito sensível a quais variáveis foram utilizadas no modelo (Wagner & Shimshak, 2007, p. 57). O capítulo 4 discutirá os resultados encontrados por meio da aplicação da DEA na base de dados. Por fim, no capítulo 5 será feita a conclusão do trabalho, com o resumo geral do que foi feito e dos resultados encontrados, apontando as limitações deste trabalho e as sugestões para pesquisas futuras.



## Capítulo 2

# Revisão da literatura

## 2.1 DEA

### 2.1.1 História e contexto

A DEA teve início com a tese de doutoramento de Edward Rhodes, sob a supervisão de William W. Cooper na Universidade Carnegie Mellon. O professor Rhodes almejou avaliar o *Program Follow Through*, um programa educacional para estudantes pertencentes a minorias, como os hispânicos e afrodescendentes, nas escolas públicas dos Estados Unidos patrocinadas pelo governo federal norte-americano, em comparação com escolas que não pertenciam ao programa (Charnes, Cooper, Lewin, & Seiford, 1994, p. 3). Como produtos foram considerados habilidades cognitivas, psicomotoras e capacidade de se relacionar. Já como insumos foram considerados o número de professores-hora e o tempo gasto pela mãe com leituras para o filho (Charnes et al., 1978, p. 429).

Essa técnica, que tem sido utilizada para comparar e avaliar as organizações nas mais diversas situações, teve a contribuição de vários outros pesquisadores. Seiford (1996, p. 99 – 100) aponta que teóricos como Afriat (1972), Aigner e Chu (1968), Shephard (1970), Debreu (1951) e Farrel (1957), além das definições conceituais de Koopmans (1952), Pareto (1927) e as manipulações algébricas de Charnes e Cooper (1962), que possibilitaram transformar programação linear fracional em programação linear convencional, contribuíram para a criação desse modelo.

A obra de Pareto (1927), que posteriormente ganhou o Prêmio Nobel de Economia de 1975, definiu o conceito de eficiência nas trocas, em que “ninguém consegue aumentar o próprio bem-estar sem reduzir o bem-estar de alguma outra pessoa” (Pindyck & Rubinfeld, 2010, p. 526). Posteriormente, esse conceito também ficou conhecido como Lei de Pareto ou eficiência de Pareto, com aplicações na área de produção, ou seja, para que uma organização seja Pareto-eficiente ela não poderá melhorar nenhum de seus insumos ou produtos sem piorar alguns de seus outros insumos e produtos.

Seguindo com o trabalho de Pareto, Koopmans (1952) define que a utilização de *inputs* para se transformar em *outputs* não poderia melhorar se essa resultasse na piora de um

ou mais produtos finais. Se variáveis exógenas, como a oferta e demanda dos produtos finais fosse conhecida, a quantidade de insumos na função produção seria determinada de acordo com essas variáveis (Ferreira & Gomes, 2009, p. 61). Na literatura, posteriormente, esse conceito de eficiência ficou conhecido como eficiência de Pareto–Koopmans.

Inspirado em Debreu e Koopmans, Farrel (1957, p. 263 – 264) percebeu que, até então, a ideia de eficiência nas organizações estava ligada a produtividade total, produtividade do capital, produtividade média por trabalhador, dentre outras. Eram formas restritivas e que não forneciam um índice geral de eficiência. Motivado pela necessidade de ter uma medida de eficiência satisfatória, ele propôs o conceito de eficiência técnica, compreendida como a melhor combinação de insumos para gerar um determinado produto segundo a sua capacidade produtiva.

Além da eficiência técnica, Farrel (1957, p. 254 – 255) também propôs o conceito de eficiência alocativa, que leva em conta os preços dos insumos utilizados, ou seja, uma organização pode ser eficiente tecnicamente, mas ineficiente alocativamente. Segundo Ferreira e Gomes (2009, p. 53), a eficiência alocativa “reflete a habilidade de uma firma utilizar os insumos em proporções ótimas, dados os seus respectivos preços, minimizando os custos”. Por fim, Farrel (1957, p. 254 – 255) afirmou que uma organização alcançaria a eficiência geral quando ela fosse eficiente tanto na questão técnica quanto alocativa. Por ser difícil definir com precisão os preços dos insumos e produtos, na literatura é mais utilizado a eficiência técnica.

O grande desafio encontrado em lidar com múltiplos *inputs* e *outputs* na avaliação do programa *Follow Through* e o desejo de comparar as escolas entre si e encontrar um índice de eficiência técnica relativa culminou na criação do modelo conhecido como CCR. Esse modelo ampliou o trabalho de Farrel (1957) que lidava com apenas um *output*, possibilitando trabalhar em casos com diversos insumos e produtos, como o do programa analisado por Edward Rhodes.

A DEA é uma técnica não paramétrica, isto é, não utiliza inferências estatísticas, como medidas de tendência central, testes de coeficientes ou formalizações de análises de regressão (Ferreira & Gomes, 2009, p. 19). Essa técnica matemática utiliza programação linear para analisar um grupo homogêneo de organizações que contenham os mesmos insumos e produtos, para assim identificar as organizações mais eficientes e apontar o que as ineficientes devem fazer para se tornar eficientes. Em outras palavras, a DEA aponta as melhores práticas, criando a partir delas uma fronteira eficiente (Charnes et al., 1994, p. 7 – 8).

Após a publicação de Charnes et al. (1978), no *European Journal of Operational Research*, a DEA se tornou bastante popular entre acadêmicos e analistas. Segundo Charnes et al. (1994, p. 10), entre 1978 e 1994, aproximadamente 400 artigos, livros e dissertações foram publicadas envolvendo DEA. Emrouznejad, Parker, e Tavares (2008, p. 152), analisando um espaço de tempo maior, encontraram 4000 artigos publicados, desconsiderando dissertações e outros materiais. Caso contrário, esse número poderia ter chegado a 7000 publicações em 30 anos desse modelo.

As aplicações da DEA ocorreram nas mais diversas áreas, como educação (escolas públicas e universidades), saúde, setor financeiro, forças armadas (recrutamento, manutenção de aviões), auditoria, esportes, pesquisas em marketing, agricultura, mineração, efetividade or-

ganizacional, transporte (ferrovias, manutenção de trilhos), além de instituições sem fins lucrativos (Mariano et al., 2006, p. 3). Inicialmente, três grandes razões foram apontadas por Charnes et al. (1994, p. 7) para tamanho interesse no modelo:

1. Avaliação de cada DMU individualmente, comparando-as com o grupo;
2. As projeções específicas para cada DMU de melhorias são baseadas em observações referentes as melhores práticas encontradas nas DMUs eficientes; e
3. Evita que a tomada de decisão seja feita baseado em modelos estatísticos não tão apropriados para análise intragrupo.

Atualmente, existem diversos modelos aprimorados e complexos para a utilização da DEA como, por exemplo, o *Slack Based Model* (SBM), dois estágios, *bootstrap*, *fuzzy*, entre outros, em que é possível trabalhar com variáveis discricionárias, não discricionárias, categóricas, com multiplicadores restritos, etc.

Para entender melhor a DEA, a Tabela 2.1 apresenta uma situação simples de avaliação de performance. Em seu livro, Cooper et al. (2006, p. 3) utilizou como exemplo análise de lojas, em que como *input* foi considerado trabalhadores e vendas como *output*. Adaptando esse exemplo, suponha que 8 atletas de levantamento de peso tenham seu desempenho em campeonatos conforme apresentado na Tabela 2.1. Cada unidade em Investimento ( $x$ ) equivale a R\$ 10 mil de recursos investidos em estrutura de treino para o atleta. O *output* é o número de vitórias em campeonatos ( $y$ ).

Atleta	Investimento ( $x$ )	Vitórias ( $y$ )	Produtividade ( $\frac{y}{x}$ )	Eficiência
A	4	2	0,50	0,33
B	5	4	0,80	0,53
C	3	1	0,33	0,22
D	7	3	0,42	0,28
E	4	3	0,75	0,5
F	2	1	0,50	0,33
G	4	1	0,25	0,16
H	2	3	1,5	1

**Tabela 2.1:** Investimento e vitórias.

**Fonte:** Adaptado de Cooper et al. (2006, p. 3)

A operação matemática realizada para descobrir qual atleta está sendo mais produtivo é simples, basta dividir vitórias ( $y$ ) por investimento ( $x$ ). Essa operação está demonstrada na Equação 2.1:

$$\frac{\text{output}}{\text{input}} \quad (2.1)$$

Utilizando a Equação 2.1, o atleta  $H$  foi o que obteve um melhor índice de vitórias, ou seja, ele está sendo mais produtivo do que os demais. Com R\$ 20 mil investido em estrutura de treino, ele conquistou três vitórias, enquanto o atleta  $D$  teve um investimento de R\$ 70 mil para alcançar as mesmas três vitórias. Essa comparação é de suma importância e permite ao analista tentar entender o que o atleta mais eficiente está fazendo de diferente em relação aos demais. Por que o atleta eficiente está conquistando um maior número de vitórias com investimentos bem menores? É algum método de treino diferenciado? Ele é mais talentoso do que os demais? Por meio dessa análise, é possível tentar responder a essas perguntas e fornecer possibilidade para outros atletas de tentar melhorar suas performances adaptando ao que o mais eficiente está fazendo para adquirir tais resultados, uma vez que ter um *benchmark* auxilia a se tornar mais produtivo e eficiente (Zhu, 2014, p. 1). Para descobrir a eficiência de cada atleta, é necessário compará-los com o mais produtivo. O cálculo da eficiência foi feito considerando a Equação 2.2.

$$\frac{y_a/x_a}{y_e/x_e} \quad (2.2)$$

No qual:

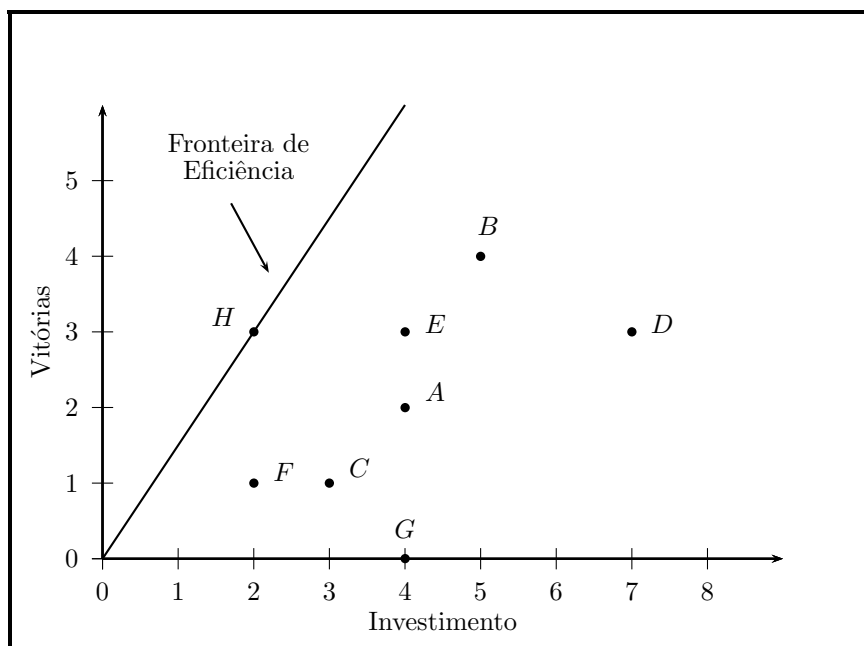
$y_a/x_a$  é a produtividade do atleta em análise; e

$y_e/x_e$  é a produtividade do atleta mais eficiente.

Por meio da Equação 2.2, é possível encontrar o valor de eficiência relativa de cada atleta individualmente. O atleta  $H$ , por exemplo, tem como resultado 1, pois ele é tido como eficiente. Todos os outros terão valores entre 0 e 1. Considerando o atleta  $A$  como exemplo, sua razão observando a Equação 2.2 foi de 0,33. Com base nesse resultado, pode-se afirmar que para que ele se torne eficiente, ele deverá reduzir o dinheiro investido em aproximadamente 77%, mantendo o número de vitórias constante. Essa operação deverá ser feita para todos os atletas na amostra para descobrir o quanto cada um necessita reduzir de insumo para se tornar eficiente. Charnes et al. (1994, p. 4 – 5) aponta que essa consiste em uma das principais vantagens da DEA: ser aplicada para cada observação da amostra.

A Figura 2.1 representa cada atleta, com investimento no eixo  $x$  e vitórias no eixo  $y$ . A reta que parte da origem e cruza o ponto  $H$  é chamada de fronteira de eficiência. Essa fronteira representa as melhores práticas encontradas empiricamente no mercado, e nela conterà todas as observações eficientes na análise. Nesse exemplo, apenas o atleta  $H$  é eficiente, então a reta está passando somente por ele. Todos os outros atletas poderão se tornar eficiente, mas terão que se ajustar, diminuindo a utilização de seus *inputs* ou aumentando sua produção, para assim pertencerem a fronteira (Cooper et al., 2006, p. xx).

O fato de ter um *benchmark*, uma referência, serve como motivação de melhoria para uma organização. Ao contrário do conceito de eficiência proposto nas engenharias, em que ser 100% eficiente é conquistado quase que exclusivamente em termos teóricos, a DEA baseia-se em pesquisas empíricas, em que uma organização será considerada eficiente em relação ao



**Figura 2.1:** Dados sobre os atletas.

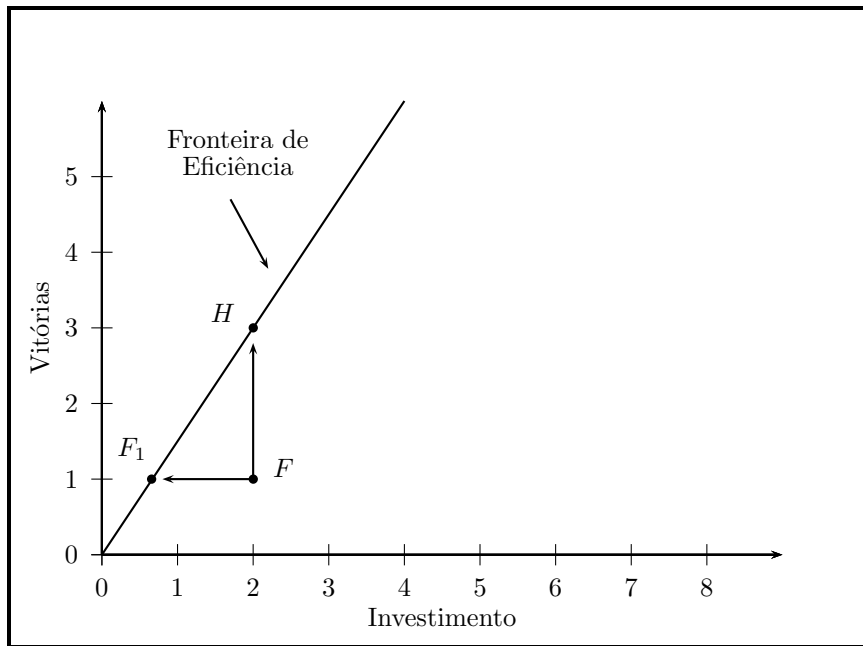
**Fonte:** Adaptado de Cooper et al. (2006, p. 3).

grupo estudado (Cooper et al., 2006, p. xx – xxi). Essa consiste em uma das grandes vantagens da DEA: se basear em dados empíricos e não em apontamentos teóricos que nenhuma organização conseguiria implementar no mundo prático. No exemplo dos atletas apresentado acima, o atleta *H* serviu como *benchmark* para os outros.

Outro ponto importante da DEA é que essa técnica identifica as origens de ineficiência de cada uma das observações analisadas e aponta as oportunidades de melhorias (Rosano-Peña, 2012, p. 778), sempre com base em índices de eficiências observáveis. Segundo Banker (1984, p. 36), a abordagem DEA permite estimar a DMU eficiente correspondente de produção, apontando melhorias para a DMU ineficiente sem que seja necessário ela mudar a sua combinação de *inputs*. Em outras palavras, uma empresa ineficiente pode se tornar eficiente usando como referência uma empresa mais parecida com ela na utilização de insumos.

A Figura 2.2 mostra as oportunidades de melhoria para o atleta *F*. Ele poderá se tornar eficiente tanto se deslocando para  $F_1$  quanto para  $F_2$ . A única diferença entre as alternativas é a maneira na qual o atleta irá escolher para se tornar eficiente. Ele irá reduzir seus insumos ou aumentar sua produção? Na DEA, isso é chamado de orientação para *input* ou orientação para *output*. A primeira orientação mantém os níveis de produção constantes, devendo reduzir a utilização de insumos, enquanto a segunda mantém constante os insumos e aumenta os *outputs* (Ferreira & Gomes, 2009, p. 49 – 50).

Ampliando o exemplo feito acima, será considerado mais um *input*: as horas gastas em treinos de força. Por ser basicamente uma competição de explosão muscular, treinos de força são extremamente necessários para esses atletas. Entretanto, não necessariamente o atleta mais forte irá vencer na competição. Existe a questão técnica da atividade, o lado psicológico no momento da competição, dentre outros fatores. Cada unidade no *input* treino equivale a 10 horas semanais. A Tabela 2.2 apresenta os mesmos valores da Tabela 2.1, com o acréscimo das



**Figura 2.2:** Melhoria para o atleta  $F$ .

**Fonte:** Adaptado de Cooper et al. (2006, p. 5).

horas de treino.

Atleta	Investimento ( $x_1$ )	Treino ( $x_2$ )	Vitórias ( $y$ )
$A$	4	4,5	2
$B$	5	5,0	4
$C$	3	3,0	1
$D$	7	2,0	3
$E$	4	6,0	3
$F$	2	3,5	1
$G$	4	2,5	1
$H$	2	6,5	3

**Tabela 2.2:** Horas de treino.

**Fonte:** Adaptado de Cooper et al. (2006, p. 6).

Para montar o gráfico da Tabela 2.2, o número de vitórias foi padronizado em 1 para todos os atletas. Para tal, foi realizado os ajustes necessários em  $x_1$  e  $x_2$ . Os *inputs* investimento ( $x_1$ ) e treino ( $x_2$ ) foram divididos pelo *output* número de vitórias. Isso serve para facilitar a visualização dos *inputs* e *outputs* e, posteriormente, para a construção do gráfico. A Tabela 2.3 apresenta como ficaram os novos valores padronizados. Com a padronização do *output* em 1, o próximo passo será o gráfico que representa a Tabela 2.3. No eixo das abscissas foi considerado o investimento/vitórias, enquanto no eixo das coordenadas treino/vitórias.

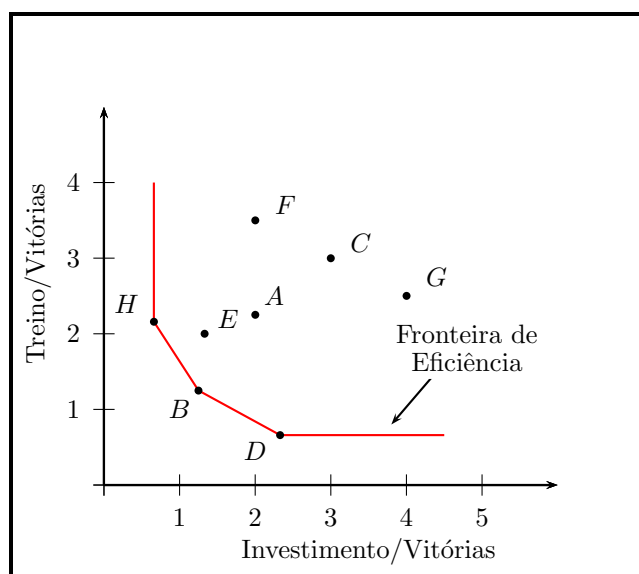
Na Figura 2.1, a fronteira de eficiência partia da origem e passava pelo ponto  $H$ . Já na Figura 2.3, a linha que conecta os pontos  $H$ ,  $B$  e  $D$  é a chamada fronteira de eficiência forte. Isso quer dizer que nenhum atleta situado nessa fronteira pode aprimorar a utilização de seus insumos sem prejudicar a utilização de outro (Cooper et al., 2006, p. xxii). A linha vertical que passa pelo ponto  $H$  e a linha horizontal que passa pelo ponto  $D$  pode envolver todos os



Atleta	Investimento ( $x_1$ )	Treino ( $x_2$ )	Vitórias ( $y$ )
A	2,00	2,25	1
B	1,25	1,25	1
C	3,00	3,00	1
D	2,33	0,66	1
E	1,33	2,00	1
F	2,00	3,50	1
G	4,00	2,50	1
H	0,66	2,16	1

**Tabela 2.3:** Exemplo atleta – Tabela padronizada.

**Fonte:** Adaptado de Cooper et al. (2006, p. 8).



**Figura 2.3:** Comparação dos atletas – Dois inputs.

**Fonte:** Adaptado de Cooper et al. (2006, p. 7).

outros pontos dentro da região delimitados pela fronteira de eficiência. Por essa razão o modelo é chamado de Análise Envoltória de Dados (Řepková, 2014, p. 589). Assim como no exemplo da Tabela 2.1, pode-se calcular os índices de eficiência dos atletas que não estão na fronteira.

