



Universidade de Brasília

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Departamento de Administração

JULIANA ALMEIDA SANTANA

**IMPACTO DA INADIMPLÊNCIA NA EFICIÊNCIA DOS
BANCOS BRASILEIROS**

Brasília – DF

2011

JULIANA ALMEIDA SANTANA

**IMPACTO DA INADIMPLÊNCIA NA EFICIÊNCIA DOS
BANCOS BRASILEIROS**

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

Professor Orientador: Prof. Dr. Ivan
Ricardo Gartner

Brasília – DF

2011

Santana, Juliana Almeida.

Impacto da Inadimplência na Eficiência dos Bancos Brasileiros /
Juliana Almeida Santana. – Brasília, 2011.

69 f.: il.

Monografia (bacharelado) – Universidade de Brasília,
Departamento de Administração, 2011.

Orientador: Prof. Dr. Ivan Ricardo Gartner, Departamento de
Administração.

1. Eficiência Bancária. 2. Inadimplência. 3. Análise Envoltória de
Dados. I. O Impacto da Inadimplência na Eficiência dos Bancos
Brasileiros.

JULIANA ALMEIDA SANTANA

**IMPACTO DA INADIMPLÊNCIA NA EFICIÊNCIA DOS
BANCOS BRASILEIROS**

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

Juliana Almeida Santana

Prof. Dr. Ivan Ricardo Gartner
Professor-Orientador

Prof. Me. Pedro Henrique Melo
Albuquerque
Professor-Examinador

Prof. Dr. José Carneiro da Cunha
Professor-Examinador

Brasília, 08 de julho de 2011

Dedico essa obra ao Werllen, meu namorado, amigo e companheiro de todas as horas! À minha família e amigos que sempre me apoiaram e me incentivaram.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por sempre ter me dado força e perseverança para seguir em frente e conquistar meus objetivos e sonhos. Agradeço especialmente ao meu orientador, professor Ivan Gartner, pela dedicação, paciência e atenção durante toda a realização da monografia. A equipe do Departamento de Monitoramento do Sistema Financeiro e Gestão da Informação do BACEN, pela gentileza em disponibilizar os dados necessários à minha pesquisa. À minha família, especialmente à minha mãe, Maria Angélica, que me ensinou a buscar a melhoria contínua em todos os aspectos da minha vida. Ao Werllen, pelas incontáveis horas que ficou ao meu lado enquanto eu escrevia a monografia. Às minhas amigas Bárbarah Luiza, Fernanda Cunha, Loyce Barbosa, Ludimila Maciel e Ludimila Martins pelo grande apoio e presença durante toda a graduação.

“Sua meta é ser o melhor do mundo naquilo que faz.
Não existem alternativas.”

(Vicente Falconi)

“Nenhuma mente que se abre para uma nova idéia
voltará a ter o tamanho original.”

(Albert Einstein)

“Valeu a pena? Tudo vale a pena se alma não é
pequena.”

(Fernando Pessoa)

RESUMO

A mensuração da eficiência bancária tem sido objeto de muitos estudos nos últimos anos, em várias partes do mundo e no Brasil. No entanto, verificam-se poucos estudos que relacionam a inadimplência da carteira de crédito das instituições financeiras e o desempenho da mesma. Dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo verificar se existe relação funcional entre créditos inadimplentes e eficiência bancária. Para avaliar o desempenho bancário utilizou-se a Análise Envoltória de Dados (DEA), orientada ao produto, por meio da abordagem da intermediação financeira foram escolhidos três *inputs* (fundos captados, despesas operacionais e capital) e três *outputs* (receitas de intermediação financeira, operações de crédito e investimentos). O escore sob a hipótese dos retornos variáveis à escala mostrou-se mais consistente com a realidade bancária brasileira. O resultado do modelo DEA foi analisado por meio do modelo de regressão Tobit, no qual o vetor eficiência é a variável explicada no modelo, a inadimplência e variáveis *dummy* (porte, tipo de controle, tipo de capital e segmento de atuação) são as variáveis explicativas. No estudo foram testadas várias especificações para o modelo Tobit, com o intuito de identificar qual relação funcional explica melhor o impacto da inadimplência sobre a eficiência bancária. Os resultados mostraram uma relação funcional quadrática entre as duas variáveis, no entanto não foi possível obter significância estatística para comprovar esse resultado.

Palavras-chave: 1.Eficiência Bancária 2.Inadimplência 3.Análise
Envoltória de Dados

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Participação dos Consolidados Bancários em Dez/10	30
Tabela 2 - Concentração dos Bancos Brasileiros por Tipo de Controle em Dez/10..	31
Tabela 3 - Concentração dos Bancos Brasileiros por Porte em Dez/10.....	31
Tabela 4 - Concentração dos Bancos Brasileiros por Segmento de Atuação em Dez/10.....	31
Tabela 5 - Escores de Eficiência Bancária	44
Tabela 6 - Escores de Eficiência Bancária por Porte	45
Tabela 7 - Escores de Eficiência Bancária por Tipo de Controle	46
Tabela 8 - Escores de Eficiência Bancária por Tipo de Capital.....	46
Tabela 9 - Escores de Eficiência Bancária por Segmento de Atuação	46
Tabela 10 - Resultado Gretl para o Modelo 1.0.....	48
Tabela 11 - Resultado Gretl para o Modelo 1.1.....	50
Tabela 12 - Resultado Gretl para o Modelo 2.0.....	51
Tabela 13 - Resultado Gretl para o Modelo 2.1.....	52
Tabela 14 - Resultado Gretl para o Modelo 3.0.....	53
Tabela 15 - Resultado Gretl para o Modelo 3.1.....	54
Tabela 16 - Resultado Gretl para o Modelo 3.1.1.....	55
Tabela 17 - Resultado Gretl para o Modelo 3.1.2.....	56
Tabela 18 - Resultado Gretl para o Modelo 3.1.3.....	58
Tabela 19 - Resultado Gretl para o Modelo 3.1.4.....	59
Tabela 20 - Resumo dos resultados dos modelos de regressão <i>Tobit</i>	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese dos Estudos Empíricos de Eficiência.	22
Quadro 2 - Síntese de Estudos Empíricos sobre Eficiência Bancária no Brasil	23
Quadro 3 – Síntese da Metodologias para Mensurar Eficiência Bancária.....	23
Quadro 4 - Variáveis utilizadas para o cálculo da eficiência bancária	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BCC – Modelo DEA com retornos variáveis de escala

CCR – Modelo DEA com retornos constantes de escala

DEA – Análise Envoltória de Dados

DMU – Decision Marking Unit

OO – Orientado para o produto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Contextualização.....	12
1.2	Formulação do problema	13
1.3	Objetivo Geral	13
1.4	Objetivos Específicos.....	13
1.5	Justificativa	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1	Teoria clássica da eficiência	15
2.2	Eficiência Bancária.....	16
2.2.1	Conceitos relacionados à mensuração da eficiência bancária	17
2.2.2	Técnicas de mensuração da eficiência bancária	18
2.2.3	Estudos sobre eficiência bancária	20
2.2.4	Variáveis <i>dummies</i> que impactam a eficiência bancária	24
2.3	Inadimplência Bancária.....	26
3	ANÁLISE EMPÍRICA.....	29
3.1	Tipo e descrição geral da pesquisa.....	29
3.2	Caracterização do Sistema Financeiro Brasileiro	30
3.3	População e amostra	32
3.4	Procedimentos de coleta e de análise de dados.....	32
3.5	Modelo Análise Envoltória de Dados - DEA.....	33
3.5.1	Especificação do modelo DEA para cálculo do vetor eficiência.....	37
3.6	Modelo de Regressão	40
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1	Escores de Eficiência – Vetor Eficiência Bancária	44

