

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE DE
RIBEIRÃO PRETO
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO DE ORGANIZAÇÕES

EDUARDO FALSARELLA JUNIOR

Análise das técnicas de fronteira na mensuração da eficiência em bancos: uma
meta-análise

Versão Resumida

**A versão completa impressa está disponível na
Biblioteca Central do Campus Ribeirão Preto**

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Pereira Salgado Junior

Ribeirão Preto
2014

Prof. Dr. Marco Antonio Zago
Reitor da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Dante Pinheiro Martinelli
Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto

Profa. Dra. Sonia Valle Walter Borges de Oliveira
Chefe do Departamento de Administração

EDUARDO FALSARELLA JUNIOR

Análise das técnicas de fronteira na mensuração da eficiência em bancos: uma meta-análise

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração de Organizações da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para a obtenção da qualificação no programa. Versão corrigida. O original encontra-se disponível no Serviço de Pós-Graduação da FEA-RP/USP.

Área de Concentração: Administração

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Pereira Salgado Júnior.

Ribeirão Preto

2014

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Falsarella Junior, Eduardo

Análise das técnicas de fronteira na mensuração da eficiência em bancos: uma meta-análise. Ribeirão Preto, 2014. 101f.: il; 30cm

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Administração

Orientador: Salgado Junior, Alexandre Pereira

1. Técnicas de Fronteira. 2. Eficiência bancária. 3. Análise envoltória de dados.

Nome: FALSARELLA JUNIOR, Eduardo

Título: Análise das técnicas de fronteira na mensuração da eficiência em bancos: uma meta-análise

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração de Organizações da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para a obtenção da qualificação no programa. Versão corrigida. O original encontra-se disponível no Serviço de Pós-Graduação da FEA-RP/USP.

Área de Concentração: Administração

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Eduardo e Tania, pelo amor e carinho que me propiciaram e pelos estudos que me proporcionaram. Ao meu amor Carla e aos meus filhos Cadu e Tommy pela alegria que trazem a minha vida.

AGRADECIMENTOS

A constância do propósito para a obtenção do título de Mestre envolve um esforço conjunto de muitas pessoas que fazem parte de minha trajetória até aqui. Agradeço ao meu amor, Carla, que cumpriu a árdua tarefa de ser mãe, devido a minha ausência, justificada pela dedicação aos estudos. Aos meus filhos Cadu e Tommy (e aos que ainda poderão vir), por dar a alegria tão necessárias, nos dias de cansaço e, me ensinarem que não existe um dia totalmente ruim quando somos recebidos com carinho e sorrisos.

Aos meus pais, Eduardo e Tania, que proporcionaram uma vida repleta de carinho, amor e que por meio de muito esforço e dedicação aos filhos, puderam garantir nossos estudos. Às minhas irmãs, Karina e Carol que me guiaram, aconselharam e foram modelos de ética, honestidade, caráter e integridade, os quais procurei seguir.

As minhas avós, Josephina e Iracema, por suas lições de simplicidade. Ao meu avô João (*in memoriam*), com saudades, espelho para minhas atitudes.

Ao meu mentor e modelo a ser seguido, Prof. Dr. Alberto Borges Matias, a quem tenho a felicidade de conviver em minha vida acadêmica, profissional e pessoal.

À Universidade de São Paulo, à FEA-RP, à EESC e a seção de pós graduação e seus colaboradores, por terem propiciado todos os meus estudos de graduação e mestrado.

A todos os meus professores, desde as “tias”, que me alfabetizaram com insistentes mensagens para “melhorar a caligrafia”, até os meus professores da Universidade.

Ao meu também mentor e orientador Prof. Dr. Alexandre Pereira Salgado Junior, por me ensinar a gerenciar o meu próprio aprendizado, a maximizar minhas virtudes, aprimorar minha performance e, principalmente, por acreditar em meu potencial.

Aos Prof. Dr. Marcio Mattos Borges de Oliveira e Prof. Dr. Antonio Carlos Pacagnella Junior, pelos valiosos comentários acerca de minha dissertação.

Ao GREFIC e amigos por todo o conhecimento, especialmente ao Lucas Macoris, Alison Freitas, Lucas Clemente, Adriel Branco e Bernardo Balboni, pelas grandes contribuições que fizeram em meu estudo.

Agradeço aos meus grandes ídolos e cientistas Leonardo Da Vinci, Albert Einstein, Stephen W. Hawking e Beakman pela grande influência que tiveram em minha vida acadêmica.

A Deus, por ter colocado todas estas pessoas em minha vida.

E a você leitor, pelo interesse nesta leitura, sem a qual este trabalho não teria razão de existir.

“Educar verdadeiramente não é ensinar fatos novos ou enumerar fórmulas prontas, mas sim preparar a mente para pensar”
(Albert Einstein)

Este foi o verdadeiro diferencial de meus mestres e mentores!

RESUMO

FALSARELLA JUNIOR, E. **Análise das técnicas de fronteira na mensuração da eficiência em bancos: uma meta-análise.** 2014. 101 f. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014.

A análise de eficiência bancária é um tema relevante para a maioria das economias, dada a importância deste setor na intermediação de recursos financeiros. Este trabalho lança luz a questão de como são realizadas as análises de eficiência bancária utilizando técnicas de fronteira. Desta forma traz a aplicação da metodologia de meta-análise em 47 estudos anteriores que aplicam técnicas de fronteira na mensuração de eficiência em bancos. Encontrou-se como principais técnicas de fronteira utilizadas a Análise Envoltória de Dados (DEA) em suas formulações CCR, BCC e SBM e a Fronteira Estocástica. A compreensão da utilização das técnicas, expostas neste trabalho, permeia a revisão bibliográfica das explicações teóricas destas e uma análise estatística da relação com as variáveis: os anos de publicação, as abordagens em bancos, e a orientação para medição da eficiência utilizada, ou seja, se o estudo considerou a técnica de fronteira com orientação a *input* ou *output*. Os resultados indicam uma maior tendência de utilização das técnicas DEA BCC, primordialmente orientados à *input* e nos anos mais recentes DEA SBM sem orientação.

Palavras-chave: Técnicas de Fronteira, Eficiência bancária, Análise envoltória de dados.

ABSTRACT

FALSARELLA JUNIOR, E. **Analysis of frontier techniques in measuring the efficiency of banks:** a meta-analysis. 2014. 101 f. Dissertation (Master) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014.

The bank efficiency analysis is an important issue for most economies, given the importance of this sector in the intermediation of financial resources. This work sheds light the question of how are carried out bank efficiency analysis using frontier techniques. Thus provides the application of meta-analysis methodology in 47 previous studies applying frontier techniques in measuring efficiency in banks. It was found as major frontier techniques: Data envelopment analysis (DEA) in their formulations CCR, BCC and SBM and the Stochastic Frontier. To understanding the use of the techniques presented in, this paper go through the literature review of theoretical explanations and a statistical analysis of the relationship with the variables: year of publication, the approaches in banks, and the orientation for measuring the efficiency used, in other words if the study considered the frontier techniques with orientation to *input* or *output*. The results indicate a greater tendency to use the techniques DEA BCC primarily oriented *input* and in recent years DEA SBM without orientation.