Em qualquer lugar da fronteira eficiente forte, a observação em questão estará entre as melhores práticas identificadas empiricamente (Zhu, 2014, p. 2). Como a DEA busca opções de melhorias que utilizem tecnologias parecidas, nesse exemplo foi apontado três alternativas de melhoria para o atleta em questão. Esse raciocínio vale para todas os outros atletas considerados ineficientes, e, com o objetivo de torna-los eficientes, deverá ser feito o mesmo procedimento realizado com o atleta A. Apesar de parecer estranho sugerir que para que o atleta se torne eficiente ele deverá reduzir suas horas de treino, a interpretação para tais apontamentos é que outros atletas podem estar utilizando melhores métodos de treinamento, culminando em mais vitórias. Além disso, treinos de força em excesso podem causar *overtraining*, prejudicando o desempenho do atleta. Não necessariamente mais horas de treino significará em melhor desempenho na competição. Deve-se buscar encontrar o tempo ideal em horas gastas em treinamento.

Nos exemplos tratados acima, as observações analisadas foram os atletas. Em outras

situações poderiam ser avaliados hospitais, bancos, escolas, etc. Há uma enorme possibilidade para aplicação da DEA nos mais diferentes tipos de organização. Todas as organizações que serão analisadas pelo modelo são chamadas de DMUs. O conceito de DMU é bastante flexível e abrangente. Em suma, qualquer entidade que transforme insumos em produtos pode ser considerada uma DMU (Cooper et al., 2006, p. 22). Cabe ressaltar que a ideia de insumo e produto na DEA é diferente dos insumos e produtos de uma fábrica, em que o primeiro representa basicamente as matérias primas e o segundo o produto acabado. De acordo com Zhu (2014, p. 5 – 6), em geral insumo é algo que a organização quer minimizar, enquanto o produto o objetivo é maximizar. Existem exceções como, por exemplo, a poluição, que pode ser um *output* de uma fábrica, de um carro, e é algo que deve ser minimizado.

Outro ponto importante da DEA é que o modelo permite trabalhar com unidades em diferentes tipos de medida. Por exemplo, pode-se trabalhar com um insumo  $x_1$  que representa consumo de gasolina, em litros, com  $x_2$ , velocidade média em quilômetros, e  $y$  que compreende a distância percorrida, em metros. Outro pesquisador pode fazer a mesma análise, considerando o consumo de gasolina em mililitros, a velocidade média em milhas e a distância percorrida em quilômetros que será encontrado os mesmos valores, ou seja, não há a necessidade de converter as variáveis em uma única unidade de medida (Svitalkova, 2014, p. 645).

Uma das grandes vantagens da DEA é que o modelo irá ser aplicado para cada DMU separadamente comparado-a com as outras DMUs em análise, identificando como essa DMU está em relação ao grupo no que tange as suas atividades, se é eficiente ou não, as causas da ineficiência e como ela pode aprimorar sua *performance* para que se torne eficiente (Řepková, 2014, p. 589). Considerando que em um modelo de DEA exista  $DMU_1, DMU_2, \dots, DMU_n$ , então primeiro será calculado a eficiência da  $DMU_1$  depois a  $DMU_2$  até a  $DMU_n$ , sempre em relação ao grupo analisado, o que evidencia que a DEA analisará cada DMU individualmente.

Considerando  $\theta$  como o índice de eficiência da DMU em análise orientada para *input* (Ferreira & Gomes, 2009, p. 35), nenhuma DMU pode ter um  $\theta$  maior do que 1, pois esse índice de eficiência é uma medida relativa no grupo analisado. Se houver uma DMU muito superior do que as outras na transformação de seus insumos em produtos, então seu nível de eficiência será 1 e as outras terão valores entre  $0 \leq \theta < 1$ . Considerando que a  $DMU_0$  seja a DMU em análise, ela não pode ser mais eficiente do que ela mesma, logo o maior valor que seu índice de eficiência pode ter é 1, enquanto que o menor valor possível será 0. Cabe ressaltar que pode haver mais de uma DMU eficiente, ainda que elas utilizem diferentes combinações de *inputs*.

Comparando a DEA com a regressão estatística, Cooper et al. (2006, p. 3 – 4) ressaltou que a última traça uma reta na tendência central dos pontos analisados. As observações acima dessa reta são tidas como excelentes, já as abaixo como insatisfatórias. O nível de excelência e não satisfatoriedade pode ser medido por meio da distância desses pontos com a reta. A grande diferença entre regressão estatística e DEA é que a primeira reflete a média, ou tendência central das observações enquanto a segunda trabalha com as melhores performances e mensura todas as outras baseado no desvio da fronteira eficiente. Em outras palavras, ao invés de focar na média, a DEA concentra em cada DMU individualmente. Há somente uma otimização a fazer na re-

gressão: se deslocar para a tendência central, enquanto na DEA cada DMU poderá ter sugestões de melhorias diferentes (Charnes et al., 1994, p. 8 – 10). Essas duas técnicas, portanto, terão formas diferentes de avaliar as DMUs e apontar oportunidades de aprimoramento, consistindo em uma das principais diferenças desses modelos.

## 2.1.2 Modelo CCR

Para o exemplo simples e de fácil resolução acima, a Equação 2.1 foi o suficiente para conseguir analisar cada atleta. Entretanto, em situações reais, conforme a encontrada por Charnes et al. (1978, p. 429) em sua comparação das escolas, serão complexas e, em geral, terão múltiplos insumos e múltiplos produtos. Em 1978, Charnes et al. (1978, p. 430 – 435) propuseram o modelo CCR, que consiste em uma técnica matemática não paramétrica de programação linear que possibilita trabalhar com múltiplos insumos e múltiplos produtos, em que, por meio das melhores práticas encontradas, é construído uma fronteira eficiente, composta pelas DMUs eficientes. O modelo permite ainda possibilidades para que as DMUs ineficientes se tornem eficientes. Para que fosse possível trabalhar com programação linear, os autores utilizaram as manipulações algébricas elaboradas por Charnes e Cooper (1962) para transformar um problema de programação não linear em programação linear.

O modelo CCR possibilitou trabalhar com múltiplos insumos e múltiplos produtos ao generalizar a razão  $\frac{\sum u_i y}{\sum v_i x}$  de eficiência para uma única DMU transformando os múltiplos insumos e múltiplos produtos de cada DMU em um único *input* e *output* virtual (Charnes et al., 1994, p. 4). Esse modelo trabalha com retornos constantes de escala e, por essa razão, também, é conhecido como Modelo CRS. Ele pode estar orientado para *input* ou orientado para *output*. O primeiro significa que a análise de eficiência terá como objetivo reduzir a utilização dos *inputs*, mantendo sua produção constante, para que assim a DMU em avaliação se torne eficiente. Já o último significa que o nível de *inputs* permanecerá inalterado, aumentando o *output* para que a DMU se torne eficiente. As equações básicas do modelo CCR bem como as orientações estão demonstradas nas Equações 2.3 e 2.4.

$$\max h_k = \sum_{r=1}^m u_r y_{rk} \quad (2.3)$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n v_i x_{ik} &= 1 \\ \sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} &\leq 0, \forall j \\ u_r, v_i &\geq 0, \forall r, i \end{aligned}$$

Considerando:

$$\begin{aligned} y &= \text{outputs}; \quad x = \text{inputs} \\ u, v &= \text{pesos, preçosombra;} \\ r &= 1, \dots, m; \quad i = 1, \dots, n; \\ j &= 1, \dots, N \end{aligned}$$

Por outro lado, o Modelo CCR – Orientação ao Produto é dado pela seguinte Equação 2.4:

$$\min h_k = \sum_{r=1}^n v_r x_{rk} \quad (2.4)$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m u_i y_{ik} &= 1 \\ \sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} &\leq 0, \forall j \\ u_r, v_i &\geq 0, \forall r, i \end{aligned}$$

Considerando:

$$\begin{aligned} y &= \text{outputs}; \quad x = \text{inputs} \\ u, v &= \text{pesos, preçosombra;} \\ r &= 1, \dots, m; \quad i = 1, \dots, n; \\ j &= 1, \dots, N \end{aligned}$$

As variáveis  $u$  e  $v$  são chamados de pesos ou multiplicadores. Segundo Charnes et al. (1994, p. 6), esses pesos serão selecionados de uma maneira que calcule o Ponto Ótimo de Pareto para cada DMU sujeito a restrição que nenhuma DMU pode ter um índice de eficiência superior a 1. Outra grande vantagem da DEA é que esses pesos serão calculados pelo próprio modelo, ou seja, inicialmente poucas informações são necessárias para aplicar o modelo. Cooper et al. (2006, p. xxi) aponta que eles podem também ser utilizados para mensurar a mudança nos escores de eficiência para uma DMU caso haja a mudança no *input* ou *output* correspondente. Em outras palavras, esses multiplicadores podem ser utilizados para realizar uma análise de sensibilidade. Diferentemente da estatística que a análise de sensibilidade pode ser aplicada em somente uma unidade no tempo, na DEA essa análise de sensibilidade permite variações

simultâneas em todas as observações.

### 2.1.3 Modelo BCC

O modelo BCC surgiu como uma continuação do modelo CCR, criado por Banker et al. (1984, p. 1086). Diferentemente do modelo CCR, o modelo BCC trabalha com retornos variáveis de escala, sendo também chamado de VRS (*Variable return of scale*) por essa razão. Se anteriormente o índice de eficiência encontrado pela DEA era um valor global, que combinava eficiência de escala e eficiência técnica, o trabalho de Banker et al. (1984, p. 1088 – 1089) separou o efeito dessas eficiências do índice global de cada DMU. Isso ocorre ao decompor o efeito de ganhos de escala do valor total de eficiência, adicionando na Equação 2.4 a variável  $u$ .

Para uma melhor compreensão, considere um exemplo hipotético em que se esteja analisando a  $DMU_0$ . Suponha que ela obtenha 0,8 como índice de eficiência no modelo CCR. Assim sendo, a DMU em questão é ineficiente. Utilizando o modelo CCR, não há como saber se essa ineficiência ocorre em decorrência de uma ineficiência técnica ou de ineficiência de escala. Já com a utilização do modelo BCC, é possível descobrir qual é a causa dessa ineficiência, pois a variável  $u_0$  indicará se a  $DMU_0$  está obtendo vantagens, desvantagens ou se isso não interfere no seu score global de eficiência.

Se  $u_0 = 0$ , então o retorno é constante de escala. Se  $u_0 \neq 0$ , o retorno é variável de escala, podendo ser crescente quando  $u_0 < 0$ , ou decrescente quando  $u_0 > 0$  (Cooper, Seiford, & Zhu, 2011, p. 125). Assim como no modelo anterior, o modelo BCC pode ter orientação para insumo ou para produto. As Equações 2.5 e 2.6 representam o modelo para cada uma dessas orientações, respectivamente.

$$\max h_k = \sum_{r=1}^m u_r y_{rk} - u_k \quad (2.5)$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n v_i x_{ik} &= 1 \\ \sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} - u_k &\leq 0 \\ u_r, v_i &\geq 0 \end{aligned}$$

Considerando:

$$\begin{aligned}
 y &= \text{outputs}; \quad x = \text{inputs} \\
 u, v &= \text{pesos, preçosombra;} \\
 r &= 1, \dots, m; \quad i = 1, \dots, n; \\
 j &= 1, \dots, N
 \end{aligned}$$

Por outro lado, o Modelo Dual BCC – Orientação ao Produto é apresentado na Equação 2.6.

$$\min h_k = \sum_{r=1}^n v_r x_{rk} - v_k \quad (2.6)$$

Sujeito a:

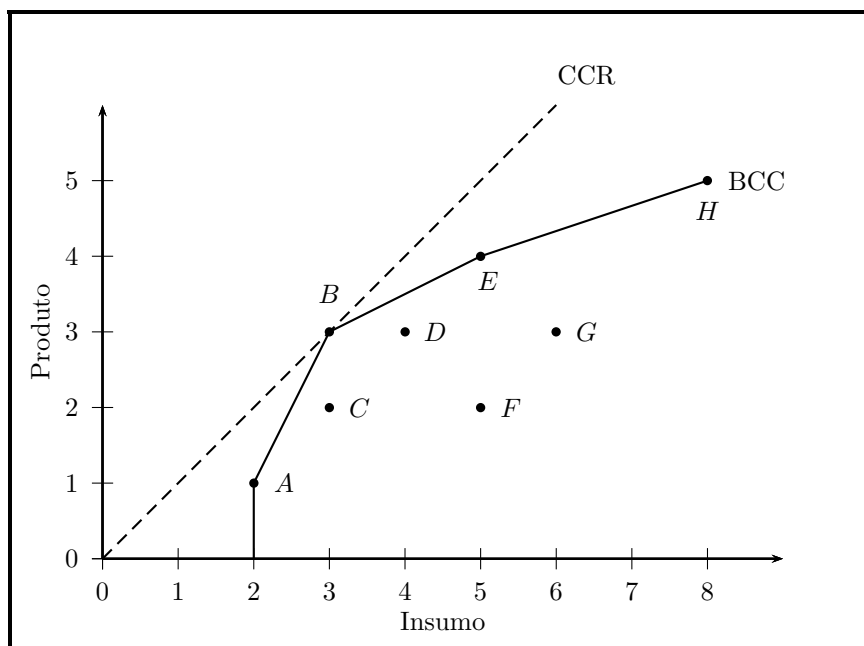
$$\begin{aligned}
 \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} &= 1 \\
 \sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} - v_k &\leq 0 \\
 u_r, v_i &\geq 0
 \end{aligned}$$

Considerando:

$$\begin{aligned}
 y &= \text{outputs}; \quad x = \text{inputs} \\
 u, v &= \text{pesos, preçosombra;} \\
 r &= 1, \dots, m; \quad i = 1, \dots, n; \\
 j &= 1, \dots, N
 \end{aligned}$$

Ao comparar a Equação 2.3 com a Equação 2.5 e a Equação 2.4 com a Equação 2.6, pode-se perceber que a única diferença entre o modelo CCR e o modelo BCC é justamente a variável  $u$ , que representa os retornos de escala. A Figura 2.4 apresenta graficamente a diferença entre os modelos.

Enquanto no modelo CCR a fronteira de eficiência parte da origem, passa pelo ponto  $B$  e segue sua trajetória crescente de forma constante, no modelo BCC o comportamento da fronteira de eficiência não começa na origem, mas sim na coordenada  $(2, 0)$ , passando pelo ponto  $A$ , ponto  $B$ , ponto  $E$  e ponto  $H$ , seguindo uma trajetória de decrescimento, até que a inclinação seja igual a 0. A grande implicação disso é que no primeiro modelo somente a DMU  $B$  é considerada eficiente, servindo de referência de melhoria para todas as outras, enquanto



**Figura 2.4:** Comparação entre CCR e BCC.

**Fonte:** Adaptado de Cooper et al. (2006, p. 86).

no segundo modelo as DMUs *A*, *B*, *E* e *H* são consideradas eficientes e, portanto, pertencem a fronteira de eficiência e servem de *benchmark* para as outras DMU ineficientes. Nesse caso, cada DMU terá como *benchmark* a DMU que tenha uma estrutura mais semelhante à sua. A DMU *C*, por exemplo, terá como referência a DMU *A* e a DMU *B*, podendo se deslocar para alguma parte do segmento de reta *AB*.

## 2.2 Sistema Financeiro Nacional

### 2.2.1 Histórico do Sistema Financeiro Nacional

O SFN teve origem em 1808, por alvará de D. João VI, príncipe regente, quando foi criado o primeiro banco em solo brasileiro, o Banco do Brasil (BB). Por esse ser o único banco em funcionamento no Brasil, ele acumulava as funções de banco de depósitos, descontos e emissão, podendo ainda vender os produtos comercializados pela coroa (Pinheiro, 2009, p. 54).

Com o passar dos anos e com o crescimento das atividades financeiras no Brasil, era necessário a presença de alguma autoridade financeira para evitar que essas atividades sejam exercidas de forma desordenada e sem regulamentação. Em 1945, após o término da Segunda Guerra Mundial e a criação de diversas instituições financeiras internacionais como o Fundo Monetário Internacional (FMI), Banco Mundial, entre outras, foi criada a Superintendência da Moeda e do Crédito (SUMOC), dirigida por um Conselho presidido pelo Ministro da Fazenda, cujo objetivo imediato era exercer o controle do mercado monetário (Pinheiro, 2009, p. 54). Essa instituição passou a exercer a função de Banco Central, até então feita pelo Banco do Brasil.

A evolução do SFN pode ser dividida em duas grandes fases: antes e depois da Lei nº.

4595/64. Essa lei introduziu as diretrizes para a reestruturação e o posterior desenvolvimento do SFN. O conselho da SUMOC foi extinto e criado o Conselho Monetário Nacional (CMN). esse conselho passou a ter a responsabilidade de formular a política da moeda e do crédito, objetivando o progresso econômico e social do País. Além disso, a SUMOC foi transformada em autarquia federal, passando a ser chamada de Banco Central da República do Brasil (Andrezo, 1999, p. 41). A Tabela 2.4 evidencia a forte redução no número de bancos resultante dessa lei.

	1956	1970	1987	1992	1994	1998
Federais.	-	4	5	-	-	5
Estaduais.	-	24	24	-	-	22
Privado doméstico.	-	142	56	-	-	-
Privado estrangeiro.	-	8	18	-	-	-
Número total de bancos.	403	178	103	211	226	207

**Tabela 2.4:** Número de bancos no Brasil.

**Fonte:** Adaptado de Baer e Nazmi (2000, p. 6).

Na Tabela 2.4, fica evidente conforme discorrido acima, que a Lei nº. 4595/64 acarretou em uma forte concentração do setor bancário. Em 1956, existiam 403 instituições bancárias em funcionamento no país, grande parte delas de pequeno porte, e em 1987 esse número foi reduzido a 103, uma queda de 74,441%. Outro fato que chama atenção era a participação de bancos governamentais no Sistema Financeiro Nacional. No início da década de 70, 55% dos depósitos e 58% de todos os empréstimos eram feitos por bancos públicos (Baer & Nazmi, 2000, p. 6).

A partir de 1967, o SFN passou por um período caracterizado por fusões e incorporações bancárias e de incentivos à capitalização das empresas. O governo tinha um grande interesse em atrair capital estrangeiro, e por meio de vários incentivos, como a Resolução Nº 63, de 21 de agosto de 1967, bancos estrangeiros passaram a ter participação no Brasil, seja por meio da abertura de uma filial ou aquisição de um banco regional (Pinheiro, 2009, p. 54).

Curiosamente, o número de bancos voltou a crescer após 1987, chegando a 211 em 1992 e a 226 dois anos depois, em 1994. Nessa época, o Brasil estava passando por uma fase de hiperinflação. Em 1990, a inflação chegou a 56% em janeiro, 73% em fevereiro e 84% em março. A razão para os números de bancos aumentarem nesta época é que esse cenário favorecia a eles. Ao contrário de grande parte da população brasileira, que sofria com a perda do poder de compra, segundo Baer e Nazmi (2000, p. 6), os bancos foram beneficiados em três aspectos:

- Permitiu coletar empréstimos facilmente, pagando uma taxa de juro real negativa ou baixa sobre o altíssimo número de depósitos por parte dos clientes;
- Reduziu o valor real de seus passivos, reduzindo a probabilidade de insolvência; e
- Aumentou a liquidez ao tornar mais fácil para tomadores de empréstimos pagarem suas dívidas.

Durante a hiperinflação brasileira, além do aumento no número de bancos, houve também um grande crescimento no número de agências, uma vez que com um maior número de agências,



seria possível atender mais clientes e, por conseguinte, ter maiores receitas. Em outras palavras, em uma época de *spread* elevadíssimo era importante captar recursos no maior número de lugares possíveis do país. Uma parte expressiva da receita dos bancos nesta época era decorrente do mero trânsito dos recursos, chamado de *floating* (Andrezo, 1999, p. 272).

No ano de 1994, foi instituído, inicialmente pelo governo de Itamar Franco e, posteriormente, pela gestão do presidente Fernando Henrique Cardoso, o Programa de Estabilização Econômica, chamado de Plano Real. Esse programa visava conter o avanço dos preços por meio de três âncoras econômicas: âncora monetária, âncora fiscal e âncora cambial. Nessa época, houve um aumento expressivo dos investimentos estrangeiros no Brasil e uma forte redução da inflação, que era de aproximadamente 40% ao mês, passando para 30% ao ano (Andrezo, 1999, p. 244 – 246).