4.2	Resultados dos modelos de regressão <i>Tobit</i>	47
4.2.1	Modelo 1.0.....	48
4.2.2	Modelo 1.1.....	49
4.2.3	Modelo 2.0.....	50
4.2.4	Modelo 2.1.....	51
4.2.5	Modelo 3.0.....	52
4.2.6	Modelo 3.1.....	53
4.2.7	Modelo 3.1.1.....	54
4.2.8	Modelo 3.1.2.....	56
4.2.9	Modelo 3.1.3.....	57
4.2.10	Modelo 3.1.4.....	58
4.3	Resumo dos resultados.....	59
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	61
	REFERÊNCIAS.....	64
	ANEXOS.....	67
	Anexo I – Descrição das variáveis <i>Dummies</i>	67

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo inicia-se com a contextualização do assunto eficiência bancária em que se destacam os seus aspectos principais e a relevância de sua mensuração para a estabilidade do sistema financeiro nacional. Além disso, apresentam-se as razões teóricas e práticas para a realização dessa pesquisa e a importância desse tema ao contexto atual.

1.1 Contextualização

A solvência dos bancos é uma preocupação latente no cenário atual, devido ao forte impacto que o setor bancário exerce sobre a estabilidade financeira de um país e da economia global. A crise do subprime, em agosto de 2007, demonstrou essa forte influência.

O setor bancário brasileiro insere-se nesse contexto globalizado e vem passando por fortes alterações nas últimas décadas. O processo de globalização, a abertura econômica, o Plano Real, a adesão do Brasil aos Acordos de Basileia, os processos de privatizações e fusões de instituições bancárias e a chegada de bancos estrangeiros, iniciou uma revolução nos métodos e práticas da atividade bancária brasileira, exigindo que os bancos tornassem-se cada vez mais eficientes para manterem-se no mercado.

Nesse contexto o estudo da eficiência dos bancos torna-se cada vez mais relevante. No entanto, tem-se dado pouco enfoque à relação entre eficiência e créditos inadimplentes, sendo que, conforme Podpiera e Weill (2008) essa investigação pode identificar a causa primária das falências bancária

Berger e DeYoung (1997) ressaltam que entidades à beira da falência lidam com custos elevados, lucros baixos e uma grande proporção de créditos inadimplentes. Percebe-se haver uma relação de causalidade que não pode ser ignorada. Diante disso, o presente trabalho propõe-se a abordar a relação funcional entre eficiência bancária e a inadimplência.

1.2 Formulação do problema

Na investigação proposta, busca-se resposta para a seguinte pergunta: estaria o nível de inadimplência condicionando o grau de eficiência dos bancos autorizados a funcionar pelo Banco Central do Brasil?

1.3 Objetivo Geral

Em resposta a problemática estabelecida, este trabalho tem como objetivo estudar a relação funcional entre a eficiência bancária e os níveis de inadimplência, a fim de verificar se a primeira é condicionada pela segunda.

1.4 Objetivos Específicos

Complementando o objetivo principal, os objetivos secundários são:

- Apresentar a teoria clássica relacionada à eficiência;
- Apresentar os conceitos relacionados à eficiência bancária;
- Apresentar os conceitos relacionados à mensuração da eficiência bancária;
- Identificar outras variáveis que impactam a eficiência bancária;
- Escolher e aplicar um modelo para calcular a eficiência bancária;
- Aplicar um modelo de regressão para avaliar a relação funcional entre eficiência, inadimplência e outras variáveis.

1.5 Justificativa

Conforme Berger e Humphrey (1997), os estudos realizados sobre eficiência bancária podem ser utilizados para subsidiar: políticas governamentais, no que tange a efeitos de desregulamentação, fusões e estrutura de mercado; pesquisas

científicas a respeito de descrição da eficiência de uma indústria, ranking de firmas, avaliação das diferentes técnicas de mensuração; e aperfeiçoamento do processo de gerenciamento de *performance*, identificando as “melhores e piores práticas”.

Este trabalho pretende contribuir com os estudos voltados para a eficiência bancária de três maneiras. A primeira consiste em explorar o caso do Brasil, que tem uma economia emergente com um sistema bancário avançado e que passou por muitas transformações nas últimas décadas, mas há poucos estudos na literatura científica nacional, o que dificulta a compreensão dos elementos que influenciam a eficiência bancária no país. Estudos voltados para a economia interna são importantes para que os reguladores e administradores do sistema tenham subsídios para melhorá-lo e garantir a estabilidade financeira do país. Segundo, avaliando se a eficiência bancária é condicionada pela inadimplência, busca-se contribuir para a prevenção da falência dos bancos. Essa temática torna-se relevante uma vez que “entidades a beira da falência lidam com custos elevados, lucros baixos e uma grande proporção de créditos inadimplentes” (BERGER; DEYOUNG, 1997). E, como ressalta Tabak, Craveiro e Cajueiro (2010, p. 6) “a literatura ainda é escassa sobre a relação entre eficiência bancária e créditos inadimplentes, apesar da importância dessa causalidade”. A terceira consiste em analisar variações nas especificações de modelos de regressão que demonstrem a relação funcional entre inadimplência e eficiência bancária.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo é apresentada uma revisão da literatura dos principais elementos teóricos considerados relevantes para a realização e o entendimento desse trabalho. Inicia-se com uma alusão aos clássicos da eficiência, em seguida apresentam-se os conceitos, técnicas de mensuração, variáveis *dummies* e estudos empíricos relacionados à eficiência bancária. Por fim apresentam-se os conceitos e estudos empíricos sobre inadimplência bancária.

2.1 Teoria clássica da eficiência

O termo eficiência é de grande relevância para a economia e, por esse motivo, tem sido amplamente discutido em trabalhos científicos, sendo, muitas vezes, objeto principal de diversos estudos. Os clássicos que realizaram as primeiras conceituações e trabalhos relacionados à eficiência foram Pareto, Koopmans, Debreu e Farrell.

O conceito da eficiência alocativa, criada por Pareto, afirma que uma alocação é considerada ótima quando, por meio da utilização correta dos recursos tecnológicos, encontra-se um modelo que seja o melhor possível, permitindo-se a máxima extração de um benefício líquido, de modo que não seja possível encontrar uma forma alternativa de organizar a produção. Segundo Pareto, a alocação é eficiente apenas quando permite a melhora do bem-estar. Dessa forma, qualquer alocação que não configure a melhor alternativa para todos não corresponde ao Ótimo de Pareto (CATERMOL, 2004). Logo, ocorre o ótimo de Pareto “quando o maior volume de transações possíveis é realizado e a maior renda é gerada” (CATERMOL, 2004, 126).

Farrell (1957) apresenta não um conceito econômico de eficiência, mas um conceito de eficiência técnica. Ele afirma que a eficiência consiste na máxima produção de *outputs* a partir de uma quantidade determinada de insumos. O autor também apresenta o conceito de eficiência “alocativa” que reflete a habilidade de uma firma para usar os insumos em proporções ótimas, dados seus respectivos preços.

Como pode ser visto, a eficiência econômica ou alocativa é um conceito mais amplo que a eficiência técnica. Conforme Peña (2008), a eficiência econômica é uma extensão da eficiência técnica, pois envolve os aspectos físicos e os monetários. Para a organização ser eficiente em termos econômicos, ela precisa usar a melhor combinação dos insumos que minimiza os custos.