Keywords: Frontier Techniques, Bank efficiency, Data envelopment analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 27 - Relação da utilização entre as técnicas de fronteira	18
Figura 28 - Relação entre as técnicas de fronteira e o ano de publicação do artigo.....	19
Figura 29 - Relação entre as Abordagens e técnicas de fronteira.....	23
Figura 30 - Relação entre técnica de fronteira e orientação utilizada	24

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- BCBS - *Basel Committee on Banking Supervision*
- DEA - *Data envelopment analysis*
- CCR - CHARNES; COOPER; RHODES
- BCC - BANKER; CHARNES; COOPER
- SBM - *Slack-Based Measure*
- FDH - *Free Disposal Hull*
- DMU - *Decision Making Units*
- SFA - *Stochastic Frontier Approach*
- DFA - *Distribution-Free Approach*
- TFA - *Thick Frontier Approach*
- CRS - *Constant Returns To Scale*
- VRS - *Variable Returns To Scale*
- PPS - *Production Possibility Set*
- IRS - *Increasing Returns To Scale*
- DRS - *Decreasing Returns To Scale*
- MBF - Modelo Baseado nas folgas
- FI - Fator de Impacto
- USP - Universidade de São Paulo
- JCR - *Journal Citation Reports*
- ISI - *Institute for Scientific Information*
- CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
- CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. OBJETIVOS	16
2. RESULTADOS	17
2.1. COMPREENDER COMO AS TÉCNICAS DE FRONTEIRA SÃO UTILIZADAS NA MENSURAÇÃO DA EFICIÊNCIA EM BANCOS	17
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

1. INTRODUÇÃO

Os bancos são instituições centrais à economia de um país. Eles são responsáveis por intermediar recursos financeiros entre agentes econômicos. Este papel fundamental permite que se tenha uma circulação de moeda, caso contrário o sistema financeiro seria por escambo, ou seja, baseado na troca de mercadorias ou serviços.

Isto parece ser verdade em praticamente todas as economias, exceto as economias emergentes, que se encontram numa fase muito precoce. Mesmo nestas, no entanto, o desenvolvimento de intermediários tende a liderar o desenvolvimento dos mercados financeiros próprios. Em suma, os bancos que já existiam desde os tempos antigos, recebem depósitos de famílias e fazem empréstimos aos agentes econômicos que necessitam capital. Seguros, nomeadamente o seguro marítimo, também têm uma história muito longa. (ALLEN; SANTOMERO, 1998).

Ao contrário de outros setores, um possível colapso neste setor tem uma grande repercussão na economia como um todo, uma vez que o sistema de pagamentos ficará afetado (LIU, 2010).

Trapp e Corrar (2005) indicam que a volatilidade de instrumentos econômicos e o crescimento das atividades financeiras a outros países demandam o desenvolvimento de estruturas para maior estabilidade ao mercado financeiro e seus participantes.

Assim, dada sua importância, na maioria das economias, este setor é altamente regulado pelos órgãos governamentais em todos os âmbitos operacionais, controle de liquidez, resultados, competitividade, fusões, aquisições, etc.

Sob a turbulência nos mercados financeiros que se seguiu ao colapso do sistema *Bretton Woods* de câmbio administrado, muitos bancos grandes incorreram em perdas em moeda estrangeira, afetando a economia em âmbito global. Depois deste colapso, em 26 de junho de 1974, o escritório de supervisão bancária da Alemanha Ocidental retirou a licença bancária do Bankhaus Herstatt após descobrir que as exposições cambiais do banco somavam três vezes o seu capital. Bancos fora da Alemanha levaram pesadas perdas em suas operações mantidas com Herstatt, acrescentando uma dimensão internacional à turbulência. Em outubro do mesmo ano, o Franklin National Bank de Nova York também fechou suas portas, após incorrer em grandes perdas cambiais.

Em resposta a estas e outras perturbações nos mercados financeiros internacionais, os governadores dos bancos centrais dos países do G10 (Alemanha, Bélgica, Canadá, Estados Unidos, França, Itália, Japão, Países Baixos, Reino Unido, Suécia e Suíça) estabelecem um

comitê, batizado de *Basel Committee on Banking Supervision* (BCBS) com o objetivo de criar regulamentos bancários e práticas de supervisão e melhorar a estabilidade financeira através da troca de conhecimentos e a qualidade da supervisão bancária a nível mundial. (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2014)

Com o avanço da tecnologia e internet, o mercado de intermediação financeira explorou facilidades de operação e culminou em novos entrantes, acirando a competição. Conseqüentemente a análise de performance dos bancos tornou-se uma prática comum entre os maiores bancos. Esta prática leva seus gestores a terem a necessidade de identificar e eliminar as causas de suas ineficiências com o intuito de ganhar competitividade (WU; YANG; LIANG, 2006).

Desta forma a análise de eficiência passa a ter uma grande importância na gestão dos bancos, de forma a auxiliar a tomada de decisões do gestor com informações mais precisas, resultado de estudos realizados.

Observa-se também que estes estudos tem uma amplitude de interesse maior que as instituições financeira, os órgãos reguladores também utilizam-se de análise de eficiência para se beneficiar de informações no que diz respeito as variáveis que afetam a performance dos bancos, assim diminui-se o risco de suas decisões terem conseqüências não intencionais de elevar os custos da prestação de serviços financeiros ao público, reduzindo a quantidade ou a qualidade desses serviços, ou aumentando o risco sistêmico (BAUER et al., 1998).

De fato, Liu (2010) indica que a análise da eficiência do setor bancário tem tido um fluxo de pesquisas que chama uma considerável atenção de acadêmicos e formuladores de políticas.

Usualmente os bancos utilizam-se de técnicas de eficiência baseadas em indicadores financeiros, entretanto, segundo Wu, Yang e Liang (2006) estas técnicas consideram uma quantidade insignificante de informações de ganhos de escala, identificação de *benchmarking* e estimativa de performance geral.

Como alternativa às ferramentas disponíveis, encontram-se as técnicas de fronteira, como DEA (*Data Envelopment Analysis* - CCR, BCC, SBM, FDH, *CONE RATIO*, SUPER-EFICIÊNCIA, *DUAL*, ETC) e Fronteira Estocástica.

Isto posto, a proposta deste trabalho é auxiliar, por meio da análise de estudos anteriores, os gestores de instituições financeiras, órgãos regulamentadores, pesquisadores e demais interessados no assunto, sobre a escolha da melhor técnica de fronteira e em que casos aplicá-la. Sobressaiu-se portanto o seguinte problema de pesquisa: **Como as técnicas de fronteira são utilizadas na mensuração da eficiência em bancos?**

1.1. OBJETIVOS

O objetivo principal desta pesquisa é, por meio da meta-análise, compreender como as técnicas de fronteira são utilizadas na mensuração da eficiência em bancos.

Para elucidar este objetivo e favorecer o desenvolvimento do estudo, tem-se como objetivos específicos:

- Compreender a aplicação das técnicas de fronteira e a relação entre elas e:
 - Os anos de publicação;
 - As abordagens em bancos;
 - A orientação para medição da eficiência utilizada, ou seja, se o estudo considerou a técnica de fronteira com orientação a *input* ou *output*;

Ao se atingir estes objetivos, espera-se gerar uma base de informações relevantes para incremento de conhecimento a futuras pesquisas e pesquisadores.

2. RESULTADOS

Os resultados da presente pesquisa compreendem a aplicação da meta-análise na amostra de artigos selecionados conforme seção anterior. Desta meta-análise, considerando o conhecimento acumulado na revisão teórica, observa-se características de tendências estabelecidas na relação entre as variáveis e técnicas de fronteira.

Estas tendências corroboram para o atingimento dos objetivos específicos propostos, que por sua vez contribuem para o entendimento do objetivo geral.