Para o setor bancário, o impacto do Plano Real, *a priori*, foi bastante desafiador. O fim das transações financeiras com alto *spread* evidenciou as ineficiências de nossos bancos e as suas dificuldades para se adaptarem a esse novo cenário, culminando em uma ameaça de crise no setor em 1995 (Tecles & Tabak, 2010, p. 1589). Diante desse contexto, o governo brasileiro teve que intervir por meio de um programa de ajuste, que almejava ajustar o setor bancário brasileiro às recomendações do Primeiro Acordo de Capital do Comitê da Basileia, reestruturando o sistema através de liquidações e privatizações de bancos públicos por meio do Programa de Incentivo para a Redução do Setor Público Estadual na Atividade Bancária (PROES) (Baer & Nazmi, 2000, p. 14).

Ao criar duas linhas de crédito para renegociação das dívidas dos bancos estaduais caso houvessem alterações no controle acionário ou na administração, o PROES reduziu de forma acentuada a participação estatal no setor bancário, por meio da privatização, extinção e transformação desses bancos em agências de fomento (Faria, de Paula, & Marinho, 2007, p. 125). Além disso, permitiu a entrada de instituições estrangeiras que adquiriram alguns desses bancos como, por exemplo, o BANDEPE, BANESPA (Baer & Nazmi, 2000, p. 14).

Em função do alto grau de alavancagem das instituições financeiras, a falência de diversos bancos em 1995 poderia afetar a credibilidade de todo o setor, uma vez que as pessoas que tinham dinheiro investido nos bancos iriam procurar a instituição para resgatar seus recursos. Como os bancos não teriam recursos suficientes para pagar todos os credores, a possibilidade de uma crise sistemática era real. Com a ocorrência desse fato em grande escala, poderia gerar um colapso do Sistema Financeiro Nacional, o que acarretaria em graves problemas não só na área econômica, mas também na social. Para auxiliar os bancos diante desse desafio, o governo lançou o Programa de Estímulo à Reestruturação e ao Fortalecimento do Sistema Financeiro Nacional (PROER), que previa um conjunto de incentivos fiscais, linha de crédito especial e flexibilização temporária quanto às exigências do acordo da Basileia (Andrezo, 1999, p. 272 – 274).

O programa permitiu que os bancos tidos como “bons” comprassem as instituições em dificuldades e com problemas de liquidez, podendo abater do Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ) todas as dívidas do novo banco adquirido. Esses programas provocaram uma onda de

Fusões e Aquisições (FA) bancárias, com diversas novas instituições financeiras, em grande parte internacionais, ingressando no setor bancário, além da compra de bancos menores por bancos consolidados no sistema bancário, acarretando em significativa redução do número de bancos. Isso proporcionou a consolidação do SFN (Faria et al., 2007, p. 125).

Com as medidas adotadas pelo governo para estimular o setor bancário, conforme é mostrado na Tabela 2.4, o número de instituições financeiras caiu, fazendo com que o mercado ficasse mais concentrado. Para verificar essa consolidação no SFN, na Tabela 2.5 é apresentado informações relativa aos anos de 1995 a 2014, com intervalo de 4 anos. O BACEN divulga periodicamente relatórios de estabilidade financeira, em que analisa as incorporações no mercado, o número de agências por região e os níveis de concentração no SFN. Dentre os indicadores de concentração utilizados, destacam-se três:

- **IHH**: Utilizado pelas autoridades nacionais e internacionais de defesa da concorrência para avaliar a concentração no mercado. O BACEN considera entre 0 e 1000 como baixa concentração; entre 1000 e 1800 como média concentração; e acima de 1800 como elevada concentração;
- **$RC_4$** : Representa a participação acumulada dos quatro maiores concorrentes no mercado; e
- **$RC_{10}$** : Representa a participação acumulada dos dez maiores concorrentes no mercado.

Em relação aos três indicadores descritos acima, a Tabela 2.5 apresentará a  $RC_4$  e a  $RC_{10}$ , em termos percentuais, para os anos de 1995 a 2014. O último intervalo foi de apenas 3 anos por 2014 ser o último ano com as informações disponíveis na base de dados. As variáveis consideradas foram: Ativo total, Depósitos totais e Operações de crédito. A escolha dessas três variáveis se deve a utilização delas nos relatórios de estabilidade financeira divulgadas periodicamente pelo Banco Central, em que é medido a concentração do mercado.

O objetivo ao analisar essa tabela é de encontrar evidências, a partir dos dados divulgados, periodicamente, pelo BACEN em sua base de dados intitulada de: “Os 50 maiores bancos”, de que o sistema bancário brasileiro vem se concentrando cada vez mais ao longo dos anos. Não foi utilizado o Índice de Herfindahl–Hirschman (IHH) por já ser possível demonstrar se está havendo concentração ou não com a  $RC_4$  e a  $RC_{10}$ . Por conta dos intervalos de 4 anos, podem haver distorções que enviesassem a análise. Por exemplo, a  $RC_4$  e  $RC_{10}$  podem ter aumentado nos anos de 1996, 1997, 1998 e ter diminuído no ano de 1999. Ao se comparar 1995 com 1999, não ficaria claro que o mercado estava se concentrando e que algum fator em 1999 pode ter feito com que esses índices caíssem. Entretanto, por essa análise englobar um período longo, de quase 20 anos, será possível ter um entendimento de qual tendência o SFN está seguindo.

Apesar de nos primeiros 8 anos não ficar claro para todas as variáveis que o mercado está se concentrando, ao comparar os anos iniciais com os finais isso fica evidente. Os 4 maiores bancos detinham 51,47% do valor total de ativo do SFN, 59,80% de depósitos e 59,62% em operações de crédito em 1995 *versus* 70,25%, 76,01% e 76,06%, respectivamente, em 2014.

		1995	1999	2003	2007	2011	2014
$RC_4$	Ativo Total.	51,47	50,82	56,43	52,58	68,04	70,25
	Depósitos.	59,80	57,02	61,84	59,32	72,85	76,01
	Op. Crédito.	59,62	62,89	53,79	54,55	69,91	76,06
$RC_{10}$	Ativo Total.	70,59	71,82	79,69	80,52	88,90	89,80
	Depósitos.	78,22	74,48	86,39	86,18	90,06	91,51
	Op. Crédito.	82,52	80,81	78,09	84,49	90,67	91,95

**Tabela 2.5:** Nível de concentração.

Com isso, é possível concluir que a participação no total dos 4 maiores bancos aumentou de forma significativa no período analisado. Da mesma forma, os 10 maiores bancos seguiram a tendência da  $RC_4$  e, também, aumentaram seu controle no total. No ano de 2014, eles eram responsáveis por aproximadamente 90% de todos os ativos, operações de crédito e depósitos.

## 2.2.2 Organização do SFN

Segundo o Fenabran (2016), o SFN tem a função de ser um conjunto de órgãos que regulamenta, fiscaliza e executa as operações necessárias à circulação da moeda e do crédito na economia. Em outras palavras, tem a responsabilidade de controlar todas as instituições que são ligadas às atividades financeiras dentro do país. A forma de funcionamento dos mercados financeiros é determinado pela legislação de cada país, que define também os órgãos ou entidades que vão regular e supervisionar esse mercado. No caso brasileiro, o SFN é composto por diversas instituições, divididas em dois subsistemas, a saber: normativo e operativo.

O subsistema normativo é responsável por regular, controlar e fiscalizar as instituições do subsistema operativo. Ele é formado pelas instituições que estabelecem as regras e diretrizes de funcionamento e que criam as normas que orientarão o funcionamento do sistema, além de definir os parâmetros para a intermediação financeira (Pinheiro, 2009, p. 58). Tem em sua composição: o CMN, BACEN, a Comissão de Valores Mobiliários (CVM) e as Instituições Especiais (Banco do Brasil, BNDES e Caixa Econômica Federal (CEF)).

O Fenabran (2016) aponta que o subsistema operativo tem como função a realização da tarefa básica da intermediação financeira: operacionalizar a transferência de recursos entre fornecedores de fundos e os tomadores de recursos, sendo responsável, portanto, por administrar as operações do SFN. Isso ocorre a partir das regras, diretrizes e parâmetros definidos pelo subsistema normativo. Compõem esse subsistema instituições financeiras públicas e privadas, que atuam na intermediação de recursos dos agentes econômicos, a saber:

- Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo (SBPE);
- Cooperativas de Crédito; Bancos de Investimentos;
- Sociedades Corretoras;
- Sociedades de Crédito Imobiliário; e
- Bancos Comerciais/Múltiplos, etc.

Dentre as instituições mencionadas acima, os bancos de investimento são instituições financeiras que tem por objetivo intermediar operações de médio e longo prazo para financiamento de capital das empresas, seja ele fixo ou de giro (Hoji, 2012, p. 28). Esses bancos devem ser constituídos sob a forma de sociedade anônima e adotar, obrigatoriamente, em sua denominação social, a expressão “Banco de Investimento” e não podem captar recursos oriundos de depósitos à vista. Sua forma de financiamento é por meio de depósitos a prazo, repasses de recursos internos e externos, emissão de Certificados de Depósitos Bancários (CDBs) e venda de cotas de fundos de investimento.

Os bancos comerciais são instituições financeiras privadas ou públicas, com o principal objetivo de intermediar a aplicação de recursos de agentes superavitários e o empréstimo para agentes deficitários, suprindo a necessidade de recursos de curto e médio prazos, do comércio, da indústria, das empresas prestadoras de serviços, das pessoas físicas e de terceiros em geral (Assaf Neto & Lima, 2010, p. 22). Segundo o BACEN (2016), “*a atividade típica do banco comercial é captar depósitos à vista, livremente movimentáveis, o qual pode também captar depósitos a prazo*”. É necessário que na sua denominação social conste a expressão “Banco”, devendo ser constituído sob a forma de sociedade anônima.

No que tange aos órgãos normativos, o CMN, que foi instituído pela Lei 4.595, de 31 de dezembro de 1964, é o órgão máximo do Sistema Financeiro Nacional e tem a responsabilidade de formular e coordenar as políticas monetárias e de crédito, objetivando a estabilidade da moeda e o desenvolvimento econômico e social do País (Cavalcante, Misumi, & Rudge, 2009). Ele não desempenha funções executivas, mas define as diretrizes de funcionamento do SFN, como regular o valor interno e externo da moeda e o equilíbrio do balanço de pagamentos; orientar a aplicação dos recursos das instituições financeiras, dentre outras. Ele é composto pelo Ministro da Fazenda, o Ministro do Planejamento, e o Presidente do BACEN.

Outra entidade do subsistema normativo é o BACEN. Ele é uma autarquia vinculada ao Ministério da Fazenda, sendo o principal executor das orientações do Conselho Monetário Nacional e responsável por garantir o poder de compra da moeda nacional, tendo por objetivos: zelar pela adequada liquidez da economia; manter as reservas internacionais em nível adequado; estimular a formação de poupança; zelar pela estabilidade e promover o permanente aperfeiçoamento do sistema financeiro. Antigamente, visando controlar a inflação, o BACEN priorizava uma política monetária de compra e venda de títulos públicos, alterando a oferta de moeda no mercado. Atualmente, no regime de metas inflacionárias, a forma de controlar a inflação está bem mais ligada com a definição da taxa de juros básica da economia (SELIC), além de continuar operando na compra e venda de títulos públicos. O BACEN pode ser considerado como banco dos bancos, gestor do SFN, executor da política monetária, banco emissor, banqueiro do governo e centralizador do fluxo cambial (Fortuna, 2011, p. 20 –21).

A CVM, assim como o BACEN, é uma autarquia vinculada ao Ministério da Fazenda, instituída pela Lei 6.385, de 7 de dezembro de 1976. Suas principais atribuições são as de fiscalizar, normatizar, disciplinar e desenvolver o mercado de valores mobiliários no Brasil, como a Bolsa de Valores de São Paulo. Segundo Assaf Neto e Lima (2010, p. 22), a atuação do CVM

engloba três importantes setores do mercado financeiro: instituições financeiras, companhias de capital aberto emittentes de títulos e valores mobiliários e investidores. A presença da CVM é de suma importância tanto para o mercado primário, quanto para o secundário, pois ela fornece diretrizes para a venda e compra de títulos e realiza a fiscalização nas empresas.

Além do CMN, há outros dois conselhos que compõem o Subsistema Normativo, a saber: Conselho Nacional de Seguros Privados (CNSP) e Conselho de Gestão e Previdência Complementar (CGPC). O primeiro é o órgão que regula as atividades de seguros do país, composto pelo Ministro da Fazenda (Presidente), representante do Ministério da Justiça, representante do Ministério da Previdência Social, Superintendente da Superintendência de Seguros Privados, representante do Banco Central do Brasil e representante da Comissão de Valores Mobiliários. De acordo com o BACEN (2016), as principais atribuições do CNSP são:

- Fixar as diretrizes e normas da política de seguros privados;
- Estabelecer as diretrizes gerais das operações de resseguro;
- Fixar as características gerais dos contratos de seguros, previdência privada aberta e capitalização;
- Regular a constituição, organização, funcionamento e fiscalização dos que exercem atividades subordinadas ao Sistema Nacional de Seguros Privados, bem como a aplicação das penalidades previstas; Disciplinar a corretagem do mercado e a profissão de corretor; e
- Prescrever os critérios de constituição das Sociedades Seguradoras, de Previdência Privada Aberta e de Capitalização, com fixação dos limites legais e técnicos das respectivas operações.

Segundo a definição dada no site do BACEN (2016), o CGPC “é um órgão colegiado que integra a estrutura do Ministério da Previdência Social e cuja competência é regular o regime de previdência complementar operado pelas entidades fechadas de previdência complementar (fundos de pensão)”. O CGPC é presidido pelo ministro da Previdência Social e composto por representantes da Superintendência Nacional de Previdência Complementar (Previc), da Secretaria de Políticas de Previdência Complementar (SPPC), da Casa Civil da Presidência da República, dos Ministérios da Fazenda e do Planejamento, Orçamento e Gestão, das entidades fechadas de previdência complementar, dos patrocinadores e instituidores de planos de benefícios das entidades fechadas de previdência complementar e dos participantes e assistidos de planos de benefícios das referidas entidades.

É importante se destacar a participação de três órgãos do governo no subsistema normativo: o BB, o Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES) e a CEF. O primeiro foi criado em 12 de outubro de 1808, sendo o mais antigo banco comercial do Brasil. É uma sociedade de economia mista de capitais públicos e privados, com ações cotadas na Bolsa de Valores de São Paulo. Ele opera como agente financeiro do Governo Federal e é o principal executor das

políticas de crédito rural e industrial e de banco comercial do governo (Assaf Neto & Lima, 2010, p. 73).

O BNDES foi criado em 1952 como autarquia federal. É responsável pela política de investimentos a longo prazo do Governo Federal. O BNDES conta com linhas de apoio para financiamentos de longo prazo com taxa de juros abaixo das que são praticadas no mercado, ou seja, taxas subsidiadas. Seus financiamentos servem para o desenvolvimento de projetos de investimentos e para a comercialização de máquinas e equipamentos novos, fabricados no país, bem como para o incremento das exportações brasileiras. Fortuna (2011, p. 24) aponta como objetivo básico do BNDES o de fortalecer o setor empresarial nacional, impulsionar o desenvolvimento econômico e social do país e promover o crescimento e a diversificação das exportações.

Por fim, a CEF, criada em 12 de janeiro de 1861, tinha o objetivo de incentivar a poupança e de conceder empréstimos sob penhor. É uma empresa totalmente pública, não possuindo ações em bolsas. Suas principais atividades, além das operações comuns de um banco comercial, é responsável pela operacionalização das políticas do Governo Federal para habitação popular e saneamento básico. A CEF também atende aos trabalhadores formais por meio do pagamento do FGTS, PIS e seguro-desemprego, e aos beneficiários de programas sociais e apostadores das Loterias. Em resumo, as ações da Caixa priorizam setores como habitação, saneamento básico, infraestrutura e prestação de serviços (Pinheiro, 2009, p. 68).

### 2.2.3 Bancos

Os bancos comerciais constituem a base do sistema monetário. Segundo Hoji (2012, p. 27), os bancos comerciais “*são intermediários financeiros que têm o objetivo de conseguir os recursos necessários para financiar a curto e médio prazo as atividades empresariais, como o comércio, a indústria, as empresas prestadoras de serviço, além de pessoas físicas*”. Os recursos são oriundos de depósitos à vista e a prazo fixo.

Cavalcante et al. (2009) aponta que os bancos conseguem realizar importantes atividades no mercado financeiro como transformar ativos fixos em ativos líquidos ao possibilitar que empresários se financiem por meio de garantias, sendo elas geralmente ativos fixos, modificar os prazos das operações, redimensionar oferta e demanda de recursos, pois a instituição capta recursos pulverizados de diversos tomadores e os oferta para um número normalmente inferior de tomadores, administrar o risco, que ocorre por meio da diversificação e criar liquidez nos mercados organizados.

Gerenciar o risco consiste em uma das principais, senão a principal, atividade dos bancos (Jorion, 2006, p. 4). Com a presença do intermediário financeiro, não há a necessidade que os agentes superavitários e os agentes deficitários se conheçam e, com isso, avaliar se o tomador de recurso terá capacidade honrar o compromisso passa a ser responsabilidade do banco, e não do prestador. Caso haja calote, o banco que arcará com o prejuízo. Em outras palavras, se antes o risco da contraparte não honrar seu compromisso era do prestador, agora passa a ser dos bancos.

Outra função relevante dos bancos é a compatibilização dos prazos (Modenesi, 2007, p. 65). Caso os agentes superavitários e deficitários tivessem que negociar diretamente, teria que ser acertado o prazo do empréstimo entre as partes. Isso poderia ser difícil, dado a divergência de interesses existentes. Com a presença do banco, a negociação ocorre com a empresa, sendo muito mais fácil atender as necessidades dos dois agentes, uma vez que o banco pode captar um depósito de curto prazo de um poupador e emprestá-lo a um produtor que necessite pagar a longo prazo, sem que haja qualquer negociação entre as partes.

Para Carvalho (2007), a instituição financeira responsável apenas por canalizar recursos de poupadores para investidores está desaparecendo. Com a crise do sistema bancário após o Plano Real, as atividades dos bancos se alteraram significativamente ao longo dos anos. Antes responsáveis basicamente pela tarefa de intermediação financeira, os bancos passaram a exercer diversas outras atividades. Nos dias contemporâneos, segundo o BACEN (2016), os bancos comerciais exercem as seguintes atividades:

- Processamento de pagamentos e transferências de crédito;
- Emissão de cheques de correntistas, cheques interbancários e cheques administrativos;
- Captação de depósitos à vista;
- Empréstimos;
- Fornecimento de documentos tais como cartas de crédito, garantias, cauções e subscrição de títulos;
- Guarda de documentos e valores em cofres;
- Serviços de câmbio; e
- Venda de seguros, fundos de investimento e similares.

Para modernizar suas operações, os bancos têm realizado pesados investimentos em Tecnologia da Informação. Segundo Becker, Lunardi, e Maçada (2003, p. 72), de 1999 a 2002, R\$ 8,5 bilhões de reais foram investidos em equipamentos de informática e comunicação e em programas de computador. Apesar do lapso temporal para os dias atuais, esses pesados investimentos feitos a mais de dez anos atrás apontam para uma característica extremamente importante do setor financeiro: a necessidade de estar constantemente modernizando suas operações. Isso é justificável, pois a tecnologia no setor bancário permitiu que muitas operações bancárias fossem realizadas fora de agências, reduzindo os custos operacionais dos bancos, com cada vez menos os clientes precisando se deslocar para as agências. As transações podem ser feitas pela internet, seja em computadores ou celulares, em qualquer lugar, fornecendo aos clientes bem mais conforto e praticidade.

Inovações nos bancos se fazem necessárias devido a competitividade bastante acirrada nesse setor. A tecnologia é uma importante ferramenta competitiva para os bancos (Becker et

al., 2003, p. 72), pois possibilita que as operações bancárias sejam realizadas via aplicativos e pela internet, fornecendo ao cliente maior controle de sua conta bancária, seja por meio de mensagens informando cada transação realizada ou por facilidades em checar o extrato. Apesar dos grandes benefícios advindos da utilização serviços bancários *online*, há alguns problemas que afetam essas operações: o risco de terceiros conseguirem acessar dados do usuário, dos sistemas apresentarem problemas, dentre outros. Isto pode causar problemas para o cliente e para a própria instituição financeira.

Se muitos clientes do mesmo banco começarem a ter problemas com a utilização dos serviços bancários, isto pode afetar a credibilidade dos sistemas de segurança do banco. A consequência para o banco pode ser bastante grave, com a migração de clientes para concorrentes. Por isso, investimentos em tecnologia para que os sistemas do banco se mostrem confiáveis são muito importantes. A credibilidade é essencial, principalmente no setor financeiro, em que o banco é responsável por guardar recursos de terceiros (Modenesi, 2007, p. 64).

Atualmente, os bancos oferecem diversos serviços extras, como o gerenciamento de aplicações e de investimentos, de fundos de previdência privada, de financiamento diversos, de securitização, dentre outras. Isso evidencia que hoje a atividade bancária vai muito além de somente intermediar recursos sendo, portanto, um componente de extrema importância na economia de um país (Tsolas & Charles, 2015, p. 3491), principalmente em economias emergentes, uma vez que, segundo Staub, da Silva Souza, e Tabak (2010, p. 204), os bancos desempenham um papel importante no desenvolvimento financeiro do país.