Antes de prosseguir nos estudos acerca da eficiência bancária, faz-se importante distinguir os significados dos termos eficácia e produtividade em relação à eficiência, adotados nesse estudo

A eficácia consiste em realizar algo de maneira certa, por meio da escolha correta dos objetivos. Enquanto o conceito de eficiência diz respeito à uma relação entre *outputs* e *inputs*, em que se busca um resultado mais benéfico, a eficácia consiste tão-somente na concretização da forma adequada de algum objetivo sem que se busque, no entanto, o melhor custo-benefício. Nesse sentido, Penã (2008, p. 86) ressalta que “a eficácia implica fazer as coisas certas, escolher os objetivos certos. É uma medida normativa do alcance dos objetivos”.

A Produtividade, por outro lado, é “uma medida que corresponde a razão entre a soma ponderada das quantidades de produtos geradas e uma soma ponderada da quantidade de insumos consumidas” (SURCO, 2004, p. 23).

Feita a análise dos clássicos da eficiência e a diferenciação desse conceito em relação a alguns termos similares ou conexos, passa-se ao estudo da eficiência bancária.

2.2 Eficiência Bancária

A literatura que trata de eficiência bancária apresenta uma grande gama de conceitos, diferentes técnicas/modelos de mensurá-la, abordagens conceituais que norteiam a escolha das variáveis e uma grande quantidade de variáveis explicativas que melhoram o entendimento sobre os motivos da eficiência/ineficiência.

2.2.1 Conceitos relacionados à mensuração da eficiência bancária

A indústria bancária apresenta características bastante peculiares em relação à forma de produção, quando comparada com as demais indústrias. Conforme a Lei de Reforma Bancária (Lei n.º 4.595, de 31 de dezembro de 1964), Art. 17, considera-se que as instituições financeiras são:

As pessoas jurídicas públicas e privadas, que tenham como atividade principal ou acessória a coleta, intermediação ou a aplicação de recursos financeiros próprios ou de terceiros, em moeda nacional ou estrangeira, e a custódia de valor de propriedade de terceiros.

Tendo em vista a definição acima, podemos inferir que o processo produtivo fundamental de um banco é a intermediação financeira, na qual ele capta recursos dos depositantes e dos acionistas e provê fundos aos tomadores de recursos, remunerando os primeiros em um segundo momento. Além disso, os bancos prestam o serviço de custódia de valor de propriedade de terceiros.

Para medir empiricamente a atividade de um banco é necessário definir quais serão os inputs e os outputs, essa definição é feita com base no tipo de abordagem escolhida e é extremamente controversa.

Freitas e Rochet (1999) discutem o enfoque da literatura sobre a estimação dos custos dos bancos e suas funções de produção. Os autores citam três ramificações existentes: a abordagem de produção, a abordagem de intermediação e a abordagem moderna. As duas primeiras aplicam a teoria clássica da microeconomia da firma para o setor bancário, e a terceira incorpora algumas especificidades da atividade bancária.

A abordagem de produção descreve a atividade bancária como a produção de serviços para prestadores e tomadores de empréstimos. Os únicos outputs são os serviços para depositantes e tomadores de empréstimos, e os únicos inputs são capital físico e trabalho (FREITAS;ROCHET, 1999). Souza et al. (2003) afirma que nessa abordagem o produto é tipicamente medido pelo número de contas de depósitos e de transações executadas.

A abordagem de intermediação difere da anterior unicamente pela especificação de atividades bancárias. Nessa abordagem, a principal tarefa do banco é “transformar” o dinheiro do depositante em dinheiro emprestado ao tomador de crédito. Essa

característica de transformação surge da existência de diferentes características dos depósitos (divisibilidade, liquidez, prazo curto e ausência de risco) e dos empréstimos (indivisibilidade, liquidez, prazo longo e presença de risco). Os inputs dessa abordagem são essencialmente, o capital financeiro, os depósitos coletados e os fundos tomados emprestados do mercado financeiro. Os outputs, por sua vez, são mensurados pelo volume de empréstimos e investimentos em dívida (FREITAS;ROCHET, 1999). Nessa abordagem a especificação dos depósitos como output ou input é controversa, conforme discutido no tópico 2.2.3.

A terceira ramificação, chamada por Freitas e Rochet (1999) de abordagem moderna, incorporar às duas primeiras, tais como gerenciamento de risco e processamento de informações.

Wang (2003) apresenta uma quarta abordagem, a qual unifica as teorias da produção, da intermediação e da precificação de ativos, baseia-se na maximização do valor ao acionista. Essa abordagem considera que os retornos que os bancos recebem de seus valores emprestados é uma espécie de compensação pela assunção do risco do fluxo de caixa de seus tomadores de recursos.

Tendo em vista, o objetivo do presente estudo, será utilizada a abordagem da intermediação financeira. Após o entendimento acerca dos conceitos relacionados à eficiência bancária, faz-se necessário entender as diversas técnicas que podem ser utilizadas para mensurá-la.

2.2.2 Técnicas de mensuração da eficiência bancária

Conforme Usman et al. (2010), várias técnicas vem sendo utilizadas para mensurar a eficiência do setor bancário, mas não existe consenso sobre um único melhor método para realizar tal mensuração.

Neste contexto, encontra-se com grande relevância o artigo de Berger e Humphrey (1997). Os autores pesquisaram 130 estudos que aplicavam análise de fronteira de eficiência para instituições financeiras em 21 países. O principal objetivo do trabalho foi resumir e analisar criticamente as estimativas empíricas de eficiência da instituição financeira para tentar chegar a um consenso entre os estudos.

As técnicas encontradas pelos autores Berger e Humphrey (1997) dividem-se nos enfoques paramétricos e não-paramétricos. No enfoque paramétrico, de acordo com os autores, as técnicas mais comumente utilizadas são:

- I. SFA – *Stochastic Frontier Approach*: especifica uma forma funcional para custos, lucros, ou relação de produção entre inputs, outputs e fatores ambientais, permitindo erro aleatório, usualmente com distribuição assimétrica, geralmente a *half-normal*, enquanto os erros aleatórios seguem a distribuição simétrica padrão normal.
- II. DFA – *Distribution-Free Approach*: também especifica uma forma funcional para a fronteira, mas separa ineficiências de erros aleatórios de uma forma diferente. Não faz fortes suposições a respeito da distribuição das ineficiências ou erros e assume que a ineficiência de cada firma é estável no tempo, enquanto erros aleatórios tendem a zero ao longo do tempo; e
- III. TFA – *Thick Frontier Approach*: especifica uma forma funcional e assume que desvios dos valores preditos de performance dentro do maior e do menor quartil representam o erro aleatório, enquanto desvios entre o maior e o menor quartil representam as ineficiências. Essa abordagem pretende fornecer uma estimativa de um nível geral de eficiência global.

As principais medidas não-paramétricas citadas por Berger e Humphrey (1997) estão descritas abaixo:

- IV. DEA – *Data Envelopment Analysis*: é uma técnica de programação linear na qual o conjunto de melhores práticas ou fronteira de observações são aquelas em que nenhuma outra unidade de decisão ou combinação linear destas unidades produz mais, dados os insumos, ou consome menos, dados os produtos.
- V. FDH – *Free Disposal Hull*: é um caso especial do modelo DEA, no qual os pontos das linhas que conectam o vértice DEA não são incluídos na fronteira. Ao contrário da técnica DEA, a abordagem FDH é composta apenas por vértices DEA e por pontos livremente dispostos no interior desses vértices.