Revisitando o objetivo proposto, tem-se:

2.1. COMPREENDER COMO AS TÉCNICAS DE FRONTEIRA SÃO UTILIZADAS NA MENSURAÇÃO DA EFICIÊNCIA EM BANCOS

Entende-se que para compreender como as técnicas de fronteira são utilizadas na mensuração em bancos é necessário entender os conceitos teóricos e a frequência com que elas são aplicadas.

As técnicas com maior frequência de utilização nos artigos selecionados foram DEA CCR, DEA BCC, DEA SBM e Fronteira Estocástica, conforme a Figura 1, todas já apresentadas os conceitos teóricos no capítulo 2 deste trabalho.

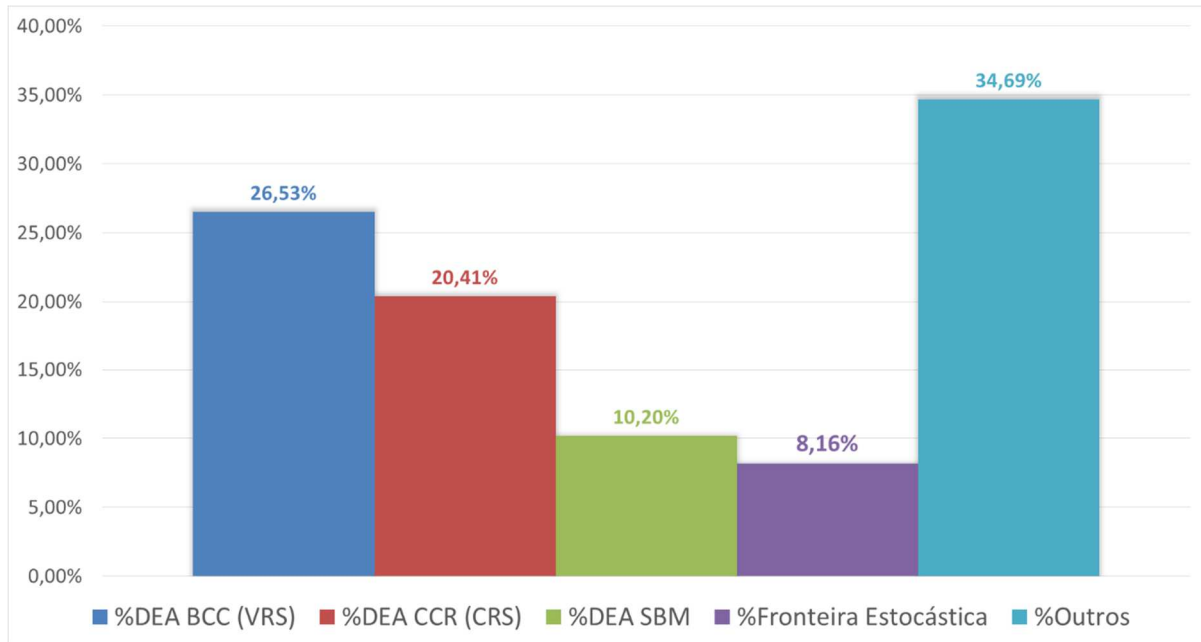


Figura 1 - Relação da utilização entre as técnicas de fronteira

Percebe-se que a técnica DEA BCC (VRS) é a técnica com maior frequência de utilização. É de se esperar que esta técnica, assim como a DEA CCR (CRS) e Fronteira Estocástica tenham uma frequência maior de utilização pois são as técnicas mais antigas, tendo sido criadas em 1978, 1984 e 1977 respectivamente, enquanto a técnicas DEA SBM em 2001.

De fato, percebe-se pela Figura 2 que a técnica DEA CCR (CRS) e DEA BCC (VRS) são as mais utilizadas até o ano de 2009, quando há a primeira utilização, neste grupo de artigos, da técnica DEA SBM.

Já a utilização da técnica de Fronteira Estocástica contraria a hipótese inicial, uma vez que, mesmo sendo a técnica mais antiga é também a de menor utilização.

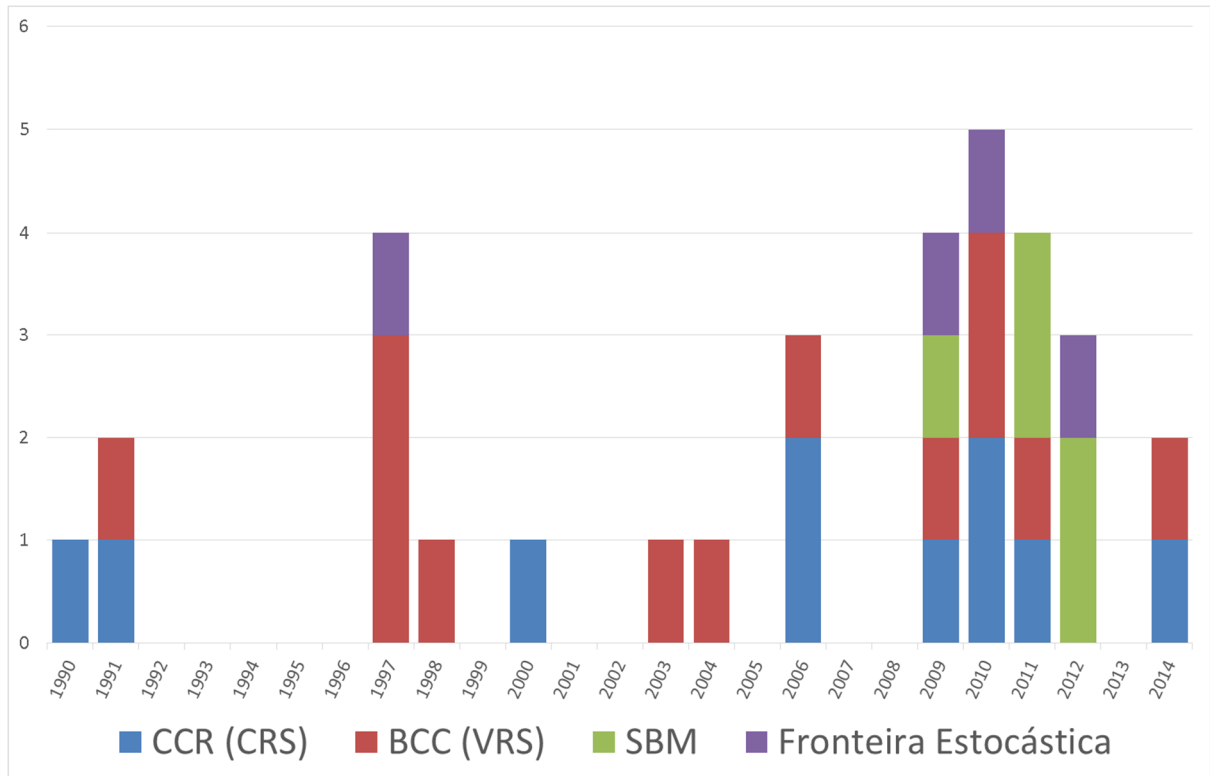


Figura 2 - Relação entre as técnicas de fronteira e o ano de publicação do artigo

Espera-se que a maior frequência da técnica DEA BCC (VRS) esteja relacionada com o fato de que esta considera o ganho de escala entre as unidades produtivas, o que, nos casos de instituições financeiras, evidencia-se que há tamanhos muito distintos entre eles.