## 2.3 DEA e eficiência bancária

Empregar a DEA para avaliar a eficiência bancária teve início no trabalho de Sherman e Gold (1985). Após esse estudo, a utilização dessa técnica se popularizou de forma expressiva, sendo atualmente uma das principais técnicas para mensurar a eficiência do setor bancário e a principal não paramétrica (Wanke, Azad, & Barros, 2016, p. 488) utilizada para esse fim. A Tabela 2.6 apresenta 24 artigos que mensuraram a eficiência bancária utilizando a DEA, discriminando os objetivos, país de aplicação, modelo da DEA utilizado, os insumos e produtos e os resultados encontrados.

A Figura 2.5 apresenta a ordem cronológica dos estudos que aplicaram DEA para mensurar a eficiência bancária que foram aqui analisados, explicitados na Tabela 2.6. O primeiro estudo que utilizou DEA no setor bancário, a saber: (Sherman & Gold, 1985), não aparece na ordem cronológica devido ao lapso temporal entre esse estudo e os demais. Caso ele fosse incluído, haveria um grande espaço na linha do tempo, comprometendo a compreensibilidade da Figura 2.5.



Continua.

Autor(es)	Título	Objetivo	País	Modelo	Insumo	Produto	Resultados
Sherman e Gold (1985).	<i>Bank branch operating efficiency.</i>	Analisar 14 agências bancárias por meio da aplicação da DEA.	EUA.	Não especificado.	Trabalhadores em tempo integral por filial, custo do espaço e despesas.	Número de transações em cada agência.	DEA fornece informações importantes para avaliação de performance não disponíveis em outras técnicas, apesar de ter certas limitações.
Seiford e Zhu (1999).	<i>Profitability and Marketability of the Top 55 U.S. Commercial Banks.</i>	Avaliar os 55 maiores bancos do EUA e descobrir qual está sendo mais eficiente em lucratividade e <i>marketability</i> <sup>d</sup>	EUA.	Dois estágios.	1º estágio: Nº trabalhadores, ativos e capital de acionistas. 2º estágio: lucros e receita.	1º estágio: lucros e receita. 2º estágio: valor de mercado, retorno total aos acionistas e lucro por ação.	Aproximadamente 90% dos bancos foram ineficientes em lucratividade e valor de mercado. O tamanho do banco teve retornos decrescente de escala em valor de mercado e positivo em lucratividade.
Ceretta e Niederauer (2001).	Rentabilidade e eficiência no setor bancário brasileiro.	Investigar a posição competitiva de 144 conglomerados financeiros no setor bancário por meio da matriz rentabilidade versus eficiência produtiva.	Brasil.	Dois estágios.	Não especificado.	Não especificado.	Maiores conglomerados têm eficiência operacional e rentabilidade bem superior aos demais.
Becker et al. (2003).	Análise de eficiência dos Bancos Brasileiros: um enfoque nos investimentos realizados em Tecnologia de Informação (TI).	Analisar a eficiência relativa dos bancos brasileiros, levando em consideração os investimentos feitos em TI.	Brasil.	BCC – 1.	Investimentos em TI, despesa de pessoal, gastos com estrutura física e despesa administrativa.	Receitas líquidas de intermediação financeira, de prestação de serviços e de operações internacionais.	Bancos que mais investiram em TI foram mais eficientes globalmente. Bancos estrangeiros foram os mais eficientes na amostra.

<sup>d</sup>Fatores como valor de mercado, lucro por ação e retorno aos investidores compõem a *marketability* (Seiford & Zhu, 1999, p. 1271).

Continua.

Autor(es)	Título	Objetivo	País	Modelo	Insumo	Produto	Resultados
Havrylychuk (2006).	<i>Efficiency of the Polish banking industry: Foreign versus domestic banks.</i>	Investigar a eficiência dos bancos instalados na Polônia no período de 1997 – 2001.	Polônia.	Não especificado.	Nº de empregados, depósitos e ativos permanentes.	Empréstimos, títulos governamentais e <i>balance off-sheef</i> <sup>a</sup>	Bancos estrangeiros foram mais eficientes, em média do que poloneses. Os índices de eficiência praticamente não aumentaram no tempo analisado.
Ariff e Can (2008).	<i>Cost and profit efficiency of Chinese banks: A non-parametric analysis.</i>	Analisar a eficiência de custos e lucro de 28 bancos comerciais chineses para os anos de 1995 a 2004.	China.	CCR e TOBIT.	Depósitos totais, número de funcionários e ativo permanente.	Investimentos e empréstimos totais.	O nível de eficiência de lucro foi menor do que de custos. Bancos de tamanho médio foram os mais eficientes.
Périco et al. (2008).	Eficiência bancária: os maiores bancos são os mais eficientes? Uma análise por envoltória de dados.	Verificar se os maiores bancos são, também, os mais eficientes, no que diz respeito à utilização dos seus recursos.	Brasil.	BCC – 2.	Patrimônio líquido, ativo total e depósitos totais.	Resultado líquido.	Os maiores bancos não necessariamente são os mais eficientes.
Drake et al. (2009).	<i>Bank modelling methodologies: A comparative non-parametric analysis of efficiency in the Japanese banking sector.</i>	Examinar a eficiência do setor bancário japonês utilizando a abordagem de intermediação e produção, além de uma abordagem focada em lucro e retorno.	Japão.	SBM <sup>b</sup> .	Depósitos totais, despesas operacionais totais, provisões totais, despesas não decorrentes de juros e outras despesas operacionais	Empréstimos totais, outros ativos rentáveis, <i>net commissions</i> , outras receitas operacionais e receita líquida de juros.	A abordagem focada na intermediação quase sempre produz índices de eficiência superiores as demais. Além disso, ela tem menor variação nos níveis de eficiência ao longo do tempo. Os resultados das abordagens apresentaram diferenças consideráveis.

<sup>a</sup> Ativos ou dívidas que não aparecem no balanço da empresa. No caso dos bancos, um exemplo é o *leasing* operacional.<sup>b</sup> *Slack-based measure*: Para maiores informações, por favor, veja Tone (2001)

Continua.

Autor(es)	Título	Objetivo	País	Modelo	Insumo	Produto	Resultados
Kumar e Gulati (2009).	<i>Measuring efficiency, effectiveness and performance of Indian public sector banks.</i>	Avaliar a eficiência, eficácia e <i>performance</i> de 27 bancos públicos que operam na Índia.	Índia.	Dois estágios.	1º estágio: imobilizado, nº de empregados e recursos emprestáveis. 2º estágio: investimentos e <i>advances</i> <sup>a</sup> .	1º estágio: investimentos e <i>advances</i> . 2º estágio: receita líquida de juros e receitas não financeiras.	Apenas 15% dos bancos foram totalmente eficientes. A média nos dois estágios foi de 0,9122. Existe uma forte correlação entre eficácia e <i>performance</i> . Alta eficiência não significa alta eficácia. Grandes bancos tem <i>performance</i> inferior aos pequenos.
Lin, Lee, e Chiu (2009).	<i>Application of DEA in analyzing a bank's operating performance.</i>	Avaliar 117 agências de um banco de Taiwan no ano de 2006.	Taiwan.	SBM, CCR e BCC.	Nº de empregados, despesas de juros, depósitos totais e depósitos à vista.	Empréstimos, receitas de juros, receita operacional e <i>“earning”</i> .	Existem mais agências ineficientes do que eficientes. O tamanho da organização não influencia no índice de eficiência.
Souza e Macedo (2009).	Análise de desempenho contábil-financeiro no setor bancário brasileiro por meio da aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA).	Analisar e avaliar o desempenho dos 100 maiores bancos do Brasil referente ao período de 2001 a 2005, dividindo-os em quatro segmentos de atuação.	Brasil.	CCR – 1 e 2 com fronteira invertida.	Imobilizado, custo operacional e alavancagem.	Liquidez imediata e rentabilidade operacional.	O ano de 2004 pode ser considerado o melhor ano para os bancos, enquanto o de 2002 o pior. Bancos que conseguiram reduzir seu imobilizado no período foram mais eficientes. Em geral, os maiores bancos em termos de ativo não foram os mais eficientes.
Liu (2010).	<i>Measuring and categorizing technical efficiency and productivity change of commercial banks in Taiwan.</i>	Analisar 25 bancos de Taiwan e classificá-los em quatro categorias distintas, segundo sua competitividade e aprimoramento técnico.	Taiwan.	Índice de Malmquist.	Nº de empregados, ativos permanentes e fundos como poupança, depósitos, etc.	Depósitos à vista, empréstimos de curto prazo e empréstimos de longo prazo.	Quinze bancos taiwaneses vêm aumentando sua eficiência técnica ao longo do tempo, enquanto em dez vem decaindo.

<sup>a</sup>Esse termo, por diversas vezes, é comumente interpretado como empréstimos.

Continua.

Autor(es)	Título	Objetivo	País	Modelo	Insumo	Produto	Resultados
Staub et al. (2010).	<i>Evolution of bank efficiency in Brazil: A DEA approach.</i>	Estimar eficiência de custo, alocativa e técnica dos bancos brasileiros no período de pós-privatização (2000 – 2007).	Brasil.	Três modelo em painel <sup>a</sup> .	Despesas operacionais com exceção de despesa pessoal, despesa de pessoal e despesas com juros.	Empréstimos totais sem visão de perdas, investimentos e depósitos.	Os bancos brasileiros apresentam um grau de ineficiência elevado se comparado com demais países. Bancos públicos foram mais eficientes do que privados, e estrangeiros apresentaram maiores níveis de ineficiência de custo. Tamanho não é uma variável importante que impacte na eficiência.
Barros, Mello, e Meza (2010).	<i>Technical efficiency in Saudi banks.</i>	Analisar a eficiência dos bancos sauditas nos anos de 1999 – 2007.	Arábia Saudita.	Dois estágios.	Depósitos, N <sup>o</sup> de empregados e ativos permanentes.	Empréstimos, <i>securities</i> e empréstimos interbancários.	Os bancos públicos foram mais eficientes do que bancos privados, contestando a teoria de conflitos de agência.
Řepková (2014).	<i>Efficiency of the Czech Banking Sector Employing the DEA Window Approach.</i>	Examinar a eficiência dos bancos tchecos para os anos de 2003 – 2012.	República Tcheca.	DEA <i>window analysis</i> – SBM, CCR e BCC.	Depósitos e despesa com pessoal.	Empréstimos e receita líquida de juros.	A eficiência média para o modelo CCR ficou entre 70% – 78%, enquanto a eficiência média do modelo BCC foi de 84% – 89%, para o período analisado.
Svitalkova (2014).	<i>Comparison and Evaluation of Bank Efficiency in Selected Countries in EU.</i>	Mensurar e comparar a eficiência dos bancos de diferentes países da União Européia, identificando as origens de ineficiência.	União Européia.	<i>Networking</i> CCR e BCC com e sem <i>output</i> desejável.	Despesa com pessoal, ativos permanentes e depósitos.	Empréstimos e receita líquida de juros. Como <i>output</i> indesejável: PECLD <sup>b</sup>	Países tidos como eficientes variam de forma considerável de acordo com o modelo. Os bancos em todos os estados deveriam concentrar em aumentar os empréstimos, atentando-se para que PECLD não cresça.
Wanke e Barros (2014)	<i>Two-stage DEA: An application to major Brazilian banks.</i>	Avaliar os 40 maiores bancos do Brasil em otimização custos e eficiência produtiva, estabelecendo uma conexão entre essas duas variáveis.	Brasil.	Dois estágios.	1 <sup>o</sup> estágio: N <sup>o</sup> de agências e N <sup>o</sup> de empregados. 2 <sup>o</sup> estágio: despesas administrativas e despesa de pessoal.	1 <sup>o</sup> estágio: despesa administrativa e despesa de pessoal. 2 <sup>o</sup> estágio: P.L <sup>c</sup> e ativo permanente.	Bancos brasileiros tendem comparativamente a ser mais eficientes em converter despesa administrativa e despesa com pessoal em P.L e ativos permanentes do que gerenciar recursos físicos e humanos. Fusões e aquisições, tamanho e bancos públicos são variáveis determinantes na eficiência.

<sup>a</sup>DEA no primeiro, autorregressivo na estrutura de erro e, por fim, Tobit.<sup>b</sup>Perda estimada com crédito de liquidação duvidosa.<sup>c</sup>Patrimônio líquido.

Continua.

Autor(es)	Título	Objetivo	País	Modelo	Insumo	Produto	Resultados
San-Jose, Retolaza, e Torres Prueñonosa (2014).	<i>Efficiency in Spanish banking: A multistakeholder approach analysis.</i>	Avaliar a eficiência geral, social e econômica do sistema bancário na Espanha no período de 2000 – 2011.	Espanha.	Dois estágios: DEA e regressão.	Patrimônio líquido, ativo total e depósitos totais.	Lucro, PE-risco, CLD, contribuição social, empregos, e créditos ao consumidos.	Bancos de investimento tem índices de eficiência global semelhante a outros bancos da Espanha, sendo mais eficientes no quesito social.
Zimková (2014).	<i>Technical Efficiency and Super-efficiency of the Banking Sector in Slovakia.</i>	Analisar a eficiência de 16 bancos da Eslováquia por meio de três modelos de DEA no ano de 2012.	Eslováquia.	BCC, SBM e SBM super-eficiente.	Ativo permanente, depósitos e número de funcionários.	<i>Earning assets<sup>a</sup>.</i>	Mais da metade dos bancos conseguiram converter capital humano e ativos permanentes em <i>earning assets</i> . O coeficiente de Pearson aponta alta correlação entre o modelo BCC e o SBM.
Chan et al. (2015).	<i>Market structure, institutional framework and bank efficiency in ASEAN 5.</i>	Estudar o efeito da estrutura de mercado e institucional na eficiência bancária em cinco grandes países do Sudeste Asiático.	Ásia.	Dois estágios: SBM e GMM <sup>b</sup> .	Despesa de pessoal, despesa com taxa de juros e outras despesas não decorrentes de juros.	Receita de juros de empréstimos, investimentos, <i>fee income from off-balance sheet activities<sup>c</sup></i> , e outras receitas não financeiras.	As regulamentações governamentais no setor deve objetivar aumentar a disciplina no mercado, melhor monitoramento e transparência, entretanto, deveria ter pouca intervenção nas atividades bancárias si.

<sup>a</sup>Empréstimos e *commercial papers* mantidos até o vencimento.

<sup>b</sup>Generalized method of moments.

<sup>c</sup>Receita de serviços de atividades que não constam no balanço da empresa

Autor(es)	Título	Objetivo	País	Modelo	Insumo	Produto	Resultados
Kwon e Lee (2015).	<i>Two-stage production modeling of large U.S. banks: A DEA-neural network approach.</i>	Combinar duas técnicas empíricas de análise de dados para avaliar e prever melhorias de desempenho.	EUA.	Dois estágios: CCR – 2 e BPNN <sup>a</sup> .	1º estágio: empregados, P.L. e despesas. 2º estágio: depósitos, empréstimos e investimentos.	1º estágio: depósitos, empréstimos e investimento. 2º estágio: Lucro.	O modelo proposto auxilia de forma impactante o processo gerencial de tomada de decisão.
Yilmaz e Güneş (2015).	<i>Efficiency Comparison of Participation and Conventional Banking Sectors in Turkey between 2007 – 2013.</i>	Mensurar e comparar a eficiência puramente técnica, de escala e global dos bancos de depósitos convencionais e bancos islâmicos no período de 2007 – 2013.	Turquia.	CCR – 1 e BCC – 1.	Depósitos totais e capital.	Empréstimos totais, investimentos e renda.	A ineficiência dos bancos islâmicos no período foi predominantemente de escala, ao contrário dos bancos convencionais. Os bancos islâmicos foram um pouco mais eficiente globalmente do que os outros bancos.
Wanke, Barros, e Emrouznejad (2016).	<i>Assessing productive efficiency of banks using integrated Fuzzy-DEA and bootstrapping: A case of Mozambican banks.</i>	Utilizar um novo modelo de Fuzzy-DEA para avaliar a eficiência bancária em Moçambique para os anos de 2003 – 2011.	Moçambique.	Fuzzy.	Despesas totais (exceto de pessoal) e despesa de pessoal.	Depósitos totais, receita antes de impostos e total de operações de crédito.	Diversos aspectos explicam a eficiência bancária em Moçambique como preço da mão-de-obra, preço do capital, entrada e saída de depósitos, etc. Os bancos deveriam diminuir o N° de funcionários e fazer iniciativas para alavancar capital.
Stewart, Matousek, e Nguyen (2016).	<i>Efficiency in the Vietnamese banking system: A DEA double bootstrap approach.</i>	Analisar a eficiência bancária vietnamita nos anos de 1999 a 2009, identificando as variáveis determinantes para a eficiência bancária.	Vietnã.	Dois estágios: CCR, BCC e <i>Bootstrap</i> .	Número de funcionários, depósitos de outros bancos e depósitos de clientes.	Empréstimos de clientes, outros empréstimos e valores mobiliários*.	Os maiores bancos são mais eficientes do que os bancos médios e pequenos, sendo que os últimos são os mais ineficientes. No que tange a eficiência global, bancos privados são mais eficientes do que bancos públicos.

Tabela 2.6: DEA e eficiência bancária.

CCR-1 Modelo CCR orientado para input.

CCR-2 Modelo CCR orientado para output.

BCC-1 Modelo BCC orientado para input.

BCC-2 Modelo BCC orientado para output.

<sup>a</sup>Back propagation neural network.







# Capítulo 3

## Método

A parte empírica do presente trabalho utiliza a DEA para responder as perguntas de pesquisa. A DEA tem se destacado em trabalhos acadêmicos e em organizações que almejam avaliar seu desempenho em relação as concorrentes, sendo a principal técnica não paramétrica atualmente para avaliar a eficiência (Wanke, Azad, & Barros, 2016, p. 488). Além disso, Svitalkova (2014, p. 645) aponta que técnicas não paramétricas são mais adequadas para ranquear a eficiência de instituições bancárias.

### 3.1 Modelo DEA utilizado e ET, EPT e ES.

A DEA conta com diversos modelos, e definir qual desses será utilizado é de suma importância para a realização do trabalho. Řepková (2014, p. 594), Svitalkova (2014, p. 649 – 651), Yilmaz e Güneş (2015, p. 387), Stewart et al. (2016, p. 103) e Seiford e Zhu (1999, p. 1274) utilizaram os modelos CCR e BCC, além de outras variações da DEA. Seguindo esses autores, os modelos aqui utilizados foram o CCR e o BCC, com orientação a insumo. A razão de se ter utilizado ambos os modelos é devido a não haver um consenso na literatura de qual modelo é melhor para avaliar instituições financeiras. É certo que deve-se utilizar o CCR somente se todas as DMUs analisadas estiverem operando em nível ótimo de escala (Řepková, 2014, p. 589), (George Assaf et al., 2011, p. 5782). Como não é possível afirmar com precisão tal fato na base de dados analisada, pois uma DMU pode ter ganhos ou perdas de escala, a utilização dos dois modelos fornecerá uma visão mais completa e global da eficiência dos bancos.

Utilizar tanto o modelo CCR quanto o BCC permite também entender mais profundamente a causa de ineficiência das DMUs, pois, ao comparar os resultados dos modelos, é possível descobrir se uma DMU está sendo ineficiente devido a parte técnica de sua operação em si, ou se essa ineficiência tem origem no nível de escala operado (Řepková, 2014, p. 594) (Yilmaz & Güneş, 2015, p. 387). O modelo CCR fornece a Eficiência Técnica, ET, também chamada de eficiência global, enquanto o índice resultante do modelo BCC é conhecido como Eficiência Puramente Técnica EPT, que mensura a eficiência com base somente nas capacidades administrativas (Yilmaz & Güneş, 2015, p. 387). Em outras palavras, a EPT significa a ET desconsiderando o impacto das economias ou deseconomias de escalas (Řepková, 2014, p.

594).

Ao dividir a ET pela EPT, é possível descobrir o quão eficiente a DMU em análise está no que tange a eficiência de escala, uma vez que ao dividir o índice de eficiência global, que inclui tanto de escala quanto puramente técnico, pelo puramente técnico, será obtido o índice que se refere somente a escala (Yilmaz & Güneş, 2015, p. 387). A Eficiência de Escala, ES, pode ser obtida, portanto, pela razão apresentada na Equação 3.1.

$$ES = \frac{ET}{EPT} \quad (3.1)$$

### 3.2 Orientação, base de dados e DMUs.

Sabendo que o modelo pode ser orientado para *input*, ou seja, manter os *outputs* constantes e reduzir a utilização de *inputs* para se tornar eficiente, ou orientado para *output*, cujo objetivo é manter o nível de insumos constantes e aumentar os *outputs* para se tornar eficiente, este trabalho adotou a orientação a *input*. Essa opção foi adotada, pois segundo Schaffnit, Rosen, e Paradi (1997, p. 279), os bancos em geral não têm controle sobre os níveis de serviço demandado por seus clientes. É mais coerente apontar para um banco reduzir seu número de funcionários, por exemplo, do que aumentar seus empréstimos totais, uma vez que isso dependeria de terceiros.