Berger e Humphrey (1997) verificaram que os diferentes métodos de mensuração da eficiência não produziam necessariamente resultados consistentes e sugeriram algumas melhorias para que esses métodos trouxessem resultados mais

consistentes, precisos e úteis. Dentre os 130 casos estudados, 62 utilizaram metodologia DEA.

Marinho (2001) aponta diversas características interessantes da técnica DEA, essas características segundo o autor são:

- i. caracteriza cada DMU como eficiente ou ineficiente através de uma única medida resumo de eficiência;
- ii. não faz julgamentos a priori sobre os valores das ponderações de inputs e outputs que levariam as DMUs ao melhor nível de eficiência possível;
- iii. pode prescindir (mas não rejeita) de sistemas de preços;
- iv. dispensa (mas pode acatar) pré-especificações de funções de produção subjacentes;
- v. pode considerar sistemas de preferências de avaliadores e de gestores;
- vi. baseia-se em observações individuais e não em valores médios;
- vii. permite a incorporação, na análise, de insumos e de produtos avaliados em unidades de medidas diferentes;
- viii. possibilita a verificação de valores ótimos de produção e de consumo respeitando restrições de factibilidade;
- ix. permite a observação de unidades eficientes de referência para aquelas que forem assinaladas como ineficientes; e
- x. produz resultados alocativos eficientes no sentido de Pareto.

A técnica mais comumente utilizada para a mensuração da eficiência é a DEA (Data Envelopment Analysis). Como será evidenciado na próxima sessão.

2.2.3 Estudos sobre eficiência bancária

Krause (2005) realizou um levantamento dos estudos mais recentes sobre eficiência bancária, para avaliar qual é a técnica de mensuração mais utilizada e os principais inputs e outputs. Vide, no Quadro 1, a síntese dos estudos analisados pela citada autora:

Estudo	País	Período	Metodologia	Inputs	Outputs	Efic. Média
Berger e Humphrey (1997)	Diversos	Diversos entre 1988 e 1997	Diversas (130 estudos)	Diversos	Diversos	0,79
Cinca Molinero e García (2002)	Espanha	2000	DEA Análise multivariada de diversas especificações de função de produção	Basicamente, nº de funcionários, total de ativos e total de depósitos	Basicamente, receitas depósitos, empréstimos	0,71
Yeh (1996)	Taiwan	1981 a a1989	DEA Função de produção	Despesas financeiras, não-financeiras e total de depósitos	Receitas financeiras, receitas não-financeiras, total de empréstimos	0,89
Canhoto e Dermine (2000)	Portugal	1990 a 1995	DEA Função de produção	Número de funcionários e ativo permanente	Empréstimos, depósitos, títulos e número de agências	0,8
Casu e Molyneux	Europa (França, Alemanha, Itália, Espanha e Reino Unido)	1993 a 1997	DEA Função de produção	Total de despesas e total de clientes	Empréstimos e outros ativos rentáveis	0,37
Tabak, Souza e Staub (2003a; 2003b)	Brasil	2001	DEA Função de produção	Trabalho, capital físico e fundos disponíveis para empréstimos	Total de títulos e valores mobiliários, empréstimos e depósitos à vista	0,44
Nakane (1999)	Brasil	1990 a 1997	Fronteira estocástica Função custo	Custos variáveis (<i>transaction deposits</i> , <i>purchased funds</i> e trabalho) e custos quase-fixos (depósitos à vista e capital físico)	Títulos, empréstimos rurais, empréstimos imobiliários e outros empréstimos	0,46
Nakane e Weintraub (2003)	Brasil	1990 a 2002	Modelo de Olley e Pakes para estimativa de produtividade Função de produção	Trabalho, capital e matérias-primas (despesa de comunicação e eletricidade)	Ativo circulante e realizável a longo prazo	0,34

Continuação...

Estudo	País	Período	Metodologia	Inputs	Outputs	Efic. Média
Maçada e Becker (2003)	Brasil	1995 a 1999	DEA Função de produção em dois estágios	Investimentos em TI, despesas com pessoal, outras despesas administrativas e despesas de internacionalização	Receitas líquidas de intermediação financeira, de prestação de serviços e de operações internacionais	0,91
Silva e Jorge Neto (2003)	Brasil	1995 a 1999	Fronteira estocástica Função custo	Despesas de pessoa/ número de funcionários, capital físico e despesas de juros/ captações	Operações de crédito, aplicações em tesouraria	0,86
Campos (2002)	Brasil	1994 a 1999	DEA Função de produção	Número de funcionários, imobilizado de uso, depósitos remunerados, fundos captados e provisão para créditos em liquidação	Títulos e valores mobiliários, operações de crédito e depósitos à vista	0,87
Régis (2001)	Brasil	1999	DEA Função de produção	Capital físico, número de funcionários, depósitos, outras fontes (de recursos e de despesas) e patrimônio líquido	Operações de crédito, aplicações em títulos e valores mobiliários, aplicações interfinanceiras de liquidez, investimentos institucionais e outros créditos	0,61

Quadro 1 - Síntese dos Estudos Empíricos de Eficiência.

Fonte: Adaptado de Krause et al. (2005, p.364).

Tecles e Tabak (2010), apresentaram uma síntese sobre os estudos empíricos sobre eficiência Bancária Brasileira, que pode ser vista no Quadro 2.

Estudo	Modelo	Inputs	Outputs	Variáveis Ambientais	Eficiência Média
Becker et al. (2003)	DEA	Número de agências, despesas operacionais e investimentos em TI	Receitas de intermediação financeira, de serviços e de operações internacionais	Controle	0,646

Continuação...

Chabalgoity et al. (2007)	DEA	Fundos, capital físico e despesas operacionais	Empréstimos, receitas de serviços e investimentos	Controle	0.703
Périco et al. (2008)	DEA	Patrimônio Líquido, total de ativos e depósitos	Lucro líquido		0,841
Tabak et al. (2005)	DEA	Empregados, ativos fixos e fundos	Valor intrínseco agregado	Porte, controle e segmento de atuação	0,45
Silva e Neto (2002)	SFA	Trabalho, capital físico e depósitos	Investimentos e empréstimos	Ativos, patrimônio líquido, NPL e controle.	0,86
Ruiz et al. (2008)	SFA	Capital e depósitos	Ativos líquidos, depósitos e investimentos	Controle, provisões, participação no mercado, patrimônio líquido, indicadores macroprudenciais	0,83
Souza et al. (2006)	DEA	Trabalho, capital e fundos	Empréstimos, depósitos e investimentos	NPL, controle, porte e segmento de atuação	estrangeiros: 0,534 domésticos: 0,610
Souza et al. (2008)	FDH	Trabalho, capital físico e fundos	Total de ativos	NPL, controle, porte e segmento de atuação	
Staub et al. (2010)	DEA	Trabalho, capital e fundos	Empréstimos, depósitos e investimentos	NPL, controle, porte, segmento de atuação e índice de endividamento	0,401 a 0,495

Quadro 2 - Síntese de Estudos Empíricos sobre Eficiência Bancária no Brasil

Fonte: Adaptado de Tecles e Tabak (2010, p.27).