De fato, dos artigos analisados neste estudo que utilizaram as técnicas DEA CRS e BCC, Assaf, Barros e Matousek (2011) argumentam que o uso da condição CRS é apenas adequada quando assume-se que todos os bancos estão operando em um nível ótimo de escala, porém os avanços tecnológicos e mudanças regulatórias podem variar entre os bancos em vários grupos de tamanho, assim permitindo o uso da condição de VRS.

Esta questão da utilização do modelo CRS ou VRS na mensuração de eficiência em bancos é discutida por Giokas (1991), Bergendahl (1998) e Siriopoulos e Tziogkidis (2010). O primeiro compara a aplicação das técnicas DEA CCR, DEA BCC e Modelo Loglinear. Ao comparar somente as duas técnicas DEA o autor conclui que, das agências bancárias estudadas, as de pequeno porte apresentam retornos crescentes de escala, enquanto a amostra das grandes agências mostrou que 80% delas operam sob retornos constantes de escala. Já Siriopoulos e Tziogkidis (2010) concluem que o modelo CRS pode ser pensado como o estado de longo prazo de uma DMU enquanto a VRS aplica-se no curto prazo. Todavia em seu trabalho, para aplicação dos modelos o autor desconsidera as DMUs com os valores do indicador *Financial*

Independence ratio (FIR) acima de 1, com o intuito de homogeneizar a amostra. Conceitualmente esta prática habilita a amostra a utilizar a técnica CCR, porém pode enviesar o resultado de forma artificial. Por fim, Bergendahl (1998) faz uma aplicação em bancos nórdicos utilizando as duas técnicas, CCR e BCC.

Saha e Ravisankar (2000), Liu (2010), Liu (2011) e Wu, Yang e Liang (2006) não explicam de forma clara em seus artigos o motivo pelo qual optaram por utilizar a técnica DEA CCR (CRS), assim como, Taylor et al. (1997) e Sathye (2003) não explicam porque utilizaram a técnica BCC, já Lin, Lee e Chiu (2009) e Oral e Yolalan (1990) ao aplicarem a técnica DEA CCR (CRS) apresentam que esta técnica é mais significativa quando aplicada a conjuntos de observação ou unidades que oferecem serviços semelhantes e utilizam recursos semelhantes. Pelo mesmo argumento, os autores explicam que não faz muito sentido comparar DMUs de grande porte com as muito pequenas uma vez que haverá diferenças bastante consideráveis nos serviços prestados e os recursos utilizados. Neste caso os autores consideraram a exigência de homogeneidade ao formar o conjunto de bancos a ser analisados, segmentando-os por porte.

Os artigos de Sherman e Rupert (2006) e Wanke e Barros (2014) utilizam a técnica DEA CCR (CRS) para investigar a relação da eficiência com o grau de economia de escala das instituições financeiras. Os primeiros averiguam em seu estudo se as fusões bancárias para formar um novo e maior banco geram benefícios. Os autores argumentam que um dos benefícios possíveis é o ganho de escala dos bancos e desta forma estes utilizam a metodologia DEA para evidenciar se realmente a fusão de bancos gera ganhos de escala. Os segundos estudam a hipótese, a ser testada, de que o fator de escala influencia na eficiência dos bancos. Assim, baseado nos conceitos apresentados, a aplicação da técnica DEA BCC nestes dois casos, iria incluir nos resultados o efeito do ganho de escala e o resultado objetivado pelos autores não seria possível de se mensurar, de tal modo, os autores optaram por utilizar a técnica DEA CCR.

Ray e Das (2010) e Titkova e Jureviciene (2014) utilizam a técnica DEA BCC pois um dos objetivos do estudo é justamente entender a influência do tamanho dos bancos em sua eficiência. Já Paradi e Schaffnit (2004) e Mostafa (2009) justificam que o modelo DEA CCR, desconsidera o tamanho de um banco na avaliação de eficiência possivelmente levando a uma identificação de *banchmarks* muito irrealistas enquanto a técnica BCC garante que a escala é levada em consideração.

O uso da técnica BCC no estudo de Bhattacharyya, Lovell e Sahay (1997) foi útil para explicar um objetivo periférico do artigo, que foi classificar os bancos pelo seu nível de escala, ou seja se está sob condição de retornos crescentes, constantes ou decrescentes de escala.

Percebe-se pela revisão teórica que a técnica SBM possui um grau de acurácia em relação às folgas maior do que as técnicas tradicionais, assim, analisando os artigos que utilizaram esta técnica, verifica-se que Liu (2009) justifica que a maioria dos estudos que aplicam DEA para mensuração de eficiência em banco assumem que há proporcionalidade entre a redução de algum *outputs* (ou *inputs*) em detrimento do aumento de outro *output*. Isto implica que não são consideradas as folgas dos *outputs* e *inputs* na mensuração do desempenho do banco. Embora as medidas de eficiência resultantes têm boas propriedades teóricas, a falta de consideração das folgas podem levar a difícil comparação por gerar pouca discriminação das DMUs, ou seja, serão encontradas uma série de DMUs com os mesmos escores de eficiência de 1. Portanto, é significativo a incorporação dos excessos de *inputs* e faltas de *outputs* em modelos baseados em DEA na medição de desempenho de bancos.

Avkiran (2011) fez um estudo comparando nove tipos de técnicas aplicadas aos bancos e chegou à conclusão de que a que melhor explica a variação dos indicadores financeiros utilizados é a DEA SBM. Segundo o autor, pelos estudos de aplicação da técnica DEA, o SBM tem se tornado o preferido na primeira década do século XXI. Já Hadad et al. (2012) optou pela técnica SBM porque os outros modelos de DEA não permitem a potencial redução adicional de *inputs*, ou seja, não permitem a redução das folgas intrínsecas.

Ainda, Paradi, Rouatt e Zhu (2011) realizaram um extenso estudo aplicando DEA em dois estágios utilizando no primeiro estágio a eficiência DEA para três diferentes abordagens bancárias (intermediação, produção e rentabilidade). Os autores argumentaram a utilização da técnica DEA pois esta metodologia, ao contrário de outras técnicas não paramétricas como número índices ou indicadores financeiros, tem uma forte habilidade em calcular os pesos para cada variável de eficiência. No segundo estágio os autores utilizaram um modelo DEA SBM com única variável, no valor de um, de *input*, iguais para todas as DMUs. Nos *outputs* foram utilizadas as três eficiências calculadas no primeiro estágio. Nesta condição Paradi, Rouatt e Zhu (2011) explicam que o modelo DEA BCC seria inapropriado pois, uma vez que o *input* é o mesmo para todas as DMU's e os *outputs* utilizados são as eficiências, ou seja, não há muito dispersão (variam de zero à um), então o modelo iria simplesmente ponderar com zero os dois *outputs* menores, ignorando-os, e iria minimizar o maior *output* perdendo o sentido do uso da metodologia. Além disso Paradi, Rouatt e Zhu (2011) observam que o resultado do estudo realizado mostra que a técnica DEA SBM apresenta um maior poder de discriminação entre as DMUs, uma vez que, comparado com as outras técnicas, as eficiências das DMUs apresentaram uma amplitude de resultados maior, menos DMUs na fronteira e um desvio padrão maior.