No que tange a base de dados utilizada, o BACEN divulga trimestralmente informações dos bancos do SFN como o ativo, passivo, despesas, receitas, entre outras, intitulada de “Os cinquenta maiores bancos”. Por meio dessa base, o presente trabalho selecionou os 10 maiores bancos, em termos de ativo total, para ser as DMUs no modelo. Utilizar ativo total para definir quais são os maiores bancos é bastante comum por pesquisadores como, por exemplo, Stewart et al. (2016, p. 100), Périco et al. (2008, p. 428) e Staub et al. (2010, p. 208). As DMUs consideradas pertencem ao macrosegmento “b1”<sup>1</sup>, que compreende os bancos comerciais, múltiplos com carteira comercial ou caixa econômica. A razão de considerar somente os 10 maiores se deve aos seguintes aspectos:

1. Conforme é mostrado na Tabela 2.5, os 10 maiores bancos detinham cerca de 90% do ativo total no ano de 2014 de uma base de mais de 100 bancos, sendo portanto, os mais relevantes na eficiência do SFN.
2. Os resultados encontrados por Staub et al. (2010, p. 211) apontam uma possível existência da hipótese de nichos de mercado<sup>2</sup>, em que os micros poderiam se beneficiar em relação aos maiores bancos por questões peculiares de seu tamanho. Assim sendo, para que a base fique mais homogênea, e, sendo esse um principais pré-requisitos da DEA, só foram

<sup>1</sup>O BACEN classifica os bancos de acordo com seu tipo de atuação. Um banco pode pertencer a um macrosegmento, a saber: b1, b2, b3 e b4.

<sup>2</sup> Staub et al. (2010, p. 206 – 208) sugerem que os menores bancos podem ter vantagens por operarem em nichos específicos de mercado. A onda de fusões e aquisições do setor bancário brasileiro pode ter explicação nessa teoria, com os maiores bancos tentando aumentar sua eficiência comprando os menores altamente especializados.

considerados os maiores. Além disso, mesmo que um banco pequeno seja considerado eficiente, esse pode ter uma estrutura de difícil adoção para os maiores bancos.

O período analisado iniciou em junho de 2010, com término em junho de 2014. Analisar as DMUs em mais de um ano é importante para evitar, ou pelo menos diminuir, a chance de um banco ineficiente ser considerado eficiente no estudo, uma vez que analisando somente um ano, uma DMU pode ter um bom resultado devido a alguma peculiaridade dela somente nesse ano (Yilmaz & Güneş, 2015, p. 389). Ao englobar mais de um ano, é improvável que o fator ocasional que tornou o banco ineficiente em eficiente permaneça, além de permitir observar cada banco mais de uma vez.

O período escolhido para a análise se findou em junho de 2014, pois, apesar do BACEN já ter divulgado bases de dados mais recentes, essas bases não continham todas as informações necessárias que foram utilizadas no modelo DEA. O mesmo ocorre com os dados referentes ao ano de 2015. A plataforma utilizada pelo BACEN nos anos anteriores foi substituída por outra, chamada de *IF.data*. Essa nova plataforma não continha dados de *inputs* selecionados para o presente estudo e, portanto, a análise dos bancos teve término no mês de junho de 2014.

Os resultados serão analisados ano a ano, apontando quais DMUs foram eficientes e quais foram ineficientes. Yilmaz e Güneş (2015, p. 388) defende que construir uma fronteira para cada ano específico é mais flexível e mais apropriado do que estimar uma única fronteira com vários anos. O presente trabalho se restringe a estudar cada ano individualmente, sem que seja feita uma análise que busque explicar se a eficiência de um banco ou do grupo vem aumentando ou diminuindo ao longo do tempo.

Como a análise neste trabalho observa fatos que ocorreram independente da interferência do pesquisador, englobando vários anos e estudando o comportamento das observações ao longo do tempo, ela é classificada como uma pesquisa não-experimental longitudinal (Sampieri et al., 2013). Dentre as três opções possíveis desse tipo de pesquisa, a saber: tendência, coorte e painel, optou-se pela última devido ao interesse de manter as mesmas observações em todo o período analisado, para que seja possível apontar qual banco foi mais vezes eficiente ao longo do tempo de forma justa, ou seja, sem que um banco tenha sido analisado mais vezes do que outros.

Tendo em vista que os 10 maiores bancos variavam ao decorrer do período analisado, foi necessário padronizar os bancos para que pudesse ser feita uma análise de painel. Para tal, os maiores de 2014 serão utilizados como referência para os demais anos. Na Tabela 3.1 é apresentado os maiores bancos do ano de 2014.

Observando a Tabela 3.1, os 10 maiores bancos são o BB, Itaú, CEF, Bradesco, Santander, HSBC, Safra, BTG Pactual, Votorantim e o Banrisul. Entretanto, o BTG Pactual e o Votorantim não são bancos comerciais como os demais, mas sim bancos de investimentos e, por conseguinte, tem estrutura bem diferente dos demais bancos. As Tabelas 3.4, 3.5, 3.6, 3.7 e 3.8 apresentam tais informações, tornando fácil a comparação com os demais bancos. O número de funcionários é bem inferior e os depósitos totais bem elevados, se comparado com os bancos comerciais de estrutura semelhante.

As DMUs devem ser mais homogêneas possíveis para que os dados fornecidos pela

Posição	Instituição	Ativo Total
1 <sup>o</sup>	Banco do Brasil.	R\$ 1.303.651.713,00
2 <sup>o</sup>	Itaú.	R\$ 1.029.025.053,00
3 <sup>o</sup>	Caixa Econômica Federal.	R\$ 963.315.687,00
4 <sup>o</sup>	Bradesco.	R\$ 793.507.842,00
5 <sup>o</sup>	Santander.	R\$ 502.784.192,00
6 <sup>o</sup>	HSBC.	R\$ 163.277.372,00
7 <sup>o</sup>	Safra.	R\$ 133.137.729,00
8 <sup>o</sup>	BTG Pactual.	R\$ 117.004.288,00
9 <sup>o</sup>	Votorantim.	R\$ 97.325.670,00
10 <sup>o</sup>	Banrisul.	R\$ 56.926.803,00
11 <sup>o</sup>	Citibank.	R\$ 53.366.415,00
12 <sup>o</sup>	Banco do Nordeste.	R\$ 36.407.176,00

**Tabela 3.1:** Maiores bancos: 2014.

**Fonte:** BACEN (2015).

DEA sejam consistentes, uma vez que ela averigua a eficiência relativa do grupo (Wagner & Shimshak, 2007, p. 57). Incluir DMUs com variáveis divergentes pode, portanto, afetar de forma negativa o resultado da DEA, apontando DMUs como eficientes ou ineficientes erroneamente. Por essa razão, ainda que a Tabela 3.1 evidencie que o BTG Pactual é o oitavo maior banco e o Votorantim o nono, ambos foram excluídos do grupo analisado, pois não são bancos comerciais de características semelhantes aos demais. No lugar dos dois bancos, foi selecionado o décimo primeiro e o décimo segundo maior, a saber: o Citibank e o Banco do Nordeste do Brasil (BNB).

### 3.3 Definição do critério para escolha de variáveis.

Definido o modelo a ser utilizado, a orientação e as DMUs, o próximo passo é definir quais variáveis farão parte do modelo. Esta etapa é, talvez, a mais importante (Wagner & Shimshak, 2007, p. 57 – 58); (Wanke, Barros, & Emrouznejad, 2016, p. 380); (Zimková, 2014, p. 782); (Luo, Bi, & Liang, 2012, p. 1119), apesar de diversas vezes não receber a atenção necessária. Nesse sentido, Yilmaz e Güneş (2015, p. 387) aponta que as principais abordagens na literatura para a seleção das variáveis são:

- **Produção:** Desenvolvida por Benston (1965), os bancos são considerados principalmente como fornecedores de serviços para os clientes. Os *inputs* envolvem variáveis físicas como trabalho, capital e materiais. Os *outputs* geralmente incluem os serviços disponíveis para os clientes, no qual pode-se citar depósitos, empréstimos; e
- **Intermediação:** Proposta por Sealey e Lindley (1977), essa abordagem entende que a principal função dos bancos é coletar fundos e converte-los em empréstimos e outros ativos rentáveis, utilizando capital físico e trabalho, ou seja, o banco é visto principalmente como intermediário entre agentes superavitários e agentes deficitários.

Berger e Humphrey (1997, p. 31), em seu artigo que examinou mais de 130 estudos que aplicaram a fronteira de eficiência em bancos, seja ela construída por técnica paramétrica ou não-paramétrica, em 21 países, apontaram que a abordagem de produção é mais indicada

em estudos para avaliar agências, enquanto a abordagem de intermediação é mais recomendada para avaliar os bancos.

A Tabela 2.6, em que foram analisados 24 artigos, é uma boa forma de visualizar qual vem sendo a principal abordagem utilizada por pesquisadores. Para compor essa tabela, foram selecionados artigos que tinham relação com a presente pesquisa: DEA em bancos. Feito isto, foi criada uma planilha contendo os objetivos, os resultados encontrados, em qual país foi aplicado a DEA, quais variáveis foram consideradas no modelo e qual o modelo utilizado. Grande parte dos artigos foram obtidos da base de dados *ScienceDirect* da Elsevier.

Dos artigos analisados, 16 estudos tiveram aplicação em países diferentes, 14 utilizaram como critério para a seleção das variáveis a abordagem de intermediação, ou seja, 58,33% utilizaram essa abordagem. É de se destacar que, apesar da alta popularidade dessa técnica em outros países, no Brasil, dos 6 estudos analisados, somente Staub et al. (2010, p. 208) a utilizou. Caso não fosse considerado os artigos que analisaram os bancos brasileiros, onde a abordagem de intermediação ainda não é tão popular, o percentual seria de 72,22%, algo bem expressivo considerando a diversidade de métodos existentes para selecionar *inputs* e *outputs*. A Tabela 3.2 contém somente os artigos que utilizaram a abordagem de intermediação, os respectivos *inputs* e *outputs* e o país de estudo, sendo esta tabela uma simplificação da Tabela 2.6.

Apesar de se ter verificado um alto número de artigos que utilizaram a abordagem de intermediação financeira, esse não foi um critério para que o artigo fosse analisado. A seleção dos artigos se deu somente pela relação com o tema da pesquisa. A predominância de artigos que utilizaram essa abordagem evidencia sua aceitação e importância acadêmica. Por essa razão, por ter poucos estudos no Brasil utilizando essa abordagem e, conforme discorrido na Subseção 2.2.3, a essência da atividade bancária consistir em intermediar a relação de agentes superavitários com agentes deficitários, a abordagem de intermediação será utilizada no presente trabalho como critério para seleção de *inputs* e *outputs*. Dado os diferentes *inputs* e *outputs* possíveis na abordagem de intermediação, os que foram utilizados por este trabalho estão representados na Tabela 3.3.

Os três *inputs* aqui selecionados, evidenciados na Tabela 3.3, também foram utilizados nos trabalhos de Havrylchuk (2006, p. 1984), Ariff e Can (2008, p. 265), Liu (2010, p. 2785)<sup>3</sup>, George Assaf et al. (2011, p. 5782) e Zimková (2014, p. 782). Quanto ao *output*, 10 autores utilizaram empréstimos totais, dentre outros. Optou-se por utilizar somente um *output*, pois conforme aponta Périco et al. (2008, p. 425), o modelo deve ser o mais compacto possível para maximizar o poder discriminatório da DEA. Semelhantemente, Zhu (2014, p. 7) afirma que um alto número de *inputs* e *outputs*, se comparado ao de DMUs, pode afetar a precisão do modelo. Além disso, Zimková (2014, p. 782) considerou exatamente as mesmas variáveis aqui utilizadas. Por essas razões, a seleção das variáveis objetivou simplificar o modelo, além de seguir os princípios da abordagem de intermediação.

Segundo Zhu (2014, p. 7), o número de variáveis (*inputs* e *outputs*) não deve ser maior do que um terço do número de DMUs. Ao confrontar o número de variáveis com o número de

<sup>3</sup>Liu (2010, p. 2785) utilizou “fundos”, englobando não só depósitos totais, mas poupança e outros investimentos.

Autor(es)	Título	País	Input	Output
Seiford e Zhu (1999) <sup>a</sup> .	<i>Profitability and Marketability of the Top 55 U.S. Commercial Banks.</i>	EUA.	1º estágio: Nº trabalhadores, ativos e capital de acionistas. 2º estágio: lucros e receita.	1º estágio: lucros e receita. 2º estágio: valor de mercado, retorno total aos acionistas e lucro por ação.
Havrylychuk (2006).	<i>Efficiency of the Polish banking industry: Foreign versus domestic banks.</i>	Polónia.	Nº de empregados, depósitos e ativos permanentes.	Empréstimos, títulos governamentais e <i>off-balance sheet items</i> .
Ariff e Can (2008).	<i>Cost and profit efficiency of Chinese banks: A non-parametric analysis.</i>	China.	Depósitos totais, número de funcionários e ativo permanente.	Investimentos e empréstimos totais.
Drake et al. (2009) <sup>b</sup> .	<i>Bank modelling methodologies: A comparative non-parametric analysis of efficiency in the Japanese banking sector.</i>	Japão.	Depósitos totais, despesas operacionais totais, provisões totais, despesas não decorrentes de juros e outras despesas operacionais.	Empréstimos totais, outros ativos rentáveis, <i>net commissions</i> , outras receitas operacionais e receita líquida de juros.
Kumar e Gulati (2009).	<i>Measuring efficiency, effectiveness and performance of Indian public sector banks.</i>	Índia.	1º estágio: imobilizado, nº de empregados e recursos emprestáveis. 2º estágio: investimentos e “ <i>advances</i> ”.	1º estágio: investimentos e “ <i>advances</i> ”. 2º estágio: receita líquida de juros e receitas não financeiras.
Liu (2010).	<i>Measuring and categorizing technical efficiency and productivity change of commercial banks in Taiwan.</i>	Taiwan.	Nº de empregados, ativos permanentes e fundos como poupança, depósitos, etc.	Depósitos a vista, empréstimos de curto prazo e empréstimos de longo prazo.
Staub et al. (2010).	<i>Evolution of bank efficiency in Brazil: A DEA approach.</i>	Brasil.	Despesas operacionais com exceção de despesa de pessoal, despesas de pessoal e despesa com taxa de juros.	Empréstimos totais sem provisão de perdas, investimentos e depósitos.

<sup>a</sup> Apesar do autor não ter deixado claro que utilizou a abordagem de intermediação, os *inputs* e *outputs* iguais aos de outros autores permite inferir que a abordagem tenha sido utilizada no primeiro estágio.

<sup>b</sup> Além da abordagem de intermediação, utilizou a de produção e a baseada no lucro.

Autor(es)	Título	País	Input	Output
George Assaf et al. (2011).	<i>Technical efficiency in Saudi banks.</i>	Arábia Saudita.	Depósitos, nº de empregados e ativos permanentes.	Empréstimos, <i>securities</i> e empréstimos interbancários.
Řepková (2014).	<i>Efficiency of the Czech Banking Sector Employing the DEA Window Analysis Approach.</i>	República Tcheca.	Depósitos e despesa com pessoal.	Empréstimos e receita líquida de juros.
Svitalkova (2014) <sup>a</sup> .	<i>Comparison and Evaluation of Bank Efficiency in Selected Countries in EU.</i>	União Européia.	Despesa com pessoal, ativos permanentes e depósitos.	Empréstimos e receita líquida de juros. Como <i>output</i> indesejável: PE-CLD <sup>b</sup> .
Zimková (2014).	<i>Technical Efficiency and Super-efficiency of the Banking Sector in Slovakia.</i>	Eslováquia.	Ativo permanente, depósitos e número de funcionários.	<i>Earning assets</i> <sup>c</sup> .
Chan et al. (2015).	<i>Market structure, institutional framework and bank efficiency in ASEAN 5.</i>	Ásia.	Despesa de pessoal, despesa com taxa de juros e outras despesas não decorrentes de juros.	Receita de juros de empréstimos, investimentos, <i>fee income from off-balance sheet activities</i> <sup>d</sup> e outras receitas não financeiras.
Yilmaz e Güneş (2015).	<i>Efficiency Comparison of Participation and Conventional Banking Sectors in Turkey between 2007 – 2013.</i>	Turquia.	Depósitos totais e capital.	Empréstimos totais, investimentos e renda.
Stewart et al. (2016).	<i>Efficiency in the Vietnamese banking system: A DEA double boots-trap approach.</i>	Vietnã.	Número de funcionários, depósitos de outros bancos do sistema e depósitos de clientes.	Depósitos totais, receita antes de impostos e total de operações de crédito.

**Tabela 3.2:** Artigos abordagem intermediação.

<sup>a</sup> Apesar da autora não ter deixado claro que utilizou a abordagem de intermediação, os *inputs* e *outputs* iguais aos de outros autores que permite inferir que a abordagem tenha sido utilizada.

<sup>b</sup> Perda estimada com crédito de liquidação duvidosa.

<sup>c</sup> Empréstimos e *commercial papers* mantidas até o vencimento.

<sup>d</sup> Receita de atividades não pertencentes ao balanço da empresa.

<i>Inputs:</i>	<i>Output:</i>
Número de funcionários ( $x_1$ ).	Empréstimos totais ( $y_1$ )
Depósitos totais ( $x_2$ ).	
Ativo permanente ( $x_3$ ).	

**Tabela 3.3:** *Inputs e outputs.*

observações somente de um ano neste trabalho (3 *inputs* e 1 *output versus* 10 observações), a recomendação não estaria sendo seguida. Entretanto, como o período analisado foi de 2010 até 2014, o número de observações é de  $10 \times 5 = 50$ , sendo, então, mais de doze vezes maior do que o número de variáveis. A mesma situação ocorre em Wanke, Barros, e Emrouznejad (2016, p. 380). Esses autores selecionaram 5 variáveis e 13 observações, mas como o período analisado foi maior do que um ano, essa recomendação não foi desrespeitada. As Tabelas 3.4, 3.5, 3.6, 3.7 e 3.8 apresentam os *inputs* e *outputs* de cada DMU para cada um dos anos analisados.

Instituições	Ativo Total	Depósitos Totais	Nº de Funcionários	Empréstimos Totais
BB.	R\$ 729.976.934,00	R\$ 344.240.232,00	123996	R\$ 306.217.589,00
Itaú.	R\$ 629.918.032,00	R\$ 196.422.154,00	113907	R\$ 201.226.618,00
Bradesco.	R\$ 495.622.252,00	R\$ 180.715.906,00	81360	R\$ 172.349.275,00
CEF.	R\$ 381.237.941,00	R\$ 195.879.446,00	106778	R\$ 149.152.319,00
Santander.	R\$ 366.046.988,00	R\$ 102.597.606,00	51931	R\$ 127.606.310,00
HSBC.	R\$ 116.522.099,00	R\$ 70.031.206,00	28536	R\$ 34.246.693,00
Safra.	R\$ 75.315.051,00	R\$ 13.753.713,00	5037	R\$ 24.050.758,00
Citibank.	R\$ 52.123.127,00	R\$ 12.698.741,00	5632	R\$ 9.740.779,00
Banrisul.	R\$ 31.298.313,00	R\$ 17.337.231,00	11782	R\$ 14.909.663,00
BNB.	R\$ 19.854.198,00	R\$ 6.868.603,00	13814	R\$ 9.512.286,00
<b>Média.</b>	R\$ 289.791.493,50	R\$ 114.054.483,80	54277,3	R\$ 104.901.229,00
<b>Máximo.</b>	R\$ 729.976.934,00	R\$ 344.240.232,00	123996	R\$ 306.217.589,00
<b>Mínimo.</b>	R\$ 19.854.198,00	R\$ 6.868.603,00	5037	R\$ 9.512.286,00

**Tabela 3.4:** *Inputs e outputs: Ano 2010.*

**Nota:** Os valores monetários estão em R\$ mil.

**Fonte:** BACEN (2015).

A análise dos dados foi feita por meio do *software* R Studio, um programa *free* bastante utilizado por pesquisadores, que permite utilizar diversos pacotes desenvolvidos por acadêmicos. Um desses pacotes é o *Benchmarking*<sup>4</sup>, cuja função é aplicar diversos modelos da DEA e da *Stochastic Frontier Analysis* (SFA) em duas matrizes, uma contendo os *inputs* e a outra os *outputs*. Após isso, será possível descobrir quais bancos foram eficientes.

<sup>4</sup>Para maiores informações sobre o pacote ver Bogetoft e Otto (2014).