Como pode ser visto não há consenso na escolha dos inputs e outputs para o cálculo da eficiência bancária. A utilização dos depósitos como insumos e produtos também é uma questão bastante polêmica, Fujiwara (2006) evidenciou essa questão no quadro abaixo:

Trabalho	Metodologia para Mensurar a Eficiência	Definição de Produto	Papel dos Depósitos
Nakane (1999)	Fronteira Estocástica	Ativos Financeiros	Insumo quase-fixo
Campos (2002)	<i>Data Envelopment Analysis</i> (DEA)	Ativos Financeiros e Depósitos à Vista	Produto
Silva e Jorge Neto (2003)	Fronteira Estocástica	Abord. dos Ativos	Insumo
Sousa, Staub e Tabak (2003)	<i>Data Envelopment Analysis</i> (DEA)	Ativos Financeiros e Depósitos à Vista	Produto
Krause e Tabak (2004)	<i>Data Envelopment Analysis</i> (DEA)	IVA	Insumo
Chabalgoity, Marinho, Benegas e Jorge Neto (2005)	<i>Data Envelopment Analysis</i> (DEA)	Ativos Financeiros	Insumo

Quadro 3 – Síntese da Metodologias para Mensurar Eficiência Bancária

Fonte: Adaptado de Fujiwara (2006).

Conforme ressalta Krause (2003), a vantagem mais evidente da utilização do DEA é a simplicidade de aplicação, uma vez que esse modelo não exige que sejam assumidas premissas a respeito de distribuições matemáticas de probabilidades. Além disso, segundo tal modelo os inputs e outputs não precisam ser mensurados na mesma unidade de medida, o que facilita sua aplicação.

Staub, Souza e Tabak (2009) também ressaltam que as principais vantagens da utilização da técnica DEA é a fácil utilização com múltiplos *outputs* e permite a avaliação de eficiência de custos, técnica e de escala sem o conhecimento direto do preço dos insumos.

Tendo em vista, a grande relevância e aceitação da técnica DEA, a mesma foi utilizada neste estudo para mensurar a eficiência bancária. Os autores Staub, Souza e Tabak (2009) ressaltam que os estudos que envolvem DEA e analisam variáveis contextuais são desenhados com dois estágios de procedimentos estatísticos, onde a eficiência calculada no primeiro estágio é modelada por meio de uma regressão no segundo estágio.

No tópico seguinte, será realizada uma análise das variáveis *dummies* geralmente utilizadas nos trabalhos sobre eficiência bancária.

2.2.4 Variáveis *dummies* que impactam a eficiência bancária

Diversas variáveis explicativas se repetem na literatura que trata da eficiência bancária. Essas variáveis são utilizadas para explicar as diferentes eficiências encontradas no setor bancário. As análises mais comuns são feitas em relação ao porte (grande, médio, pequeno e micro), tipo de controle (público, privado), tipo de capital (nacional, com participação estrangeira, estrangeiro) e por segmento de atuação (varejo, crédito, negócios, tesouraria, transição).

Usman et al. (2010), realizaram estudo sobre a eficiência dos bancos Paquistaneses, consideraram a variável tipo de capital e identificaram que os bancos de capital estrangeiro eram os mais eficientes, seguidos pelos bancos estatais e os bancos domésticos privados eram os menos eficientes.

Tecles e Tabak (2010), investigaram os fatores determinantes para a eficiência dos bancos brasileiros. Os resultados do estudo mostraram que os bancos de grande porte têm mais eficiência de custo e de resultado e que os bancos públicos apresentaram melhora na eficiência de custos, mas são relativamente ineficientes nos resultados.

O estudo de Staub, Souza e Tabak (2009) investigou as eficiências de custos, técnica e alocativa dos bancos brasileiros. Os resultados empíricos mostraram que os créditos inadimplentes são um importante indicador de nível de eficiência, assim como a participação de mercado e que os bancos de controle público têm uma eficiência de custos maior que os bancos privados.

Fujiwara (2006) verificou em seus resultados que os bancos brasileiros não incorporam totalmente suas economias de escala, a participação acionária de grupos estrangeiros eleva a eficiência bancária. Os bancos públicos apresentam uma menor eficiência quando analisados pela fronteira de custos e a fronteira de produção indica o oposto. Verificou-se também que o impacto do tamanho do banco na sua eficiência assume o formato de “U-invertido”, sendo que há um tamanho ótimo eficiente. Fusões que aproximem os bancos deste ponto ótimo também podem gerar eficiência.

Souza *et al.* (2003) utilizaram a Análise Envoltória de Dados orientada ao produto para analisar a significância de efeitos técnicos para bancos brasileiros. Os autores selecionaram fatores ou efeitos técnicos de interesse: natureza do banco (múltiplo ou comercial), tipo do banco (crédito, negócios, tesouraria ou varejo), tamanho do banco (grande, médio, pequeno ou micro), tipo de controle do banco (privado ou público), origem do banco (nacional ou estrangeiro) e créditos inadimplentes. Os resultados mostraram que os bancos domésticos superaram os bancos estrangeiros e que os bancos de varejo apresentam uma eficiência inferior à de todas as outras categorias de bancos.

Tendo em vista, a relevância das variáveis porte, tipo de controle, tipo de capital e segmento de atuação no entendimento dos resultados relacionados à eficiência, as mesmas serão utilizadas no modelo de regressão. Na próxima sessão será tratada a inadimplência bancária.

2.3 Inadimplência Bancária

Segundo Resti e Sironi (2010), risco de inadimplência representa o risco de perda resultando da efetiva insolvência do tomador, em que os pagamentos são interrompidos.

O Comitê da Basileia sobre Supervisão Bancária – BCBS adota um conceito mais amplo de inadimplência. Segundo o BCBS (2006, p.100), um devedor é considerado inadimplente quando verificada pelo menos uma das duas condições seguintes:

- O banco considera improvável o pagamento integral da dívida pelo devedor ao conglomerado financeiro sem que seja necessário valer-se de medidas tais como a execução de garantias (quando houver);
- O devedor está atrasado mais de 90 dias em relação a alguma obrigação de crédito para com o conglomerado financeiro. Considerar-se-ão atrasados os saques a descoberto quando o cliente infringir um limite recomendado ou quando lhe tenha sido recomendado um limite menor que a dívida atual.

A Resolução nº 2.682/99 do BACEN dispõe sobre os critérios de classificação das operações de crédito e regras para constituição de provisão para créditos de liquidação duvidosa. Segundo a citada resolução, as instituições financeiras autorizadas a funcionar pelo Banco Central do Brasil devem classificar as operações de crédito em ordem crescente de risco, nos seguintes níveis: AA, A, B, C, D, E, F, G e H. As regras de classificação estabelecida pelo Banco Central são baseadas em dias de atraso e no período total das operações. Após classificar as operações de crédito as instituições precisam constituir provisão aplicando, no mínimo, os índices estabelecidos pela resolução sobre o valor das operações classificadas com cada nível de risco, conforme os seguintes percentuais mínimos: 0% (AA), 0,5% (A), 1% (B), 3% (C), 10% (D), 30% (E), 50% (F), 70% (G), 100% (H).

Ruiz, Tabak e Cajueiro (2008) realizaram um estudo no qual investigou-se a eficiência bancária no Brasil, no período de 1995 a 2005, aplicando-se a metodologia de fronteira estocástica de custo, adicionado indicadores macroprudenciais àquelas variáveis comumente encontradas na literatura. Os resultados demonstraram, dentre outras coisas, que os aumentos da provisão para contemplar perdas com empréstimos concedidos mostram correlação com

ineficiência, enquanto foi percebido aumento da eficiência nos bancos com maior concentração de depósitos.