Seguindo-se com a análise dos artigos que utilizaram DEA SBM, Paradi, Zhu e Edelstein (2012) justificam a utilização da metodologia DEA em seu trabalho pela capacidade desta em lidar com configurações multi-*input* multi-*output* sem a necessidade de especificar a relação direta entre as variáveis. Dentre as metodologias DEA, os autores utilizaram a técnica DEA SBM, segundo estes, os modelos tradicionais da DEA, como a CCR e BCC maximizam a soma de folgas, o que nem sempre pode identificar o melhor *benchmark* na fronteira eficiente e portanto, podem especificar conjuntos de referência e metas insatisfatórias. Ainda, neste estudo o objetivo foi identificar quais são os padrões operacionais das DMUs eficientes, desta forma não podem analisar uma DMU fracamente eficiente. Isto posto os autores utilizam a técnica DEA SBM com o intuito de eliminar os efeitos dos excessos de *input* e as insuficiências de *output* (folgas).

Analisando-se os estudos que utilizaram a técnica de Fronteira Estocástica, Mester (1997) não justifica em seu estudo o motivo pelo qual optou por utilizar esta técnica, já Tecles e Tabak (2010) explicam que a Fronteira Estocástica foi utilizada pois fornece inferência exata nas estimativas das variáveis dos bancos e o controle de erros de medição. Os autores elucidam também que a técnica DEA também não distingue o termo ineficiência do componente de ruído.

Já Bos et al. (2009) esclarecem que o objetivo do estudo é analisar a influência da heterogeneidade da amostra no *score* de eficiência bancária, desta forma, a técnica utilizada deve ter a capacidade de distinguir o ruído aleatório de ineficiências. Assim os autores justificam o uso da Fronteira Estocástica, uma vez que nos métodos não-paramétricos o ruído aleatório é negligenciado além de serem muito sensíveis a *outliers*. Métodos paramétricos alternativos, como a técnica de Fronteira Densa e outras, também tratam o erro, mas não fornecem uma estimativa de pontuação de eficiência para banco ou exigem um parâmetro conhecido da ineficiência.

Por fim, Hasan et al. (2012) defende o uso da técnica de Fronteira Estocástica pois a adição de uma variável no modelo DEA leva a uma restrição adicional o que afeta significativamente os resultados de eficiência de todas as DMUs e na Fronteira Estocástica a variável pode ser adicionada com alteração estatisticamente insignificante no modelo.

A análise de estatística descritiva relevou também que há uma maior utilização da abordagem bancária de intermediação seguida pela de produção, conforme Figura 3. Percebe-se também que as técnicas DEA BCC e CCR possuem maior frequência de utilização em conjunto com a abordagem de produção, enquanto as técnicas DEA SBM e Fronteira Estocástica com a abordagem de intermediação.

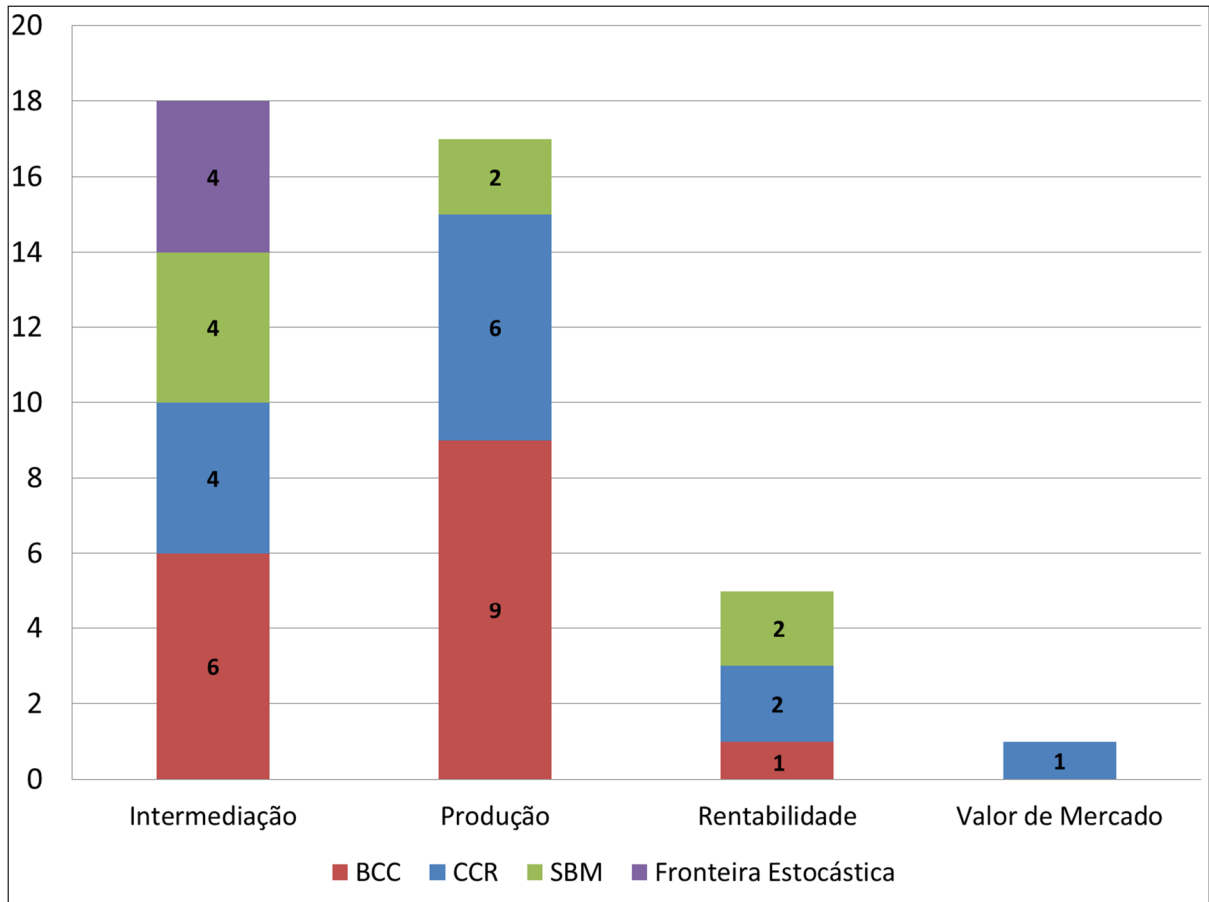


Figura 3 - Relação entre as Abordagens e técnicas de fronteira

A relação entre as técnicas de fronteira e a orientação utilizada, está apresentada na Figura 4. Observa-se que a técnica DEA BCC possui uma tendência de ser utilizada em conjunto com a orientação *input*, enquanto a técnica DEA SBM e Fronteira Estocástica são frequentemente utilizadas sem orientação. Conceitualmente este fato é válido, uma vez que a técnica SBM e Fronteira Estocástica tendem a reduzir as faltas de *output* e excessos de *input* simultaneamente, ou seja, sem orientação.