Instituições	Ativo Total	Depósitos Totais	Nº de Funcionários	Empréstimos Totais
BB.	R\$ 865.018.721,00	R\$ 396.818.224,00	130397	R\$ 359.531.142,00
Itaú.	R\$ 768.663.512,00	R\$ 222.193.756,00	131170	R\$ 259.585.323,00
Bradesco.	R\$ 607.889.454,00	R\$ 214.161.835,00	89420	R\$ 218.224.270,00
CEF.	R\$ 460.159.686,00	R\$ 234.461.509,00	108979	R\$ 205.853.006,00
Santander.	R\$ 412.042.101,00	R\$ 121.749.414,00	53168	R\$ 153.629.594,00
HSBC.	R\$ 144.554.014,00	R\$ 76.126.806,00	30675	R\$ 45.457.588,00
Safra.	R\$ 83.895.902,00	R\$ 15.287.902,00	6040	R\$ 35.791.513,00
Citibank.	R\$ 54.878.963,00	R\$ 15.279.285,00	6132	R\$ 12.064.056,00
Banrisul.	R\$ 34.982.455,00	R\$ 20.056.515,00	11985	R\$ 18.202.771,00
BNB.	R\$ 24.803.163,00	R\$ 8.814.411,00	15545	R\$ 10.515.114,00
<b>Média.</b>	R\$ 345.688.797,10	R\$ 132.494.965,70	58351,1	R\$ 131.885.437,70
<b>Máximo.</b>	R\$ 865.018.721,00	R\$ 396.818.224,00	131170	R\$ 359.531.142,00
<b>Mínimo.</b>	R\$ 24.803.163,00	R\$ 8.814.411,00	6040	R\$ 10.515.114,00

**Tabela 3.5:** Inputs e outputs: Ano 2011.**Nota:** Os valores monetários estão em R\$ mil.**Fonte:** BACEN (2015).

Instituições	Ativo Total	Depósitos Totais	Nº de Funcionários	Empréstimos Totais
BB.	R\$ 998.360.274,00	R\$ 467.620.437,00	131125	R\$ 429.159.986,00
Itaú.	R\$ 838.254.744,00	R\$ 239.546.773,00	122455	R\$ 304.880.774,00
Bradesco.	R\$ 723.478.469,00	R\$ 217.447.969,00	100393	R\$ 248.631.990,00
CEF.	R\$ 596.370.638,00	R\$ 285.266.715,00	111496	R\$ 297.600.834,00
Santander.	R\$ 448.428.308,00	R\$ 121.830.688,00	54375	R\$ 181.149.164,00
HSBC.	R\$ 148.409.405,00	R\$ 63.117.778,00	30186	R\$ 47.209.179,00
Safra.	R\$ 90.506.617,00	R\$ 13.454.071,00	5813	R\$ 42.030.292,00
Citibank.	R\$ 62.054.085,00	R\$ 15.601.548,00	6124	R\$ 13.427.009,00
Banrisul.	R\$ 42.975.291,00	R\$ 24.006.071,00	11441	R\$ 21.834.026,00
BNB.	R\$ 29.652.698,00	R\$ 9.144.728,00	10644	R\$ 10.966.390,00
<b>Média.</b>	R\$ 397.849.052,90	R\$ 145.703.677,80	58405,2	R\$ 159.688.964,40
<b>Máximo.</b>	R\$ 998.360.274,00	R\$ 467.620.437,00	131125	R\$ 429.159.986,00
<b>Mínimo.</b>	R\$ 29.652.698,00	R\$ 9.144.728,00	5813	R\$ 10.966.390,00

**Tabela 3.6:** Inputs e outputs: Ano 2012.**Nota:** Os valores monetários estão em R\$ mil.**Fonte:** BACEN (2015).

Instituições	Ativo Total	Depósitos Totais	Nº de Funcionários	Empréstimos Totais
BB.	R\$ 1.140.056.761,00	R\$ 478.751.254,00	125733	R\$ 536.681.882,00
Itaú.	R\$ 990.297.225,00	R\$ 252.663.377,00	117288	R\$ 327.004.626,00
CEF.	R\$ 814.487.216,00	R\$ 342.449.356,00	122260	R\$ 422.616.847,00
Bradesco.	R\$ 770.792.629,00	R\$ 209.419.065,00	98232	R\$ 275.166.485,00
Santander.	R\$ 478.124.605,00	R\$ 126.532.735,00	51247	R\$ 191.485.769,00
HSBC.	R\$ 143.804.238,00	R\$ 51.590.585,00	29113	R\$ 51.970.871,00
Safra.	R\$ 131.084.907,00	R\$ 8.957.881,00	5775	R\$ 42.995.727,00
Citibank.	R\$ 61.466.156,00	R\$ 15.265.038,00	6103	R\$ 14.080.259,00
Banrisul.	R\$ 52.770.327,00	R\$ 28.750.572,00	11870	R\$ 23.738.116,00
BNB.	R\$ 33.794.233,00	R\$ 11.381.306,00	10530	R\$ 11.083.091,00
<b>Média.</b>	R\$ 461.667.829,70	R\$ 152.576.116,90	57815,1	R\$ 189.682.367,30
<b>Máximo.</b>	R\$ 729.976.934,00	R\$ 344.240.232,00	123996	R\$ 306.217.589,00
<b>Mínimo.</b>	R\$ 19.854.198,00	R\$ 6.868.603,00	5037	R\$ 9.512.286,00

**Tabela 3.7:** Inputs e outputs: Ano 2013.**Nota:** Os valores monetários estão em R\$ mil.**Fonte:** BACEN (2015).

<b>Instituições</b>	<b>Ativo Total</b>	<b>Depósitos Totais</b>	<b>Nº de Funcionários</b>	<b>Empréstimos Totais</b>
BB.	R\$ 1.303.651.713,00	R\$ 480.089.499,00	124744	R\$ 609.939.620,00
Itaú.	R\$ 1.029.025.053,00	R\$ 291.318.567,00	63897	R\$ 361.491.029,00
CEF.	R\$ 963.315.687,00	R\$ 391.768.100,00	103904	R\$ 544.184.727,00
Bradesco.	R\$ 793.507.842,00	R\$ 214.240.351,00	74781	R\$ 297.037.271,00
Santander.	R\$ 502.784.192,00	R\$ 134.392.221,00	21216	R\$ 195.049.936,00
HSBC.	R\$ 163.277.372,00	R\$ 58.067.538,00	26353	R\$ 55.034.367,00
Safra.	R\$ 133.137.729,00	R\$ 9.939.675,00	5369	R\$ 45.647.267,00
Banrisul.	R\$ 56.926.803,00	R\$ 32.112.594,00	11071	R\$ 27.015.791,00
Citibank.	R\$ 53.366.415,00	R\$ 13.713.635,00	6184	R\$ 11.699.816,00
BNB.	R\$ 36.407.176,00	R\$ 10.787.423,00	11087	R\$ 11.258.783,00
<b>Média.</b>	R\$ 503.539.998,20	R\$ 163.642.960,30	44860,6	R\$ 215.835.860,70
<b>Máximo.</b>	R\$ 729.976.934,00	R\$ 344.240.232,00	123996	R\$ 306.217.589,00
<b>Mínimo.</b>	R\$ 19.854.198,00	R\$ 6.868.603,00	5037	R\$ 9.512.286,00

**Tabela 3.8:** *Inputs e outputs:* Ano 2014.

**Nota:** Os valores monetários estão em R\$ mil.

**Fonte:** BACEN (2015).

# Capítulo 4

## Resultados e discussões

A Tabela 4.1 apresenta os resultados, para os cinco anos analisados, das 10 DMUs estudadas. Elas foram ordenadas pelo ativo total segundo a classificação de 2014 (ver Tabela 3.8), portanto, a DMU 1 é o BB, a 2 o Itaú, e assim sucessivamente. Cabe ressaltar que a DMU 3, por exemplo, é a CEF em todos os anos, ainda que em 2010, 2011 e 2012 ela não seja a 3<sup>o</sup> maior.

No ano de 2010, pelo modelo CCR, que calcula a ET, somente 4 DMUs foram eficientes. O BB, o Safra, o Banrisul e o BNB obtiveram o escore máximo, com o Citibank apresentando o pior resultado da amostra nesse ano, de 0,5433. A média foi de 0,8793. Já pelo modelo BCC, que aponta a EPT, a média foi de 0,9275, com 7 bancos foram eficientes. Apenas o HSBC, o Bradesco e a CEF foram ineficientes. Curiosamente, o Citibank, banco mais ineficiente pelo primeiro modelo, foi eficiente no segundo, evidenciando que sua ineficiência é devido a problemas com o nível de escala operado, uma vez que sua ES foi de 0,5433. O HSBC, por sua vez, obteve valores quase iguais pelos dois modelos (0,6677 e 0,6691), o que aponta que sua ineficiência está em questões técnicas e administrativas, já que ele está sendo praticamente eficiente em escala.

Em 2011, pelo modelo CCR, somente dois bancos foram eficientes: o Safra e o Banrisul. A média foi de 0,8282 e o pior resultado foi novamente do Citibank, 0,4992. Apesar do valor menor em relação ao ano passado, não é possível afirmar com precisão se o banco piorou de um ano para o outro ou se todos do grupo melhoraram, já que os índices de eficiência da DEA são relativos (Řepková, 2014, p. 589). Pelo modelo BCC, somente dois bancos foram ineficientes: Bradesco e HSBC. Com praticamente todos os bancos sendo eficientes no que se refere à EPT, o maior problema dos bancos brasileiros nesse ano foi a ES. Semelhantemente ao ano passado, o caso mais notório é o do Citibank, com a causa de sua ineficiência global totalmente relacionada com esse fator.

O cenário se repete no ano de 2012. Calculando pelo CCR, a CEF, o Safra e o Banrisul foram eficientes, enquanto que pelo BCC o Bradesco e o HSBC foram os únicos ineficientes. A eficiência média pelo modelo CCR e BCC foi de 0,8079 e 0,9531. Isso representa que, em média, os bancos poderiam utilizar apenas 80,79% dos insumos e atingir os mesmos resultados. A análise nesse ano sugere que o problema dos bancos brasileiros continuou sendo as ineficiências de escala.

DMU	2010			2011			2012			2013			2014			Todos os anos		
	ET	EPT	ES	ET	EPT	ES	ET	EPT	ES	ET	EPT	ES	ET	EPT	ES	ET	EPT	ES
1	1,0000	1,0000	1,0000	0,9157	1,0000	0,9157	0,8894	1,0000	0,8894	1,0000	1,0000	1,0000	0,8837	1,0000	0,8837	0,9378	1,0000	0,9378
2	0,8487	1,0000	0,8487	0,7468	1,0000	0,7468	0,7593	1,0000	0,7593	1,0000	0,7692	1,0000	0,7692	0,8058	0,9490	0,8058	0,9898	0,7941
3	0,8706	0,9266	0,9396	0,9248	1,0000	0,9248	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9591	0,9853	0,9734
4	0,8956	0,9151	0,9787	0,7931	0,9424	0,8416	0,7151	0,8864	0,8067	0,8146	0,9764	0,8343	0,7905	0,9451	0,8364	0,8018	0,9331	0,8593
5	0,9671	1,0000	0,9671	0,8353	1,0000	0,8353	0,8461	1,0000	0,8461	0,9219	1,0000	0,9219	1,0000	1,0000	1,0000	0,9141	1,0000	0,9141
6	0,6677	0,6691	0,9979	0,6618	0,6897	0,9595	0,6441	0,6444	0,9995	0,7445	0,8012	0,9292	0,6350	0,7013	0,9055	0,6706	0,7011	0,9565
7	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
8	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,8669	1,0000	0,8669	0,8401	1,0000	0,8401	0,9414	1,0000	0,9414
9	0,5433	1,0000	0,5433	0,4992	1,0000	0,4992	0,4564	1,0000	0,4564	0,5383	1,0000	0,5383	0,4717	1,0000	0,4717	0,5018	1,0000	0,5018
10	1,0000	1,0000	1,0000	0,9056	1,0000	0,9056	0,7682	1,0000	0,7682	0,6926	1,0000	0,6926	0,6297	1,0000	0,6297	0,7992	1,0000	0,7992
Mínimo	0,5433	0,6691	0,5433	0,4992	0,6897	0,4992	0,4564	0,6444	0,4564	0,5383	0,8012	0,5383	0,4717	0,7013	0,4717	0,5018	0,7011	0,5018
Máximo	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Média	0,8793	0,9511	0,9275	0,8282	0,9632	0,8629	0,8079	0,9531	0,8526	0,8348	0,9778	0,8552	0,8057	0,9595	0,8416	0,8312	0,9609	0,8677

Tabela 4.1: Resultado.

Nota: ET = Eficiência Técnica. EPT = Eficiência Puramente Técnica. ES= Eficiência de Escala.

O ano de 2013 foi o ano com maiores alterações em relação aos outros. Se pelo modelo CCR somente o BB, a CEF e o Safra foram eficientes, pelo BCC apenas o Bradesco e o HSBC foram ineficientes. O Banrisul, que até então tinha sido eficiente globalmente em todos os anos, foi ineficiente em escala. Cabe ressaltar que não é possível afirmar se ele piorou em relação aos anos anteriores ou se o grupo aperfeiçoou suas operações em escala.

No último ano analisado, três bancos foram eficientes globalmente, a saber: CEF, Santander e o Safra, eficiente em todos os anos estudados. Se tratando do modelo BCC, o Bradesco e o HSBC foram novamente ineficientes, juntamente com o Itaú. A eficiência global média foi de 0,8057, enquanto que a EPT foi de 0,9595. Sabendo que a ineficiência média foi de 19,43%, apenas 4,05% dessa ineficiência foi em decorrência das operações técnicas e administrativas dos bancos, enquanto que 15,38% tem origem nos níveis de escala. Esse ano, portanto, seguiu a tendência dos anos anteriores, evidenciando que o principal fator causador de ineficiência dos bancos no grupo foi a ES.

Em função da orientação para *input*, os valores encontrados em cada eficiência calculada apontam o quanto os bancos ineficientes devem reduzir na utilização de seus *inputs*, sem que isso prejudique seu *output*. Em outras palavras, para que as DMUs ineficientes alcancem a fronteira eficiente, composta pelas melhores práticas do grupo analisado, elas deverão reduzir o número de funcionários, ativo total e depósitos totais, mantendo seu empréstimo total constante. Utilizando o BB como exemplo, para que ele se torne eficiente no ano de 2014, deverá reduzir seus *inputs* em 11,63%, sem alterar seu *output*. O mesmo deverá ser feito para todos os bancos ineficientes para que eles passem a pertencer a fronteira eficiente.

A princípio, pode parecer estranho sugerir que um banco deva reduzir seu ativo total ou depósitos totais para se tornar eficiente. Entretanto, o investimento em ativo é justificável se o banco espera, com isso, receber retornos econômicos futuros. Como a atividade básica do banco consiste em intermediação, então se manter uma grande estrutura de ativos, número de funcionários e depósitos não está gerando para o banco um maior volume de empréstimos, o que, por sua vez, irá gerar receitas operacionais com o *spread*, não compensa para essa instituição manter o seu nível de ativo, depósitos ou número de funcionários atuais. Esse raciocínio pode ser facilmente visualizado ao analisar a Tabela 3.8, em que o banco Safra apresentou um volume de depósitos totais e número de funcionários bem inferiores ao HSBC (R\$ 9,9 bilhões contra R\$ 58,06 bilhões em depósito e 5369 *versus* 26353 de funcionários), mas os empréstimos totais não eram tão diferente entre os bancos, R\$ 45,6 bilhões *versus* R\$ 55,03 bilhões, ou seja, o HSBC está fazendo um esforço maior, mantendo mais funcionários e fazendo maiores investimentos para captar depósitos de agentes superavitários sem que isso represente a realização de empréstimos significativamente maiores por este banco. Por essa razão, a ET do Safra em 2014 foi bem superior ao do HSBC. Em suma, o Safra está sendo mais eficiente em gerar o *output* “empréstimos totais” com os seus *inputs*.

Outro exemplo notório em que a DMU deve reduzir o ativo total para se tornar eficiente pode ser encontrado ao analisar a Tabela 3.4 e a Tabela 4.1. O Banrisul, considerado eficiente no ano de 2010 em ET, tinha um ativo total de R\$ 31,2 bilhões, enquanto o Citibank, que ob-

teve um escore de apenas 0,5433 no mesmo ano, apresentou R\$ 52,12 bilhões em ativo total. Nos demais *inputs*, o Citibank exibiu valores menores do que o Banrisul. Mantendo o nível de *output* constante, uma vez que a orientação é para *input*, e utilizando como *benchmarking* o Banrisul, o Citibank deverá reduzir seu ativo total, tendo em vista que os outros *inputs* já são inferiores ao do seu alvo. Para analisar mais precisamente como um nível maior de ativo está prejudicando o *score* de eficiência de uma DMU, seria necessário fazer uma análise mais profunda das demonstrações contábeis do banco. Pode ser que a forma de financiamento utilizada para adquirir mais ativos não se mostrou uma decisão acertada, ou então que, por exemplo, um possível investimento em uma nova agência não trouxe ao banco em questão mais clientes como o esperado, dentre outros fatores. Como o foco deste trabalho consiste em aplicar a DEA para visualizar quais bancos estão sendo mais eficientes no que tange ao seu papel de intermediação entre agentes superavitários e agentes deficitários e não explicitar detalhadamente como a estrutura de cada banco interfere na eficiência, esse assunto não será aqui discutido.

Ao comparar a eficiência média das DMUs para cada ano utilizando o modelo CCR e o modelo BCC, observa-se que o primeiro apresentou valores bem inferiores em todos os anos (Ver Tabela 4.1). A mesma situação ocorreu no estudo de Řepková (2014, p. 594), em que a eficiência média no período de 2003 a 2014 dos bancos tchecos pelo modelo CCR foi de 70% – 78% *versus* 84% – 89% pelo modelo BCC. Semelhantemente, Stewart et al. (2016, p. 108) observaram que, em sua análise dos bancos vietnamitas no período de 1999 a 2009, a eficiência do modelo CCR foi de 0,74, enquanto que pelo modelo BCCo índice de eficiência ficou em 0,81.

Em seu artigo, Svitalkova (2014) não comparou a eficiência média dos dois modelos, entretanto, ao confrontar a Figura 1 (Pág 649) com a Figura 2 (Pág 651), fica evidente que o modelo BCC apresentou valores de eficiência bem superiores ao modelo CCR. A Áustria, por exemplo, teve eficiência acima de 90% no ano de 2007 pelo modelo de retornos variáveis de escala, enquanto no modelo CCR a eficiência não chegou a 55%. Curiosamente, a Polônia teve comportamento semelhante ao do Citibank, que foi aqui analisado. Pelo modelo CCR, ela tinha um dos maiores níveis de ineficiência, entretanto, no modelo BCC o país alcançou a média dos demais.

Seguindo a tendência dos demais autores, Yilmaz e Güneş (2015) na Tabela 2 da página 389 evidencia que a eficiência puramente técnica, auferida pelo modelo BCC foi superior a eficiência técnica, do modelo CCR, ainda que de forma mais próxima do que os outros estudos. Por fim, pelo modelo CCR, Seiford e Zhu (1999) encontraram 6 bancos eficientes no primeiro estágio e 6 eficientes no segundo. No modelo BCC, 12 bancos foram eficientes no primeiro estágio e 13 no segundo.

Na Tabela 2.6, cinco artigos utilizaram os dois modelos. Os cinco encontraram eficiência maior pelo modelo BCC. Řepková (2014, p. 594) explica que essa diferença nos escores de eficiência dos modelos consiste no fato do modelo BCC decompor a ineficiência das DMUs em ineficiência puramente técnica e ineficiência de escala, ou seja, a ineficiência causada por perdas de escala não é computada no modelo em si, mas é descoberta ao comparar os resultados do

modelo CCR com o modelo BCC. Enquanto que no modelo CCR o índice de eficiência representa um resultado global, no BCC ele está relacionado somente com questões administrativas e técnicas. Entretanto, ainda que cada modelo apure a eficiência com diferentes critérios, é nítido que existe uma forte correlação positiva entre eles (Stewart et al., 2016, p. 104).

A correlação existente entre os dois modelos é facilmente entendida ao considerar que a ET é composta pela EPT multiplicada pela ES. Tomando como exemplo o HSBC, a relação entre os dois modelos fica explícita. Os escores de eficiência dos dois modelos (lembrando que o modelo CCR aponta a ES *versus* EPT do modelo BCC) foram bem semelhantes em todos os anos, em decorrência da ineficiência do banco estar associada a questões técnicas e administrativas, uma vez que a ES foi muito próxima de 1. Se a ES fosse igual a 1, então, necessariamente, a ET seria igual a EPT.

O Citibank, que obteve os piores resultados para todos os anos em eficiência global, foi eficiente todos os anos em EPT, indicando que seu problema está no nível de operação, ou seja, a escala em que o banco está operando. O mesmo ocorre com o Banrisul, BB, Santander e o BNB, eficientes em todos os anos no que se refere a conversão de *inputs* em *outputs*, mas não em ES, o que, por sua vez, compromete a ET desses bancos. O único banco eficiente em todos os anos foi o Safra, seguido do Banrisul e CEF, ambos três vezes eficientes globalmente. Na Tabela 4.2 é apresentado o número de vezes que cada banco foi eficiente para cada tipo de eficiência.