Staub, Souza e Tabak (2009) investigaram a eficiência de custos, técnica e alocativa para os bancos Brasileiros no período recente (2000-2007). Os resultados empíricos demonstraram que os créditos inadimplentes são um importante indicador para nível de eficiência, assim como a participação de mercado. Os autores afirmam que os empréstimos inadimplentes são uma importante variável para realizar o controle do risco de crédito.

Berger e DeYoung (1997) buscaram, por meio de pesquisa empírica, investigar a relação de causalidade entre inadimplência e eficiência bancária. Nesse estudo, foram levantadas duas hipóteses: a primeira, denominada “hipótese do azar”, afirma que os créditos inadimplentes causam baixa eficiência, a outra, a que chamam de “hipótese do mau gerenciamento”, enuncia que, pelo contrário, a ineficiência bancária é o fator que causa o aumento da inadimplência. Os autores chegaram a um resultado ambíguo, pois, de um lado, a inadimplência afeta negativamente a eficiência bancária, devido a fatores exógenos. Por outro lado, os resultados obtidos também permitiram concluir que a ineficiência gerencial causa aumento da inadimplência (hipótese do mau-gerenciamento), dado que o mau monitoramento do risco leva o banco a assumir créditos de baixa qualidade.

Em oposição a Berger e DeYoung, Podpiera e Weill, por meio de estudo empírico realizado em 2007, obtiveram resultados que corroboraram a “hipótese do mau gerenciamento”, mas rejeitaram a “hipótese do azar”, segundo a qual a inadimplência tem impacto negativo sobre a eficiência bancária.

Tabak *et al* (2010) investigaram a relação existente entre créditos inadimplentes e eficiência bancária no Sistema Financeiro Brasileiro, utilizando o modelo de Análise Envoltória de Dados (DEA). Os resultados empíricos obtidos permitiram rejeitar a “hipótese do azar” e corroboraram a “hipótese do mau gerenciamento” e, ainda, a “hipótese do gerenciamento com aversão ao risco”. Segundo os autores, os efeitos negativos da ineficiência sobre a inadimplência decorrem de falhas no gerenciamento de avaliação de risco. Com base nesse resultado, propõem, maiores investimentos e incentivos ao aprimoramento do capital humano, com vistas a reduzir as falhas de gerenciamento e, conseqüentemente, o índice de probabilidade de falência dos bancos. Acresce-se a isso o fato de o gerenciamento bancário

brasileiro ser avesso ao risco, o que leva a um maior gasto com monitoramento para controle de créditos inadimplentes, agravando a ineficiência bancária (hipótese do mau gerenciamento).

Na revisão da literatura, verificou-se uma possível causalidade entre créditos inadimplentes e eficiência bancária, justificando a escolha dessa temática para o presente estudo.

3 ANÁLISE EMPÍRICA

Tendo como suporte os conceitos abordados no capítulo anterior, é apresentado, nesta sessão, o método utilizado no estudo empírico, que consiste dos seguintes procedimentos: definição do tipo e descrição geral da pesquisa, caracterização do Sistema Financeiro Brasileiro, definição da amostra e dos procedimentos de coleta e análise de dados, assim como especificação do modelo para o cálculo da eficiência e do modelo de regressão.

3.1 Tipo e descrição geral da pesquisa

Para a classificação do tipo de pesquisa, toma-se como base a taxonomia apresentada por Vergara (2005), que a qualifica em relação a dois aspectos: quanto aos fins e quanto aos meios.

Quanto aos fins, a pesquisa é descritiva e explicativa. É descritiva, pois “expõe características de determinada população ou de determinado fenômeno. Pode também estabelecer correlações entre variáveis e definir sua natureza” (VERGARA, 2005, p.47). O estudo também é explicativo, pois “tem como principal objetivo tornar algo inteligível, justificando os motivos. Visa, portanto, esclarecer quais fatores contribuem, de alguma forma, para a ocorrência de determinado fenômeno.” (VERGARA, 2005, p.47)

Quanto aos meios, a pesquisa é experimental, pois houve uma “investigação empírica na qual o pesquisador manipula e controla variáveis independentes e observa as variações que tais manipulação e controle produzem em variáveis dependentes” (VERGARA, 2005, p.48).

A natureza da pesquisa é quantitativa. Pois, conforme Creswell (2007, p.35), “a técnica quantitativa é aquela em que o investigador usa alegações pós-positivas (raciocínio de causa e efeito, redução de variáveis específicas, hipóteses e questões, mensuração, observação e teste de teorias) e emprega estratégias de investigação (experimentos, experimentos que geram dados estatísticos)”. Foram coletados dados secundários no site do Banco Central do Brasil (BACEN).

3.2 Caracterização do Sistema Financeiro Brasileiro

O setor de aplicação da pesquisa foi o Sistema Financeiro Brasileiro. O Banco Central do Brasil segrega esse sistema conforme demonstrado na Tabela 1:

Tabela 1 - Participação dos Consolidados Bancários em Dez/10

	Ativo Total	Operações de Crédito	Depósitos	Patrimônio Líquido
Bancário I (101 Instituições)	84%	83%	95%	76%
Bancário II (33 Instituições)	2%	3%	2%	3%
Bancário III (1352 Instituições)	2%	2%	2%	3%
Bancário IV (4 Instituições)	12%	11%	1%	16%
Não Bancário (292 Instituições)	1%	1%	0%	3%
Total do Sistema Financeiro Nacional	100%	100%	100%	100%

Fonte: Adaptado do BACEN.

Segundo definições do BACEN, os consolidados bancários são compostos por:

Bancário I: 1) Conglomerado composto de pelo menos uma instituição do tipo Banco Comercial ou Banco Múltiplo com Carteira Comercial; e 2) Instituições financeiras do tipo Banco Comercial, Banco Múltiplo com Carteira Comercial ou Caixa Econômica que não integrem conglomerado.

Bancário II: 1) Conglomerado composto de pelo menos uma instituição do tipo Banco Múltiplo sem Carteira Comercial ou Banco de Investimento, mas sem conter instituições do tipo Banco Comercial e Banco Múltiplo com Carteira Comercial; e 2) Instituições financeiras do tipo Banco Múltiplo sem Carteira Comercial e Banco de Investimento, que não integrem conglomerado.

Bancário III: Cooperativas de Crédito.

Bancário IV: Instituições financeiras do tipo Banco de Desenvolvimento, que não integrem conglomerado.

Não-Bancário: Demais instituições financeiras.

Por meio da Tabela 1 podemos perceber a relevância das Instituições que compõem os Consolidados Bancários I e II. O presente estudo considerou esses dois macrosssegmentos para a análise.

As tabelas seguintes demonstram a concentração dos consolidados Bancários I e II por tipo de controle, porte e segmento de atuação, em dezembro de 2010.

Tabela 2 - Concentração dos Bancos Brasileiros por Tipo de Controle em Dez/10

	Patrimônio Líquido	Ativos totais	Depósitos	Operações de Crédito
Público Federal	21%	32%	42%	37%
Público Estadual	2%	1%	2%	2%
Privado Nacional	44%	44%	37%	42%
Privado Controle Estrangeiro	32%	21%	18%	19%
Privado Participação Estrangeira	2%	1%	1%	0%
TOTAL	100%	100%	100%	100%

Fonte: Adaptado do BACEN.

Por meio da Tabela 3 podemos perceber a grande concentração do Sistema Financeiro Nacional, no qual seis bancos detêm 79% dos ativos e operações de crédito.