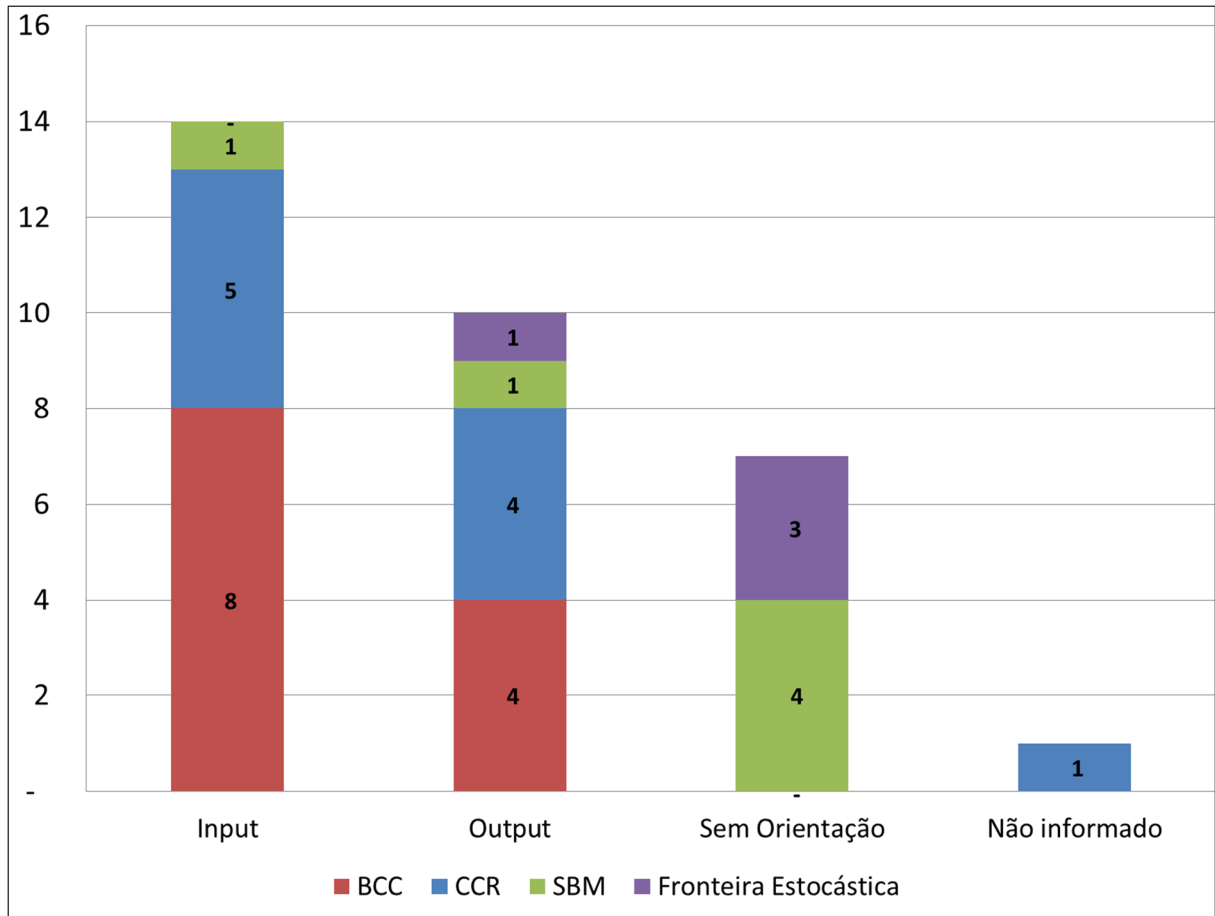


Figura 4 - Relação entre técnica de fronteira e orientação utilizada

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou esclarecer como as técnicas de fronteira são utilizadas na mensuração de eficiência bancária. Assim, com base no problema de pesquisa, na revisão teórica e nos procedimentos metodológicos constatou-se que há uma tendência de uso mais frequente das técnicas DEA BCC seguido pela CCR, SBM e por fim Fronteira Estocástica.

Averiguou-se também que, mesmo sendo a técnica mais antiga, a Fronteira Estocástica possui pouca frequência de uso. Conceitualmente pode-se atribuir este evento ao fato de que a utilização de fronteira estocástica deve ter os dados com uma distribuição normal o que ocorre com pouca frequência em informações financeiras. Ademais, uma das principais diferenças para aplicação da Fronteira Estocástica ao invés da técnica DEA é pela confiabilidade dos dados, uma vez que os erros de medida são muito sensíveis nesta técnica em detrimento daquela. Entretanto pode-se atribuir um alto grau de confiabilidade nos dados de bancos uma vez que, conforme exposto anteriormente, o setor é normalmente altamente regulado por órgãos governamentais, inclusive os demonstrativos financeiros públicos, possibilitando assim a utilização da técnica DEA.

Percebeu-se nos resultados deste estudo que as técnicas CCR e BCC muitas vezes são aplicadas sem uma explicação do porque estão sendo utilizadas, de fato 30% dos artigos que utilizaram estas técnicas não justificaram seu uso. Já a técnica SBM, em 100% dos casos foram justificados.

Com esse estudo o e resultados apresentados, espera-se contribuir os gestores de instituições financeiras, órgãos regulamentadores, pesquisadores e demais interessados no assunto, sobre a escolha da melhor técnica de fronteira e em que casos aplicá-la. Espera-se também gerar base teórica para novas pesquisas e fomentar discussões sobre técnicas de fronteira aplicadas em bancos.

Este presente estudo tem como limitação a validação das informações coletadas. A premissa desta dissertação é de que as informações disponíveis são válidas.

Finalmente, sugere-se novas pesquisas na área para verificar uma amplitude maior de artigos selecionados, bem como aplicações utilizando os resultados apresentados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIGNER, D.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, P.; **Formulation And Estimation Of Stochastic Frontier Production Function Models.** Journal of Econometrics v. 6, p. 21-37, 1977.

ALLEN, F.; SANTOMERO, A. M.; **The theory of financial intermediation.** Journal of Banking & Finance, v 21, p. 1461-1485. 1998.

ASMILD, M.; BOGETOFT, P.; HOUGAARD, J. L.; **Rationalising inefficiency: Staff utilization in branches of a large Canadian bank.** Omega, v. 41, p. 80-87, 2013.

ASMILD, M.; MATTHEWS, K.; **Multi-directional efficiency analysis of efficiency patterns in Chinese banks 1997–2008.** European Journal of Operational Research, v. 219, p. 434-441, 2012.

ASSAF, A. G.; BARROS, C. P.; MATOUSEK, R.; **Technical efficiency in Saudi banks.** Expert Systems with Applications, v 38, p. 5781-5786. 2011.

ATHANASSOPOULOS, A. D.; **Service quality and operating efficiency synergies for management control in the provision of financial services: Evidence from Greek bank branches.** European Journal of Operational Research. V. 98, p. 300-313. 1997.

AVKIRAN, N. K. **Association of DEA super-efficiency estimates with financial ratios: Investigating the case for Chinese banks.** Omega, v. 39, n. 3, p. 323-334, 2011.

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS. Disponível em: <http://www.bis.org/about/index.htm>. Acesso em: 24 Nov. 2014.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. **Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis.** Management Science. V. 30, n. 9, p. 1078-1092. 1984.

BANKER, R. D. **Estimating most productive scale size using data envelopment analysis.** European Journal of Operational Research. V. 17, p. 35-44. 1984.

BAUER, P. W.; BERGER, A. N.; FERRIER, G. D.; HUMPHREY, D. B.; **Consistency Conditions for Regulatory Analysis of Financial Institutions: A Comparison of Frontier Efficiency Methods.** Journal of Economics and Business, V. 50, 85-114, 1998.

BERGENDAHL, G. **DEA and benchmarks – an application to Nordic banks.** Annals of Operations Research, v. 82, n. 0, p. 233-49, 1998.

BERGER, A. N.; HUMPHREY, D. B.; **Efficiency of financial institutions: International survey and directions for future research.** European Journal of Operational Research, V. 98, 175-212. 1997.

BHATTACHARYYA, A.; LOVELL, C. A. K.; SAHAY, P. **The impact of liberalization on the productive efficiency of Indian commercial banks.** European Journal of Operational Research, v. 98, n. 2, p. 332–45, 1997.