Cabe ressaltar que o número de vezes eficiente na coluna de ET ficou igual a coluna de ES devido ao fato de que para uma DMU ser considerada eficiente no modelo CCR, necessariamente ela deverá ser eficiente tanto puramente técnica quanto em escala. Os bancos foram ordenados na Tabela 4.2 utilizando o seguinte critério:

1. Mais vezes eficiente em ET;
2. Mais vezes eficiente em EPT; e
3. Mais vezes eficiente em ES.

Posição	Banco	ET	EPT	ES
1º	Safra	5	5	5
2º	Banrisul	3	5	3
3º	CEF	3	4	3
4º	BB	2	5	2
5º	Santander	1	5	1
6º	BNB	1	5	1
7º	Citibank	0	5	0
8º	Itaú	0	4	0
9º	Bradesco	0	0	0
10º	HSBC	0	0	0

**Tabela 4.2:** Ranking de eficiência.

Apesar do Bradesco ter apresentado uns dos melhores índices de eficiência técnica, ou eficiência global, como ele não foi eficiente em nenhum ano, ocupou as últimas colocações juntamente com o HSBC. O Citibank, por sua vez, considerando os critérios adotados, ficou em 7º colocado, a frente do Itaú, Bradesco e HSBC, ainda que ele tenha sido o banco com menor índice de ET se analisado ano a ano. Isso se deve ao fato do Citibank ter sido eficiente em todos os anos no que se refere a EPT.

Analisando a Tabela 4.2, percebe-se que os bancos foram mais vezes eficientes em EPT do que em ES. Isso indica que a ineficiência do setor bancário brasileiro está muito mais relacionado com problemas de escala do que com falhas em converter os *inputs* em *outputs* de maneira ótima. Comparando em valores, a ES média foi de 0,8677 no período analisado, enquanto que a EPT foi de 0,9609. Por fim, a eficiência global dos bancos brasileiros no período de 2010 a 2014 foi de 0,8312.

Sabendo que a ineficiência média dos bancos brasileiros no período foi de 16,88% (1 - 0,8312), apenas 3,91% dessa ineficiência tem origem nas habilidades gerenciais dos bancos, enquanto que 12,97%<sup>1</sup> são oriundos de falhas em operar nos níveis mais eficientes de escala, evidenciando o problema do setor bancário brasileiro. Os gestores desses bancos deveriam estudar qual está sendo a razão para um funcionamento ruim nos níveis de escala e o que poderia ser aprimorado, tendo como *benchmarking* o banco Safra. Operar no nível ótimo de escala foi o fator determinante para que este banco fosse o mais eficiente na amostra.

Os resultados apontam que não necessariamente os maiores bancos são também os mais eficientes. Os dois maiores bancos do SFN, o BB e o Itaú, ocuparam a 4º e 8º colocação, respectivamente, no *ranking* final. O Safra, 1º colocado, era apenas o 7º maior banco do SFN, seguido do Banrisul, 8º maior banco e 2º colocado no ranking de eficiência, refutando a teoria de que os maiores bancos são os mais eficientes.

Concomitantemente, no que tange a bancos brasileiros, Périgo et al. (2008, p. 428), em seu estudo que analisou os 12 maiores bancos em termos de ativo total por meio da aplicação da DEA, encontrou que não necessariamente os maiores bancos serão os mais eficientes, apesar do Bradesco e o Itaú, 2º e 4º maiores, respectivamente, terem obtido escore máximo em eficiência. Por outro lado, o BB e a CEF, 1º e 3º maiores, respectivamente, não foram considerados eficientes. É de se destacar o desempenho dos três menores bancos da amostra, a saber: Citibank, Nossa Caixa e o Safra, que ocuparam as três primeiras colocações na classificação de eficiência.

O Citibank, que neste trabalho obteve o pior nível de ET dentre a amostra, foi considerado eficiente no estudo de Périgo et al. (2008, p. 428). Apesar de a princípio os resultados parecerem divergentes, cabe ressaltar que o modelo utilizado por Périgo et al. (2008, p. 426) foi o BCC, portanto, a comparação deve ser feita não com a ET, e sim com a EPT. Com essas considerações, o Citibank também seria considerado eficiente no presente estudo, uma vez que ele obteve escore máximo nesse critério em todos os anos. O Safra, o mais eficiente nesta amostra, também foi eficiente no estudo desses autores. De maneira contrária, o Bradesco, eficiente para Périgo et al. (2008, p. 428) não foi eficiente em nenhum ano neste estudo.

---

<sup>1</sup>Em razão da transposição dos resultados do *software* R para o LaTeX, os valores podem apresentar uma pequena diferença nas casas decimais, se comparado com a Tabela 4.1.



Semelhantemente aos resultados encontrados neste trabalho, Kumar e Gulati (2009, p. 66) identificaram, ao avaliar 27 bancos do setor bancário indiano, que os bancos pequenos tiveram um desempenho geral um pouco superior em relação aos maiores (0,8816 *versus* 0,8325). Ariff e Can (2008, p. 271) apontaram, utilizando a abordagem de intermediação e praticamente as mesmas variáveis deste trabalho, com exceção do *output* “investimentos” considerado por eles, que os bancos de porte médio foram os mais eficientes. Cabe ressaltar que os dois trabalhos mencionados utilizaram como critério de tamanho o ativo total.

Para analisar as variáveis que impactam na eficiência, Wanke e Barros (2014, p. 2341 – 2342) separaram os bancos brasileiros em quatro grupos, segundo suas características e tamanho. O grupo 1 ficou composto pelos bancos pequenos, o grupo 2 com os três maiores bancos do SFN, o grupo 3 por bancos de investimento e *factoring* e o grupo 4 bancos estatais e grandes bancos estrangeiros. Os resultados encontrados pelos autores confirmaram a hipótese testada pelos mesmos que o tamanho do banco impacta na eficiência. Seiford e Zhu (1999, p. 1721 – 1273) apontam que os maiores bancos dos Estados Unidos foram mais eficientes em gerar lucros, enquanto que os menores são avaliados mais precisamente, ou seja, os maiores apresentaram retornos decrescentes de escala. em *marketability*, definida pelos autores como valor de mercado, lucro por ação e retorno aos investidores, e retornos crescentes de escala em lucratividade. Esses resultados sugerem que o tamanho do banco pode afetar negativamente a *marketability*.

Stewart et al. (2016, p. 105) separaram os bancos vietnamitas em quatro categorias, em que a primeira foi composta pelos bancos pequenos, com ativo total inferior a 20000 bilhões de *Vietnam Dong*<sup>2</sup> (VND), a segunda de bancos médios de ativo de 20000 bilhões a 50000 bilhões, a terceira dos bancos grandes com ativo de 50000 bilhões a 100000 bilhões e, por fim, a quarta categoria foi composta de bancos muito grandes, detentores de ativos superiores a 100000 bilhões. Todos os valores estão em VND. Os resultados encontrados por esses autores sugerem que os bancos grandes e muito grandes são mais eficientes do que os bancos das outras duas categorias, tanto pelo modelo CCR, quanto pelo BCC. A eficiência média da terceira e quarta categoria foi de 0,73 e 0,71, respectivamente, enquanto que as duas primeiras categorias obtiveram 0,65 como média, segundo o modelo CCR. A diferença foi ainda maior quando analisada pelo modelo BCC, em que os bancos muito grandes obtiveram 0,86 contra 0,70 dos menores.

Em contrapartida, Ceretta e Niederauer (2001, p. 17 – 18) encontraram que os conglomerados compostos pelos maiores bancos obtiveram desempenho bem superior aos conglomerados compostos pelos bancos médios e pequenos. A eficiência média dos primeiros foi de 0,78, enquanto que os médios tiveram 0,50 e os pequenos 0,40. Analisando a matriz BGC elaborada pelos mesmos autores (p. 18 – 19), fica evidente a superioridade do conglomerado composto pelos maiores bancos. Uma possível justificativa para os resultados diferentes dos que foram apresentados neste trabalho consiste na escolha das variáveis feita pelos mesmos autores. Ceretta e Niederauer (2001, p. 8) utilizaram dados sobre o volume de receita, resultado do

---

<sup>2</sup>Moeda corrente do Vietnã.

semestre. capital próprio e capital de terceiros, bem diferentes das variáveis aqui selecionadas.

Staub et al. (2010, p. 211 – 212), único artigo dos que foram analisados neste trabalho que aplicou a DEA nos bancos brasileiros considerando a abordagem de intermediação, apontam que a ET dos maiores bancos não foi superior aos dos menores, sendo, inclusive, menor do que os bancos que foram classificados na categoria micro (0,65 *versus* 0,72) no período de 2000 a 2007. Apesar de não ser estatisticamente significativa, os resultados encontrados por esses autores podem sugerir uma possível existência da hipótese de nichos de mercado<sup>3</sup>, o que geraria vantagem para os micro bancos.

Os resultados encontrados por este trabalho, respaldados pelo que a maioria dos autores observaram em seus estudos, como os já citados acima, permitem afirmar que o tamanho do banco não representa uma vantagem para alcançar melhores índices de eficiência na DEA. Entretanto, dado a diversidade dos modelos existentes de DEA, bem como as diferentes abordagens para seleção de variáveis, não é possível afirmar que em nenhuma circunstância os maiores bancos não serão os mais eficientes.

Em relação aos resultados apresentados na Tabela 4.1, não é possível afirmar se os bancos brasileiros estão melhorando sua eficiência ao longo dos anos, ainda que a eficiência média de 2013 seja maior do que a de 2012, pois como a DEA consiste em uma técnica de eficiência relativa, todos os bancos em 2013 podem ter piorado sua relação *input – output* e, com isso, a eficiência média ser maior do que o ano anterior, devido a uma possível queda generalizada do desempenho da amostra. De maneira semelhante, não se pode afirmar que a eficiência está piorando, ainda que a eficiência média de 2014 tenha sido menor do que a de 2013.

Mesmo com as limitações descritas acima, a análise em mais de um ano foi importante para encontrar resultados mais consistentes, uma vez que, conforme sugere Yilmaz e Güneş (2015, p. 389), englobar mais de um ano diminui a chance de um banco ineficiente ser considerado eficiente no estudo, permitindo analisá-lo mais de uma vez. Tomando o BB como exemplo, ele foi eficiente em 2011, então se fosse estudado somente esse ano, o maior banco estaria dentre os eficientes, sendo o oposto do que foi aqui encontrado. Ao construir o *ranking* com vários anos, demonstrado na Tabela 4.2, é possível fazer uma análise mais completa e precisa dos bancos brasileiros.

---

<sup>3</sup> Staub et al. (2010, p. 206 – 208) sugere que os menores bancos podem ter vantagens por operarem em nichos específicos de mercado. A onda de fusões e aquisições do setor bancário brasileiro pode ter explicação nessa teoria, com os maiores bancos tentando aumentar sua eficiência comprando os menores altamente especializados para operarem nesses nichos.

# Capítulo 5

## Conclusão

O presente trabalho teve como objetivo analisar a eficiência dos 10 maiores bancos brasileiros no período de 2011 a 2014, ordenando-os em um *ranking* de eficiência de acordo com o número de vezes que cada banco foi eficiente, analisando ano a ano. Além disso, buscou-se verificar se os maiores bancos, em termos de ativo total, são os mais eficientes. Para tal, utilizou-se a DEA, com orientação a *input*, seguindo como critério de seleção de variáveis a abordagem de intermediação.

Por não ser possível afirmar que os bancos estavam operando em níveis ótimos de escala, foi utilizado tanto o modelo CCR quanto o BCC. Ao empregar os dois modelos, foi possível decompor as origens de ineficiência de cada banco, pois ao identificar a ET, EPT e ES, pode-se saber o que causou um resultado inferior ao do grupo. Foi em decorrência de falhas no nível de operação ou a ineficiência é causada por questões administrativas e técnicas?

A análise em painel foi de suma importância para ter uma visão global dos bancos brasileiros. Considerar mais de um ano na análise permitiu verificar se os resultados encontrados em um ano se repetiram em outros anos ou se isso foi em decorrência de alguma peculiaridade específica daquele ano. Ademais, evitou conclusões precipitadas na análise de resultados como, por exemplo, no ano de 2013 o 1º e 3º maiores banco foram eficientes. Se a análise se restringisse somente a esse ano, os maiores bancos, portanto, poderiam ser considerados como os mais eficientes.

Os resultados encontrados apontam o banco Safra como o mais eficiente, seguido pelo Banrisul e a CEF. O BB e o Itaú, 1º e 2º maiores bancos do SFN foram apenas o 4º e 8º colocados, respectivamente, no *ranking* de eficiência. Pode-se concluir que os maiores bancos não necessariamente serão os mais eficientes, apesar de não ser possível afirmar que em nenhuma circunstância eles poderão ocupar as primeiras colocações em eficiência.

A construção do *ranking* de eficiência, evidenciado na Tabela 4.2, utilizou como critério de classificação o número de vezes que o banco foi eficiente em ET, EPT e, por fim, em ES devido ao objetivo de ver quais bancos foram eficientes em cada critério considerado. Ao ranquear as DMUs dessa maneira, foi possível visualizar que, apesar de um banco ter resultados ruins em eficiência global, ele pode estar sendo eficiente em EPT ou ET, o que indica que o resultado ruim se deve exclusivamente a conversão de insumos em produtos ou no nível de operação de

escala.

O caso mais notório foi do Citibank, banco com piores resultados em ET em cada ano analisado, mas que não ocupou a última colocação no *ranking* de eficiência por ter sido eficiente em todos os anos em EPT, evidenciando que seu problema está totalmente ligado a escala. O Bradesco, em contrapartida, ocupou as últimas colocações no *ranking* por não ter eficiente nenhuma vez em nenhum critério, apesar de sua eficiência global não ter uma das piores. Essa situação indica que o banco precisa melhorar tanto na conversão de insumos em produtos quanto nos níveis de escala. Os piores resultados no que tange as habilidades gerenciais e operacionais ficou com o HSBC, sendo o único banco que teve a causa da sua ineficiência ligada majoritariamente a EPT do que a ES.

A eficiência média do período analisado segundo o modelo BCC, que aufere a EPT, foi de 0,9609, enquanto que no modelo CCR, que identifica a ET, foi de 0,8312. O resultado superior do primeiro modelo em relação ao segundo é justificável devido ao fato dele considerar somente as questões técnicas e administrativas das DMUs, não computando as ineficiências causadas por perdas de escala.

O principal causador da ineficiência nos bancos brasileiros foi em decorrência de falhas no nível de escala operado. Considerando que a ineficiência média dos bancos brasileiros no período foi de 16,88%, apenas 3,91% dessa ineficiência tem origem nas habilidades gerenciais dos bancos, enquanto que 12,97% são oriundos de falhas em operar nos níveis mais eficientes de escala.

Os resultados aqui encontrados indicam a necessidade de atenção dos gestores dos maiores bancos brasileiros em corrigir problemas nos níveis de escala. Nesse sentido, ações em conjunto com outros bancos do setor e parcerias com o poder público são relevantes para que esse problema seja corrigido, tendo como *benchmarking* o banco Safra, único eficiente em escala todos os anos.

## 5.1 Contribuições

O presente trabalho supre uma carência de estudos que utilizem a abordagem de intermediação, uma das principais abordagens utilizada por estudos estrangeiros, para selecionar os *inputs* e *outputs* da DEA, almejando avaliar a eficiência do setor bancário brasileiro. Além disso, utilizar tanto o modelo CCR quanto o BCC permitiu entender como é composta a eficiência global dos bancos brasileiros e, também, qual está sendo o principal causador da ineficiência existente.

## 5.2 Limitações e recomendações futuras

Não foi possível afirmar se a eficiência do setor bancário brasileiro vem melhorando ou piorando ao decorrer do tempo, uma vez que a DEA é uma técnica que identifica a eficiência relativa, e não absoluta. Todos os bancos podem ter piorado sua relação *input* – *output*, mas,

por se tratar de uma análise intragrupal, apresentar uma eficiência maior do que o ano anterior. Além disso, não é possível generalizar os resultados encontrados pela DEA no grupo analisado para os demais bancos.

Recomenda-se que estudos futuros realizem pesquisas utilizando técnicas apropriadas para analisar a mudança na eficiência relativa das DMUs em múltiplos períodos, como o Índice de Malmquist. Modelos mais complexos da DEA como o modelo de dois estágios, SBM, fuzzy, *bootstrapped*, entre outros, também são indicados para poder realizar uma comparação com os resultados aqui encontrados.



# Referências Bibliográficas

- Afriat, S. N. (1972, Oct). [Efficiency Estimation of Production Functions](#). *International Economic Review*, 13(3), 568.  
(Citado 2 vezes nas páginas 9 e 71.)
- Aigner, D. J., & Chu, S. F. (1968, Setembro). On estimating the industry production function. *The American Economic Review*, 58(4), 826–839.  
(Citado 2 vezes nas páginas 9 e 71.)
- Andrezo, A. F. (1999). *Mercado financeiro: Aspectos históricos e conceituais* (A. F. Andrezo & I. S. Lima, Eds.). Pioneira.  
(Citado 3 vezes nas páginas 22, 23, e 71.)
- Ariff, M., & Can, L. (2008, Jun). [Cost and profit efficiency of Chinese banks: A non-parametric analysis](#). *China Economic Review*, 19(2), 260–273.  
(Citado 6 vezes nas páginas 32, 37, 43, 44, 55, e 71.)
- Assaf Neto, A., & Lima, F. G. (2010). *Fundamentos de administração financeira*. Atlas.  
(Citado 5 vezes nas páginas 1, 3, 26, 28, e 71.)
- BACEN. (2015, Outubro). *50 maiores bancos e o consolidado do sistema financeiro nacional*. Acesso em: 12/10/2015. Retirado de <http://www4.bcb.gov.br/top50/port/top50.asp>  
(Citado 4 vezes nas páginas 42, 46, 47, e 48.)
- BACEN. (2016, Abril). *Composição, segmentos e evolução do SFN*. Acesso em: 04/04/2016. Retirado de <http://www.bcb.gov.br/?SFNCOMP>  
(Citado 4 vezes nas páginas 26, 27, 29, e 72.)
- Baer, W., & Nazmi, N. (2000, Mar). [Privatization and restructuring of banks in Brazil](#). *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 40(1), 3–24.  
(Citado 3 vezes nas páginas 22, 23, e 71.)
- Banker, R. D. (1984, Jul). [Estimating most productive scale size using data envelopment analysis](#). *European Journal of Operational Research*, 17(1), 35–44.  
(Citado 2 vezes nas páginas 13 e 71.)
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984, Set). [Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis](#). *Management Science*, 30(9), 1078–1092.  
(Citado 3 vezes nas páginas 4, 19, e 71.)
- Barros, T. D. d., Ramos, T. G., Mello, J. C. C. B. S., & Meza, L. A. (2010). [Avaliação dos](#)

atrasos em transporte aéreo com um modelo DEA. *Produção*, 20(4), 601–611.

(Citado 2 vezes nas páginas 34 e 71.)

Becker, J. L., Lunardi, G. L., & Maçada, A. C. G. (2003). *Análise de eficiência dos Bancos Brasileiros: Um enfoque nos investimentos realizados em Tecnologia de Informação (TI)*. *Produção*, 13(2).

(Citado 4 vezes nas páginas 29, 31, 37, e 71.)

Benston, G. J. (1965, May). *Branch Banking and Economies of Scale*. *The Journal of Finance*, 20(2), 312–331.

(Citado 2 vezes nas páginas 42 e 71.)

Berger, A. N., & Humphrey, D. B. (1997). Efficiency of financial institutions: International survey and directions for future research. *European Journal of Operational Research*, 1(1).

(Citado 3 vezes nas páginas 3, 42, e 71.)

Bogetoft, P., & Otto, L. (2014). *Benchmarking with DEA and SFA [Manual do Software]*. (R package version 0.24)

(Citado 2 vezes nas páginas 46 e 71.)

Carvalho, F. J. C. (2007). Sobre a preferência pela liquidez dos bancos. In L. F. de Paula e José Luis Oreiro (Ed.), (pp. 3–23). Elsevier.

(Citado 2 vezes nas páginas 29 e 71.)

Cavalcante, F., Misumi, J. Y., & Rudge, L. F. (2009). *Mercado de capitais: O que é, como funciona?* (7th ed.; F. Cavalcante, J. Y. Misumi, & L. F. Rudge, Eds.). Elsevier.

(Citado 3 vezes nas páginas 26, 28, e 71.)

Ceretta, P. S., & Niederauer, C. A. P. (2001). *Rentabilidade e eficiência no setor bancário brasileiro*. *Revista de Administração Contemporânea – RAC*, 5(3), 7–26.

(Citado 5 vezes nas páginas 5, 31, 37, 55, e 71.)

Chan, S.-G., Koh, E. H., Zainir, F., & Yong, C.-C. (2015, Nov). *Market structure, institutional framework and bank efficiency in ASEAN 5*. *Journal of Economics and Business*, 82(1), 84–112.