Tabela 3 - Concentração dos Bancos Brasileiros por Porte em Dez/10

	Ativos totais	Patrimônio Líquido	Depósitos	Operações de Crédito
Grande	79%	74%	83%	79%
Médio	18%	21%	14%	18%
Pequeno	2%	4%	2%	2%
Micro	1%	1%	1%	0%
TOTAL	100%	100%	100%	100%

Fonte: Adaptado do BACEN.

A Tabela 4 mostra que a grande maioria dos Bancos Brasileiros oferece uma ampla gama de serviços e produtos, esses bancos classificados como complexos têm suas atividades distribuídas entre crédito, tesouraria e negócios.

Tabela 4 - Concentração dos Bancos Brasileiros por Segmento de Atuação em Dez/10

	Ativos totais	Patrimônio Líquido	Depósitos	Operações de Crédito
Atacado e Middle Market	5%	7%	5%	6%
Tesouraria e Negócios	4%	7%	2%	1%
Crédito	6%	7%	6%	8%
Complexo	83%	77%	85%	82%
Montadora	2%	2%	1%	3%
TOTAL	100%	100%	100%	100%

Fonte: Adaptado do BACEN.

3.3 População e amostra

A população do estudo é constituída pelas instituições financeiras autorizadas a funcionar pelo Banco Central do Brasil.

A escolha das instituições financeiras tomou como base o relatório 50 Maiores Bancos por ativo divulgado pelo Bacen. Em Dezembro de 2010, o Consolidado Bancário I e II contava com 134 conglomerados bancários e/ou instituições bancárias independentes. Em relação a essa amostra potencial de bancos faz-se indispensável uma importante observação. O objetivo do estudo é avaliar a relação funcional entre inadimplência e eficiência bancária, logo o critério utilizado para tal foi a exclusão de todos os conglomerados e/ou instituições bancárias que não apresentam depósitos e nem carteira de operações de crédito. Também foram excluídos os bancos do segmento de atuação “Montadoras” e os “Não-classificados”, assim como os eventuais *outliers*.

Com os critérios descritos acima, a amostra final ficou formada por 94 conglomerados e/ou instituições bancárias. Os critérios foram estabelecidos para que as instituições pudessem ser avaliadas e comparadas usando a mesma função de produção, pois são homogêneas em relação aos produtos e aos insumos. E também para que fosse possível verificar a relação funcional entre eficiência e inadimplência.

3.4 Procedimentos de coleta e de análise de dados

A pesquisa foi realizada com dados secundários obtidos no relatório “50 maiores bancos e o consolidado do Sistema Financeiro Nacional”, disponível ao público no site do Banco Central do Brasil. O conceito “Top 50” contempla o conjunto dos Conglomerados Financeiros e Instituições Independentes que integram determinado macrosssegmento, não sendo considerados, nesse contexto, os dados individuais das instituições que integram conglomerados financeiros.

O presente estudo teve duas fases. Na primeira foi calculado o vetor eficiência por meio da Análise Envoltória de Dados e na segunda foi utilizado um modelo de

regressão para analisar o impacto da inadimplência e de variáveis contextuais (*dummy*) na eficiência dos bancos.

3.5 Modelo Análise Envoltória de Dados - DEA

A Análise Envoltória de Dados (DEA) é uma técnica de programação linear, que determina as melhores condições de operação (eficiência técnica) para cada unidade produtiva separadamente. Essa eficiência é baseada na diferença entre o nível dos produtos de uma unidade observada e o nível de produtos daquela que apresentar a melhor prática, mantendo fixo o nível de insumos (SURCO, 2004).

De acordo com Peña (2008) o DEA é uma ferramenta nova e poderosa que permite analisar o desempenho relativo de unidades designadas por DMUs (*Decision Making Units*), que utilizam os mesmos tipos de insumos para produzir os mesmos bens e/ou serviços. O citado autor também ressalta que os produtos e insumos podem ser variáveis contínuas, ordinais ou categóricas.

Conforme Marinho (2003), para construir a fronteira eficiente, a DEA gera um *input* virtual e um *output* virtual, resultados da combinação de todos os *inputs* e *outputs*, normalizados pelos preços-sombra, de modo que as unidades de medida não têm nenhuma importância no resultado da análise.

Segundo Santos e Casa Nova (2005) o desenvolvimento do método da Análise por Envoltória de Dados iniciou-se com a tese de doutorado de Eduardo Rhodes. O estudo resultou na formulação do modelo CCR (abreviatura de Charnes, Cooper e Rhodes, sobrenome dos autores), com a publicação do primeiro artigo em 1978. A medida CCR leva em consideração retornos constantes de escala (CRS – *Constant Returns to Scale*), quando qualquer variação nos *inputs* produz uma variação proporcional nos *outputs* (PEÑA, 2010).

Em seguida, surgiu outro modelo de DEA, o chamado BCC (abreviatura de Banker, Charnes e Cooper, sobrenome dos autores). Esse modelo, apresentado em artigo da *Management Science* em 1984, pressupõe que as unidades avaliadas apresentem retornos variáveis de escala (VRS – *Variable Returns to Scale*). Os retornos variáveis de escala consideram que o acréscimo em uma unidade de

insumo pode gerar um acréscimo não proporcional no volume de produtos (SANTOS et al., 2005; PEÑA, 2008).

Conforme Onusic *et al.* (2007), a formulação matemática do modelo CCR original pode ser apresentada pelas equações de 1 a 4 e a do modelo BCC pelas equações 5 a 8.

Sejam:

h_k : o indicador de eficiência da empresa k;

y_{rk} : as quantidades observadas para os r tipos de produtos da empresa k;

x_{ik} : as quantidades observadas para os i tipos de insumos da empresa k;

u_r : os pesos calculados para os r tipos de produtos, com $r = 1$ a m ;

v_i : os pesos calculados para os i tipos de insumos, com $i = 1$ a n ;

y_{rj} : as quantidades observadas para os r tipos de produtos das empresas, com $j = 1$ a N ;

x_{ij} : as quantidades observadas para os i tipos de insumos das empresas j, com $j = 1$ a N .

u_k : variável irrestrita, representando retornos decrescentes ou crescentes, para a empresa k.

Modelo CCR:

$$\text{Max } h_k = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} \quad (1)$$

sujeito a:

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} \leq 0 \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n v_i x_{ik} = 1 \quad (3)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad (4)$$

Dessa forma, tendo-se um conjunto de empresas e seu plano de produção realizado, pode-se construir uma curva de produção no conjunto de produção revelado. Resolvendo-se o problema de programação linear proposto para cada uma das empresas, identifica-se aquelas cujo plano de produção, dados os pesos determinados para suas quantidades de produtos e insumos, não pode ser superado pelo plano de nenhuma outra empresa. A empresa é considerada eficiente e torna-se referência para as demais. Resolvendo-se sucessivamente o problema para todas as empresas que compõem o conjunto considerado, são determinadas quais empresas são relativamente eficientes (SANTOS; CASA NOVA, 2005).

Modelo BCC:

$$\text{Max } h_k = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} - u_k \quad (5)$$

sujeito a:

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} - u_k \leq 0 \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n v_i x_{ik} = 1 \quad (7)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad (8)$$

Percebe-se que a única diferença entre os dois modelos é a variável u_k . Segundo Casa Nova (2002) essa variável não deve atender a restrição de positividade, podendo assumir valores negativos, representando assim os retornos variáveis de escala.

A primeira restrição (equações 2 e 6) pode ser definida como o resultado da empresa, pois nada mais é do que a subtração dos produtos (somatório das quantidades produzidas multiplicadas pelos pesos dos produtos) dos insumos (somatório dos insumos consumidos multiplicados pelos respectivos pesos). O resultado está limitado a zero. Dessa forma, as empresas eficientes obterão resultado zero (PÉRICO *et al.*, 2008).