BOS et. al. **Effects of heterogeneity on bank efficiency scores.** European Journal of Operational Research, v. 195, n. 1, p. 251–261, 2009.

BRISSIMIS et. al. **Technical and allocative efficiency in European banking.** European Journal of Operational Research, v.204, n. 1, p. 153–163, 2010.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; HUANG, Z. M.; **POLYHEDRAL CONE-RATIO DEA MODELS WITH AN ILLUSTRATIVE APPLICATION TO LARGE COMMERCIAL BANKS.** Journal of Econometrics. n. 46, p. 73-91. 1990.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. L.; **Measuring the Efficiency of Decision Making Units.** European Journal of Operational Research. v. 2, n. 6, p. 429-444. 1978.

CIVIL AVIATION AUTHORITY (2000). The use of benchmarking in the airport reviews. Civil Aviation Authority. Economic Regulation Group, Consultation Paper, dez.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K., **Data Envelopment Analysis: a comprehensive text with models, applications, references and dea DEA-solver software.** Springer, 2007.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; ZHU, J., **Data Envelopment Analysis: History, Models and Interpretations.** 2 ed. Springer, 2011.

DEKKER D.; POST, T. **A quasi-concave DEA model with an application for bank branch performance evaluation.** European Journal of Operational Research, v. 132, n. 2, p. 296-311, 2001.

ESKELINEN, J.; HALME, M.; KALLIO, M. **Bank branch sales evaluation using extended value efficiency analysis.** European Journal of Operational Research, v. 232, n. 3, p. 654-663, 2014.

FARRELL, M. J.; **The Measurement of Productive Efficiency,** Journal of the Royal Statistical Society. v. 120, n. 3, p. 253-290. 1957

FERREIRA, C. M. C.; GOMES, A. P. **Introdução à análise envoltória de dados: teoria, modelos e aplicações.** Viçosa, MG: UFV, 2012. v.1. 389 p.

FERRIER, G. D.; LOVELL, C. A. K.; **Measuring cost efficiency in banking econometric and linear programming evidence.** Journal of Econometrics. North-Holland. v. 46, p. 229-245. 1990.

GARFIELD, E.; **Citation Indexes for Science.** Science, v. 123, n. 3159, p. 108-111. 1955.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** São Paulo. Atlas. 4 ed. p. 159. 2002.

GIOKAS, D. **Bank branch operating efficiency: A comparative application of DEA and the loglinear model.** Omega, v. 19, n. 6, p. 549-557, 1991

GLASS, G. V. **Primary, Secondary, and Meta-Analysis of Research.** American Educational Research Association. v. 5, n. 10, p. 3-8. 1976.

GUIMARÃES, P. R. B., **Estatística não-paramétrica**. Apostila de aula, 2004.

HADAD, M. D. et. al. **A new approach to dealing with negative numbers in efficiency analysis**: An application to the Indonesian banking sector. *Expert Systems with Applications*, v. 39, n. 9, p. 8212-8219, 2009.

HASAN, M. Z et. al. **A Cobb Douglas Stochastic Frontier Model on Measuring Domestic Bank Efficiency in Malaysia**. *PLoS ONE*, v. 7, n. 8, e42215, 2012.

HAYES, R.H; **Produção, Estratégia e Tecnologia**: Em busca da vantagem competitiva. Artmed, 2005

HÜBNER, M. M., **Guia para elaboração de monografias e projetos de dissertação de mestrado e doutorado**. Cengage Learning Editors, 76 p. 1998.

HUNT, M. **How Science Takes Stock**: The Story of Meta-Analysis. Russell Sage Foundation, 210p. 1999

KAO, C.; LIU, S. **Multi-period efficiency measurement in data envelopment analysis**: The case of Taiwanese commercial banks. *Omega*, v. 47, p. 90-98, 2014.

KAO, C.; LIU, S. **Stochastic data envelopment analysis in measuring the efficiency of Taiwan commercial banks**. *European Journal of Operational Research*, v. 196, n. 1, p. 312-322, 2009.

KUMBHAKAR, S. C.; LOVELL, C. A. K.; **Stochastic Frontier Analysis**. Cambridge University Press, 2000.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A.; **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo, Atlas, 5 ed. p. 311, 2003.

LIN, T. T.; LEE, C.; CHIU, T; **Application of DEA in analyzing a bank's operating performance**. *Expert System with Applications*, v. 36, p. 8883-8891. 2009.

LIU, S.T, **Measuring and categorizing technical efficiency and productivity change of commercial banks in Taiwan.** Expert Systems with Applications, v 37, p. 2783-2789. 2010.

LIU, S. **Performance measurement of Taiwan financial holding companies: An additive efficiency decomposition approach.** Expert Systems with Applications, v. 38, n. 5, p. 5674-5679, 2011.

LIU, S. **Slacks-based efficiency measures for predicting bank performance.** Expert Systems with Applications, v. 36, n. 2, p. 2813-2818, 2009.

LOVATTO, P. A.; LEHNEN, C. R.; ANDRETTA, I.; CARVALHO, A. D.; HAUSCHILD, L.; **Meta-análise em pesquisas científicas** - enfoque em metodologias. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, p. 285-294. 2007.

LUIZ, A. J. B., **Meta-análise:** definição, aplicações e sinergia com dados espaciais. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v.19, n. 3, p.407-428, 2002.

MALHOTA, N. K.; BIRKS, D. F.; **Marketing Research: An Applied Approach.** 3th edition, Harlow, Prentice Hall, p. 835, 2007.

MARIANO, E. B. **Sistematização e comparação de técnicas, modelos e perspectivas não-paramétricas de análise de eficiência produtiva.** Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, EESC USP, São Carlos, 2008.

MELLO, J. C. C. B. S; MEZA, L. A.; GOMES, E. G.; NETO, L. B.; **Curso de Análise de Envoltória de Dados,** XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2005.

MENESES, F. R.; ALBINO, A. A.; ALMEIDA, M. I. S; SILVA, F. C.; **Responsabilidade Social Corporativa:** uma Meta-análise de Periódicos Nacionais e Eventos da Anpad. VIII SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2011.

MESTER, L. J. **Measuring efficiency at U.S. banks:** Accounting for heterogeneity is important. European Journal of Operational Research, v. 98, n. 2, p. 230-242, 1997.

- MOSTAFA, M. M.; **Modeling the efficiency of top Arab banks: A DEA – neural network approach.** Expert Systems with Applications, v. 36, p. 309-320, 2009.
- NOULAS, A. G.; MILLER, S. M.; **The technical efficiency of large bank production.** Journal of Banking & Finance. v. 20, p. 495-509, 1996.
- ORAL, M.; YOLALAN, R. **An empirical study on measuring operating efficiency and profitability of bank branches.** European Journal of Operational Research, v. 46, n. 3, p. 282-294, 1990.
- PARADI, J. C.; ROUATT, S.; ZHU, H.; **Two-stage evaluation of bank branch efficiency using data envelopment analysis.** Omega, v. 39, p. 99-109, 2011.
- PARADI, J. C.; SCHAFFNIT, C.; **Commercial branch performance evaluation and results communication in a Canadian bank — a DEA applications.** European Journal of Operational Research, v. 156, p. 719-735, 2004.
- PARADI, J. C.; ZHU, H.; EDELSTEIN, B.; **Identifying managerial groups in a large Canadian bank branch network with a DEA approach.** European Journal of Operational Research, v. 219, p. 178-187, 2012.
- PARETO, V.; **The New Theories of Economics,** Journal of Political Economy. v. 5, n. 4, p. 485-502. 1897
- PASTOR, J. T.; LOVELL, C. A. K.; TULKENS, H.; **Evaluating the financial performance of bank branches.** Ann Oper Res. v. 145, p. 321-337. 2006.
- PIMENTEL, L. A. S. **O impacto da matriz energética e das mudanças no uso da terra na eficiência relativa entre os países membros do G20 na emissão de gases de efeito estufa: uma análise de envelopamento de dados (DEA) nos anos 1990, 2000 e 2010.** Tese de Doutorado. FEARP USP, Ribeirão Preto, 2014.
- PORTELA, M. C. A. S.; THANASSOULIS, E.; **Profitability of a sample of Portuguese bank branches and its decomposition into technical and allocative components.** European Journal of Operational Research, v. 162, p. 850-866, 2005.