(Citado 5 vezes nas páginas 6, 35, 37, 45, e 71.)

Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1978, Nov). *Measuring the efficiency of decision making units*. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444.

(Citado 5 vezes nas páginas 4, 9, 10, 17, e 71.)

Charnes, A., & Cooper, W. W. (1962, Sep). *Programming with linear fractional functionals*. *Naval Research Logistics*, 9(3-4), 181–186.

(Citado 4 vezes nas páginas 4, 9, 17, e 71.)

Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y., & Seiford, L. M. (1994). *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Applications*. Springer.

(Citado 7 vezes nas páginas 9, 10, 11, 12, 17, 18, e 71.)

Cook, W. D., & Seiford, L. M. (2009, Jan). *Data Envelopment Analysis (DEA) – Thirty years on*. *European Journal of Operational Research*, 192(1), 1–17.



- (Citado 2 vezes nas páginas 4 e 71.)
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2006). *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its uses. With DEA-Solver Software and References*. Springer.
- (Citado 10 vezes nas páginas 4, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 21, e 71.)
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (2011). [Data Envelopment Analysis: History, Models, and Interpretations](#). *Handbook on Data Envelopment Analysis*, 1–39.
- (Citado 2 vezes nas páginas 19 e 71.)
- Debreu, G. (1951). The coefficient of resource utilization. *Econometrica*, 19(3), 273–292.
- (Citado 2 vezes nas páginas 9 e 71.)
- Drake, L., Hall, M. J., & Simper, R. (2009, Feb). [Bank modelling methodologies: A comparative non-parametric analysis of efficiency in the Japanese banking sector](#). *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 19(1), 1–15.
- (Citado 5 vezes nas páginas 6, 32, 37, 44, e 71.)
- Emrouznejad, A., Parker, B. R., & Tavares, G. (2008, Sep). [Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA](#). *Socio-Economic Planning Sciences*, 42(3), 151–157.
- (Citado 2 vezes nas páginas 10 e 71.)
- Faria, J. A., de Paula, L. F., & Marinho, A. (2007). Sistema financeiro: Uma análise do setor bancário brasileiro. In L. F. de Paula & J. L. Oreiro (Eds.), (pp. 126–152). Elsevier.
- (Citado 3 vezes nas páginas 23, 24, e 71.)
- Farrel, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120(3), 253–290.
- (Citado 5 vezes nas páginas 3, 4, 9, 10, e 71.)
- Fenabran. (2016, Março). *Sistema financeiro nacional*. Acesso em 21/03/2016. Retirado 10/10/2015, de [https://www.febraban.org.br/febraban.asp?id\\_pagina=31](https://www.febraban.org.br/febraban.asp?id_pagina=31)
- (Citado 2 vezes nas páginas 25 e 71.)
- Ferreira, C. M. d. C., & Gomes, A. P. (2009). *Introdução à Análise Envoltória de Dados: Teoria, modelo e aplicações*. (E. UFV, Ed.). Universidade Federal de Viçosa.
- (Citado 5 vezes nas páginas 4, 10, 13, 16, e 71.)
- Fortuna, E. (2011). *Mercado financeiro: Produtos e serviços*. (18th ed.; E. Fortuna, Ed.). Rio de Janeiro: Qualitymark.
- (Citado 3 vezes nas páginas 26, 28, e 71.)
- George Assaf, A., Barros, C. P., & Matousek, R. (2011, May). [Technical efficiency in Saudi banks](#). *Expert Systems with Applications*, 38(5), 5781–5786.
- (Citado 6 vezes nas páginas 4, 37, 39, 43, 45, e 71.)
- Havrylchyk, O. (2006, Jul). [Efficiency of the Polish banking industry: Foreign versus domestic banks](#). *Journal of Banking & Finance*, 30(7), 1975–1996.
- (Citado 5 vezes nas páginas 32, 37, 43, 44, e 71.)
- Hoji, M. (2012). *Administração financeira e orçamentária* (10th ed.). São Paulo: Ed, Atlas.

- (Citado 3 vezes nas páginas 26, 28, e 71.)
- Howells, P., & Bain, K. (2007). *Financial market and institutions* (5th ed.; Pearson, Ed.). Trans-Atlantic Publications.
- (Citado 3 vezes nas páginas 1, 71, e 72.)
- Jorion, P. (2006). *Value at Risk: The new benchmark for managing financial risk* (3rd ed.). McGraw-Hill Companies.
- (Citado 3 vezes nas páginas 2, 28, e 71.)
- Koopmans, T. C. (1952). *Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities* (T. C. Koopmans, Ed.). Willey.
- (Citado 2 vezes nas páginas 9 e 72.)
- Kumar, S., & Gulati, R. (2009, Dec). [Measuring efficiency, effectiveness and performance of Indian public sector banks](#). *International Journal of Productivity and Performance Management*, 59(1), 51–74.
- (Citado 5 vezes nas páginas 33, 37, 44, 55, e 71.)
- Kwon, H.-B., & Lee, J. (2015, Nov). [Two-stage production modeling of large U.S. banks: A DEA-neural network approach](#). *Expert Systems with Applications*, 42(19), 6758–6766.
- (Citado 3 vezes nas páginas 36, 37, e 71.)
- Lin, T. T., Lee, C.-C., & Chiu, T.-F. (2009, Jul). [Application of DEA in analyzing a bank's operating performance](#). *Expert Systems with Applications*, 36(5), 8883–8891.
- (Citado 3 vezes nas páginas 33, 37, e 71.)
- Liu, S.-T. (2010, Apr). [Measuring and categorizing technical efficiency and productivity change of commercial banks in Taiwan](#). *Expert Systems with Applications*, 37(4), 2783–2789.
- (Citado 6 vezes nas páginas 5, 33, 37, 43, 44, e 71.)
- Luo, Y., Bi, G., & Liang, L. (2012, Jan). [Input/output indicator selection for DEA efficiency evaluation: An empirical study of Chinese commercial banks](#). *Expert Systems with Applications*, 39(1), 1118–1123.
- (Citado 2 vezes nas páginas 42 e 71.)
- Malmquist, S. (1953). Index numbers and indifference surfaces. *Trabajos de Estadística*, 4(2), 209–242.
- (Citado 2 vezes nas páginas 5 e 71.)
- Mariano, E. B., Almeida, M. R., & Rebelatto, D. A. d. N. (2006, Novembro). Peculiaridades da análise por envoltória de dados. *XII Simpósio de Engenharia de Produção*.
- (Citado 3 vezes nas páginas 4, 11, e 71.)
- Mariano, E. B., Sobreiro, V. A., & Rebelatto, D. A. d. N. (2015, Jul). [Human development and Data Envelopment Analysis: A structured literature review](#). *Omega*, 54, 33–49.
- (Citado 2 vezes nas páginas 4 e 71.)
- Modenesi, A. M. (2007). Teoria da intermediação financeira, o modelo ECD e sua aplicação aos bancos: Uma resenha. In L. F. de Paula e José Luís Oreiro (Ed.), (pp. 61–103). Elsevier.
- (Citado 5 vezes nas páginas 1, 2, 29, 30, e 71.)
- Pareto, V. (1927). *Manuel d economie politique* (deuxieme ed.). Marcerl Giard.

- (Citado 2 vezes nas páginas 9 e 72.)
- Périco, A. E., Rebelatto, D. A. d. N., & Santana, N. B. a. (2008). [Eficiência bancária: os maiores bancos são os mais eficientes? Uma análise por envoltória de dados](#). *Gestão & Produção*, 15(2), 421–431.
- (Citado 7 vezes nas páginas 6, 32, 37, 40, 43, 54, e 71.)
- Pindyck, R. S., & Rubinfeld, D. L. (2010). *Microeconomia* (7th ed.; T. G. Eleutério Prado & L. do Amaral Teixeira, Eds.). Pearson Education do Brasil.
- (Citado 2 vezes nas páginas 9 e 72.)
- Pinheiro, J. L. (2009). *Mercados de capitais: Fundamentos e técnicas* (5th ed.). Atlas.
- (Citado 5 vezes nas páginas 21, 22, 25, 28, e 71.)
- Rosano-Peña, C. (2012). [Eficiência e impacto do contexto na gestão através do DEA: o caso da UEG](#). *Prod.*, 22(4), 778–787.
- (Citado 2 vezes nas páginas 13 e 71.)
- Ross, S., Westerfield, R. W., & Jaffe, J. F. (2008). *Administração financeira* (2nd ed.). São Paulo: Atlas.
- (Citado 3 vezes nas páginas 2, 3, e 71.)
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & del Pilar Baptista Lucio, M. (2013). *Metodologia de pesquisa*. (5th ed.; Penso, Ed.). Porto Alegre.
- (Citado 3 vezes nas páginas 7, 41, e 71.)
- San-Jose, L., Retolaza, J. L., & Torres Prueñonosa, J. (2014, Sep). [Efficiency in Spanish banking: A multistakeholder approach analysis](#). *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 32(1), 240–255.
- (Citado 3 vezes nas páginas 35, 37, e 71.)
- Schaffnit, C., Rosen, D., & Paradi, J. C. (1997, Apr). [Best practice analysis of bank branches: An application of DEA in a large Canadian bank](#). *European Journal of Operational Research*, 98(2), 269–289.
- (Citado 2 vezes nas páginas 40 e 71.)
- Sealey, C. W., & Lindley, J. T. (1977, Sep). [Inputs, Outputs and a Theory of Production and Cost at Depository Financial Institutions](#). *The Journal of Finance*, 32(4), 1251–1266.
- (Citado 3 vezes nas páginas 6, 42, e 71.)
- Seiford, L. M. (1996). Data Envelopment Analysis: The Evolution of the State of the Art (1978–1995). *Journal of Productivity Analysis*, 7(1), 99–137.
- (Citado 2 vezes nas páginas 9 e 71.)
- Seiford, L. M., & Zhu, J. (1999, Sep). [Profitability and Marketability of the Top 55 U.S. Commercial Banks](#). *Management Science*, 45(9), 1270–1288.
- (Citado 9 vezes nas páginas 4, 5, 31, 37, 39, 44, 52, 55, e 71.)
- Senra, L. F. A. a. d. C., Nanci, L. C., Mello, J. a. C. C. B. S., & Meza, L. A. (2007). [Estudo sobre métodos de seleção de variáveis em DEA](#). *Pesquisa Operacional*, 27(2).
- (Citado 1 vez na página 71.)
- Shephard, R. W. (1970). *Theory of Cost and Production Functions*. Princeton University Press.

(Citado 2 vezes nas páginas 9 e 71.)

Sherman, H., & Gold, F. (1985, Jun). [Bank branch operating efficiency](#). *Journal of Banking & Finance*, 9(2), 297–315.

(Citado 4 vezes nas páginas 4, 30, 31, e 71.)

Souza, M., & Macedo, M. (2009, Aug). [Análise de desempenho contábil-financeiro no setor bancário brasileiro por meio da aplicação da Análise Envoltória de Dados \(DEA\)](#). *BASE – Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos*, 6(2), 81–100.

(Citado 5 vezes nas páginas 3, 5, 33, 37, e 71.)

Staub, R. B., da Silva Souza, G., & Tabak, B. M. (2010, Apr). [Evolution of bank efficiency in Brazil: A DEA approach](#). *European Journal of Operational Research*, 202(1), 204–213.

(Citado 8 vezes nas páginas 30, 34, 37, 40, 43, 44, 56, e 71.)

Stewart, C., Matousek, R., & Nguyen, T. N. (2016, Jan). [Efficiency in the Vietnamese banking system: A DEA double bootstrap approach](#). *Research in International Business and Finance*, 36(1), 96–111.

(Citado 9 vezes nas páginas 36, 37, 39, 40, 45, 52, 53, 55, e 71.)

Svitalkova, Z. (2014). [Comparison and Evaluation of Bank Efficiency in Selected Countries in EU](#). *Procedia Economics and Finance*, 12(1), 644–653.

(Citado 8 vezes nas páginas 3, 16, 34, 37, 39, 45, 52, e 71.)

Tecles, P. L., & Tabak, B. M. (2010, Dec). [Determinants of bank efficiency: The case of Brazil](#). *European Journal of Operational Research*, 207(3), 1587–1598.

(Citado 2 vezes nas páginas 23 e 71.)

Tone, K. (2001, May). [A slacks-based measure of efficiency in Data Envelopment Analysis](#). *European Journal of Operational Research*, 130(3), 498–509.

(Citado 2 vezes nas páginas 32 e 71.)

Tsolas, I. E., & Charles, V. (2015, May). [Incorporating risk into bank efficiency: A satisficing DEA approach to assess the Greek banking crisis](#). *Expert Systems with Applications*, 42(7), 3491–3500.

(Citado 4 vezes nas páginas 3, 30, 37, e 72.)

Řepková, I. (2012). [Measuring the efficiency in the czech banking industry: Data envelopment analysis and malmquist index](#). *Proceedings of 30th International Conference Mathematical Methods in Economics*.

(Citado 2 vezes nas páginas 5 e 71.)

Řepková, I. (2014). [Efficiency of the Czech Banking Sector Employing the DEA Window Analysis Approach](#). *Procedia Economics and Finance*, 12(1), 587–596.

(Citado 9 vezes nas páginas 15, 16, 34, 37, 39, 45, 49, 52, e 71.)

Wagner, J. M., & Shimshak, D. G. (2007, Jul). [Stepwise selection of variables in data envelopment analysis: Procedures and managerial perspectives](#). *European Journal of Operational Research*, 180(1), 57–67.

(Citado 3 vezes nas páginas 7, 42, e 72.)

Wanke, P., Azad, M. A. K., & Barros, C. (2016, Jan). [Predicting efficiency in Malaysian Islamic](#)

- banks: A two-stage TOPSIS and neural networks approach. *Research in International Business and Finance*, 36(1), 485–498.  
(Citado 3 vezes nas páginas 30, 39, e 72.)
- Wanke, P., & Barros, C. (2014, Apr). Two-stage DEA: An application to major Brazilian banks. *Expert Systems with Applications*, 41(5), 2337–2344.  
(Citado 5 vezes nas páginas 6, 34, 37, 55, e 72.)
- Wanke, P., Barros, C., & Emrouznejad, A. (2016, Feb). Assessing productive efficiency of banks using integrated Fuzzy-DEA and bootstrapping: A case of Mozambican banks. *European Journal of Operational Research*, 249(1), 378–389.  
(Citado 5 vezes nas páginas 36, 37, 42, 46, e 72.)
- Yilmaz, A., & Güneş, N. (2015, Jul). Efficiency Comparison of Participation and Conventional Banking Sectors in Turkey between 2007–2013. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195(1), 383–392.  
(Citado 10 vezes nas páginas 36, 37, 39, 40, 41, 42, 45, 52, 56, e 72.)
- Zhu, J. (2014). Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking. *International Series in Operations Research & Management Science*, 3.  
(Citado 5 vezes nas páginas 12, 15, 16, 43, e 72.)
- Zimková, E. (2014). Technical Efficiency and Super-efficiency of the Banking Sector in Slovakia. *Procedia Economics and Finance*, 12(1), 780–787.  
(Citado 6 vezes nas páginas 35, 37, 42, 43, 45, e 72.)



# Glossário

## BACEN

Banco Central do Brasil. xiii, xxi, 6, 7, 24–26, 40, 41

## BB

Banco do Brasil. xxi, 21, 27, 41, 46–49, 51, 53, 54, 56, 57

## BCC

Modelo com retornos variáveis de escala. xiii, xxi, 4, 19, 20, 39, 49, 51–55, 57, 58

## BNB

Banco do Nordeste do Brasil. xxi, 42, 46–49, 53

## BNDES

Banco Nacional do Desenvolvimento. xxi, 27, 28

## CCR

Charnes, Cooper e Rhodes. xiii, xxi, 4, 10, 17–20, 39, 49, 51–53, 55, 57, 58

## CEF

Caixa Econômica Federal. xxi, 25, 27, 28, 41, 46–49, 51, 53, 54, 57

## CGPC

Conselho de Gestão e Previdência Complementar. xxi, 27

## CMN

Conselho Monetário Nacional. xxi, 22, 25–27

## CNSP

Conselho Nacional de Seguros Privados. xxi, 27

## CRS

Modelo com retornos constantes de escala. xxi, 4, 17

## CVM

Comissão de Valores Mobiliários. xxi, 25–27

## DEA

*Data Envelopment Analysis (DEA)* ou Análise Envoltória de Dados (DEA). xiii, xxi, xxv, 4–7, 9–13, 15–19, 30, 34, 39, 41–43, 46, 49, 52, 54, 56–59

## DMU

*Decision Making Units (DMU)* ou Unidades Tomadoras de Decisão. xiii, xxi, xxv, 4, 5, 11, 13, 16–21, 39–43, 46, 49, 51–53, 57–59

## EPT

Eficiência Puramente Técnica. xxi, 7, 39, 40, 49, 51, 53, 54, 57, 58

## ES

Eficiência de Escala. xxi, 7, 40, 49, 51, 53, 54, 57, 58

## ET

Eficiência Técnica. xxi, 7, 39, 40, 49, 51, 53, 54, 56–58

**FA**

Fusões e Aquisições. xxi, 24

**FMI**

Fundo Monetário Internacional. xxi, 21

**IHH**

Índice de Herfindahl–Hirschman. xxi, 24

**PROER**

Programa de Estímulo à Reestruturação e ao Fortalecimento do Sistema Financeiro Nacional. xxi, 23

**PROES**

Programa de Incentivo para a Redução do Setor Público Estadual na Atividade Bancária. xxi, 23

**SBM**

*Slack Based Model*. xxi, 11

**SFA**

*Stochastic Frontier Analysis*. xxi, 46

**SFN**

Sistema Financeiro Nacional. xxi, 7, 21, 22, 24–26, 40, 54, 55, 57

**SUMOC**

Superintendência da Moeda e do Crédito. xxi, 21, 22

**VRS**

Modelo com retornos variáveis de escala. xxi, 4, 19



# Índice de autores

- Baer e Nazmi, 22  
Ferreira e Gomes, 4  
Staub et al., 40, 56  
Bogetoft e Otto, 46  
Howells e Bain, 1  
Malmquist, 5  
Řepková, 5  
Tone, 32  
Afriat, 9  
Aigner e Chu, 9  
Andrezo, 23  
Ariff e Can, 32, 44, 55  
Assaf Neto e Lima, 1, 26, 28  
Baer e Nazmi, 22, 23  
Banker et al., 19  
Banker, 13  
Barros et al., 34  
Becker et al., 29, 31  
Benston, 42  
Berger e Humphrey, 42  
Carvalho, 29  
Cavalcante et al., 26, 28  
Ceretta e Niederauer, 5, 31, 55  
Chan et al., 6, 35, 45  
Charnes e Cooper, 4, 9, 17  
Charnes et al., 4, 9, 10, 17  
Charnes et al., 9–12, 17, 18  
Cook e Seiford, 4  
Cooper et al., 4, 11–14, 16, 18  
Cooper et al., 19  
Debreu, 9  
Drake et al., 6, 32, 44  
Emrouznejad et al., 10  
Faria et al., 23, 24  
Farrel, 3, 4, 9, 10  
Fenabran, 25  
Ferreira e Gomes, 10, 13, 16  
Fortuna, 26, 28  
George Assaf et al., 4, 45  
Havrylchuk, 32, 44  
Jorion, 2, 28  
Kumar e Gulati, 33, 44, 55  
Kwon e Lee, 36  
Lin et al., 33  
Liu, 5, 33, 44  
Luo et al., 42  
Mariano et al., 4, 11  
Mariano et al., 4  
Hoji, 26, 28  
Modenesi, 1, 30  
Périco et al., 6, 32, 40, 54  
Pinheiro, 21, 22, 25, 28  
Řepková, 15, 16, 34, 39, 45, 52  
Rosano-Peña, 13  
Ross et al., 2, 3  
Sampieri et al., 41  
San-Jose et al., 35  
Schaffnit et al., 40  
Sealey e Lindley, 6, 42  
Seiford, 9  
Seiford e Zhu, 4, 5, 31, 44, 52, 55  
Senra, Nanci, Mello, e Meza, 7  
Shephard, 9  
Sherman e Gold, 4, 30, 31  
Souza e Macedo, 3, 5, 33  
Staub et al., 30, 34, 40, 43, 44, 56  
Stewart et al., 36, 40, 45, 52, 53, 55  
Svitalkova, 3, 16, 34, 45, 52

Tecles e Tabak, 23  
Tsolas e Charles, 3, 30  
Wagner e Shimshak, 42  
Wanke e Barros, 6, 34, 55  
Wanke, Azad, e Barros, 30  
Wanke, Barros, e Emrouznejad, 36, 42  
Yilmaz e Güneş, 36, 39–42, 45, 52, 56  
Zhu, 12, 15, 16  
Zimková, 35, 42, 45  
BACEN, 26, 27, 29  
Howells e Bain, 1  
Koopmans, 9  
Pareto, 9  
Pindyck e Rubinfeld, 9