- PURI, J.; YADAV, S. P.; **A concept of fuzzy input mix-efficiency in fuzzy DEA and its application in banking sector.** Expert Systems with Applications. v. 40, p. 1437-1450, 2013.
- RAY, S. C.; DAS, A.; **Distribution of cost and profit efficiency: Evidence from Indian banking.** European Journal of Operational Research. V. 201, p. 297-307. 2010.
- RODRIGUES, C.; **A abordagem processual no estudo da tradução: uma meta-análise qualitativa.** Universidade Federal de Santa Catarina. 2009.
- ROSENTHAL, R. **Writing Meta-Analytic Reviews.** Psychological Bulletin, v. 118, n. 2, p. 183-192. 1995.
- SAHA, A.; RAVISANKAR, T. S.; **Rating of Indian commercial banks: A DEA approach.** European Journal of Operational Research, v. 124, p. 187-203. 2000.
- SALGADO JUNIOR, A. P. **Proposta de metodologia para identificação de fatores que possam influenciar no desempenho de alunos de escolas municipais do ensino fundamental em testes padronizados de avaliação em larga escala.** 2013. 340 f. Tese (Livredocência). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2013.
- SARAFIDIS, V. **An Assessment of Comparative Efficiency Measurement Techniques.** London: European Economics, 2002.
- SATHYE, M. **Efficiency of banks in a developing economy: The case of India,** European Journal of Operational Research, v. 148, n. 3, p. 662-671, 2003.
- SHERMAN, H. D.; RUPERT, T. J.; **Do bank mergers have hidden or foregone value? Realized and unrealized operating synergies in one bank merger.** European Journal of Operational Research, v. 168, p. 253-268, 2006.
- SHYU, J.; CHIANG, T. **Measuring the true managerial efficiency of bank branches in Taiwan: A three-stage DEA analysis.** Expert Systems with Applications, v. 39, n. 13, p. 11494-11502, 2012.

SIRIOPOULOS, C.; TZIOGKIDIS, P. **How do Greek banking institutions react after significant events?** — A DEA approach. *Omega*, v. 38, p. 294-308, 2010.

SOARES DE MELLO, J.C.C.B.; MEZA, L.A.; GOMES, E.G.; SERAPIÃO, B.P; LINS, E. M. P., **Análise de envoltória de dados no estudo da eficiência e dos benchmarks para companhias aéreas brasileiras.** *Pesquisa Operacional*, v 23, 325-345 (2003).

SOARES DE MELLO, J.C.C.B.; GOMES, E.G.; SOARES DE MELLO, M.H.C. & LINS, M.P.E., **Método Multicritério para Seleção de Variáveis em Modelos DEA.** *Pesquisa Naval*, 15, 55-66 (2002).

STAUB, R. B.; SILVA E SOUZA, G. da; TABAK, B. M. **Evolution of bank efficiency in Brazil:** A DEA approach. *European Journal of Operational Research*, v. 202, n. 1, p. 204-213, 2010.

STREHL, L.; **O fator de impacto do ISI e a avaliação da produção científica:** aspectos conceituais e metodológicos. *Ci. Inf.*, Brasília, v. 34, n. 1, p.19-27, 2005.

SZWARCFITER, C.; DALCOL, P. R. T.; **Economias de Escala e de Escopo Desmitificando alguns Aspectos da Transição.** *Revista Produção*, Belo Horizonte, Vol 7, Nº 2, p.117-129, 1997

TAVARES, G.; **A Bibliography of Data Envelopment Analysis, Rutcor Research Report.** RRR 01. 2002

TAYLOR, W. M.; THOMPSON, R. G.; THRALL, R. M.; DHARMAPALA, P. S.; **DEA/AR efficiency and profitability of Mexican banks** A total income model. *European Journal of Operational Research*. V. 98, p. 346-363. 1997.

TECLES, P. L.; TABAK, B. M.; **Determinants of bank efficiency:** The case of Brazil. *European Journal of Operational Research*, v. 207, p. 1587-1598, 2010.

THANASSOULIS, E., **Introduction to the theory and application of data envelopment analysis:** A Foundation Text with Integrated Software. Springer, 2003.

THOMPSON, R. G.; BRINKMANN, E. J.; DHARMAPALA, P. S.; GONZALEZ-LIMA, M. D.; THRALL, R. M.; **DEA/AR profit ratios and sensitivity of 100 large U.S. banks.** European Journal of Operational Research. n. 98, p. 213-229. 1997.

TITKO, J.; JUREVICIENE, D.; **DEA Application at Cross-Country Benchmarking: Latvian vs. Lithuanian banking sector.** Procedia – Social and Behavioral Sciences, v. 110, p. 1124-1135, 2014.

TONE, K.; **A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis.** European Journal of Operational Research. n. 130, p. 498-509. 2001.

TORTOSA-AUSINA, E. **Exploring efficiency differences over time in the Spanish banking industry.** European Journal of Operational Research, v. 139, n. 3, p. 643-664, 2002

TRAPP, A. C. G.; CORRAR, L. J.; **Avaliação e gerenciamento do risco operacional no brasil:** análise de caso de uma instituição financeira de grande porte, Revista Contabilidade & Finanças. n. 37, p. 24-36. 2005.

TULKENS, H; EECKAUT, V. P.; **Non-parametric efficiency, progress and regress measures for panel data:** methodological aspects. European Journal of Operational Research, v.80, p. 474-499, 1995.

TUPY, O.; YAMAGUCHI, L. C. T.; **Eficiência e Produtividade:** Conceitos e medição. Agricultura em São Paulo, SP, 45(2): 39-51, 1998.

VIVAS, A. L.; **Profit efficiency for Spanish savings banks.** European Journal of Operational Research, v.98, n. 2, p. 381-394, 1997.

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

WEB OF SCIENCE. Disponível em: <http://wokinfo.com/essays/impact-factor>. Acesso em: 17 Set. 2014.

WU, D; YANG, Z.; LIANG, L.; **Using DEA-neural network approach to evaluate branch efficiency of a large Canadian bank.** Expert Systems with Applications, v 31, p. 108-115. 2006.

WU, D; YANG, Z.; LIANG, L.; **Efficiency analysis of cross-region bank branches using fuzzy data envelopment analysis.** Applied Mathematics and Computation, v.181, n.1, p. 271–281, 2006.

YANG, J. B.; WONG, B. Y. H.; XU, D. I.; LIU, X. B.; STEUER, R. E.; **Integrated bank performance assessment and management planning using hybrid minimax reference point – DEA approach.** European Journal of Operational Research, v 207, p. 1506-1518. 2010.

YANG, Z.; **Bank Branch Operating Efficiency: A DEA Approach.** International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists. Hong Kong. v. 2, 2009.