A segunda restrição (equações 3 e 7) é o somatório da multiplicação das quantidades consumidas pelos pesos específicos para a empresa K, devendo ser igual a um. Se a empresa K for eficiente, h_k será igual a um. Se não for, obterá um indicador sempre inferior a um (PÉRICO *et al.*, 2008).

A terceira restrição (equações 4 e 8) afirma que os pesos não podem ser negativos. Os modelos incorporam ainda duas orientações para maximizar a eficiência, orientação ao produto ou ao insumo. No modelo com orientação ao produto, as quantidades de produtos são maximizadas mantendo-se constante a quantidade consumida de insumos. No modelo com orientação ao insumo, as quantidades consumidas de insumos são minimizadas, enquanto as quantidades produzidas de recursos são mantidas constantes (ONUSIC *et al.*, 2007). Os dois modelos apresentados nas equações 1 a 4 e 5 a 8 estão orientados ao *input*.

Segundo Kassai (2002), os indicadores calculados pelos modelos CCR e BCC podem ser analisados considerando as seguintes características:

- Modelo CCR: indica uma medida de produtividade global, denominada de indicador de eficiência produtiva (EP_{CR}).
- Modelo BCC: corresponde a uma medida de eficiência técnica (ET_{VR}), uma vez que está depurado dos efeitos de escala de produção.

Relacionando os indicadores, calculados considerando-se orientação ao produto, obtém-se o indicador de eficiência de escala (EE_{SC}):

$$EE_{SC} = \frac{EP_{CR}}{ET_{VR}}$$

onde:

EE_{SC} = Eficiência de Escala

EP_{CR} = Eficiência de Produtiva

ET_{VR} = Eficiência de Técnica

Dessa forma, EP_{CR} pode ser de origem tanto pura quanto de escala ($EP_{CR} = EE_{SC} * ET_{VR}$). A EE_{SC} identifica a distância existente entre as fronteiras EP_{CR} e ET_{VR} .

Conforme Surco (2004), após os modelos originais CCR e BCC, surgiram métodos de cálculo considerando diferentes retornos de escala, diferentes orientações de

contração/expansão (não equiproporcionais), medidas considerando conjuntos de produção não convexos, medidas considerando insumos (e/ou produtos) como quantidades difusas e as medidas DEA completas (SBM e RAM).

No tópico seguinte serão detalhadas as especificações do modelo DEA aplicado neste estudo.

3.5.1 Especificação do modelo DEA para cálculo do vetor eficiência

Conforme Périco et al. (2008) as etapas para aplicação do modelo DEA são:

- a) Seleção das unidades a entrarem na análise;
- b) Seleção das variáveis (*input* e *output*) apropriadas para estabelecer a eficiência relativa das unidades selecionadas; e
- c) Identificação da orientação do modelo e retornos de escala.

Segundo Périco et al. (2008) as unidades a serem analisadas precisam ser homogêneas, ou seja, devem realizar as mesmas tarefas com os mesmos objetivos e sob as mesmas condições. Como pode ser visto no tópico “3.3 População e Amostra” a escolha das unidades do presente estudo foi feita considerando os critérios descritos pelo citado autor.

Há uma grande controvérsia na literatura sobre eficiência bancária quanto à escolha dos *inputs* e *outputs*. Para realizar essa escolha é preciso primeiro definir a abordagem. Neste estudo será adotada a abordagem da intermediação financeira, que é amplamente aceita por vários autores. Como exemplo dos trabalhos mais recentes citamos Berger et al. (2009), Staub et al. (2009), Tecles e Tabak (2010), entre outros.

A forma padrão da abordagem da Intermediação Financeira considera que depósitos são *inputs*, no entanto vários autores utilizam depósitos como *outputs*. No presente estudo os depósitos serão considerados como insumos da função produção, seguindo o mesmo posicionamento de Périco et al. (2008), Silva e Neto (2002), Ruiz et al. (2008), Krause e Tabak (2004) e Chabalgoity et al. (2007).

Krause e Tabak (2004) utilizam como insumos trabalho, capital e recursos disponíveis para empréstimos. Périco et al. (2008) empregam patrimônio líquido,

ativo total e depósitos. Chabalgoity et al. (2007) consideram fundos captados, capital físico e despesas gerais. Silva e Neto (2002) abordam trabalho (despesas totais de salários e encargos dividido pelo nº de funcionários), insumos financeiros (despesas de juros dividido pelo total da captação) e depósitos.

Na literatura sobre eficiência bancária os produtos considerados mais importantes são: operações de crédito, aplicações em títulos e valores mobiliários e rendas de prestação de serviços.

Tendo em vista o exposto, no quadro abaixo estão descritas as variáveis consideradas para o cálculo do vetor eficiência, por meio do modelo DEA:

Classificação	Descrição	Contas utilizadas*
Input - I1	Fundos Capitados	Depósitos Total Captações no Mercado Aberto Recursos de Aceites e Emissão de Títulos Obrigações por Empréstimos e Repasses
Input - I2	Despesas Operacionais	Despesas Operacionais: - Despesas de Pessoal; - Outras Despesas Administrativas; - Despesas Tributárias; - Outras Despesas Operacionais.
Input - I3	Capital (Insumos Financeiros)	Despesas de Intermediação Financeira: - Captações no mercado - Empréstimos e repasses - Arrendam, mercantil - Operações de câmbio - Operações de venda ou de transf, de ativos financeiros - Provisão para CL
Output - O1	Receitas de Intermediação Financeira	Receitas de Intermediação Financeira: - Operações de crédito; - Operações com tít, val, mobiliários; - Operações com instrum, financ, derivativos; - Operações de Câmbio; - Aplicações Compulsórias; - Operações de venda ou de transf, de ativos financeiros;
Output - O2	Operações de crédito	Oper, Créd, e Arrend, Mercantil Total
Output - O3	Investimentos	TVM e Instrumentos Financeiros Derivativos

Quadro 4 - Variáveis utilizadas para o cálculo da eficiência bancária

Fonte: Elaborado pela autora.

* Nomenclatura extraída do relatório "50 maiores Bancos e o Consolidado do Sistema Financeiro Nacional", disponível no site do BACEN.

Da mesma forma que Chabalgoity et al. (2007), optou-se por utilizar as despesas operacionais para descrever a Eficiência Técnica como Eficiência Operacional. Staub et al. (2009), também consideram despesas operacionais como *inputs*, além de despesas com juros e despesas de pessoal.

Após selecionar as variáveis é preciso identificar a orientação e os retornos de escalas do modelo.

Krause (2003) propõe o cálculo da metodologia DEA orientado para o produto, em um sistema de produção com resposta unidimensional (um único produto), admitindo tanto a hipótese de retornos constantes à escala quanto à hipótese de retornos variáveis à escala. Segundo a autora, os resultados encontrados para as medidas de eficiência sob a hipótese de retornos variáveis à escala parecem ser mais consistentes com a realidade do mercado brasileiro para retratar a *performance* dos bancos, pois as instituições brasileiras encontram-se em um mercado de competição imperfeita e restrições financeiras.

Souza *et al.* (2003) utilizaram a Análise Envoltória de Dados orientada ao produto para analisar a significância de efeitos técnicos para bancos brasileiros. O estudo mostrou que o melhor resultado, que fornece tanto os conteúdos mais informativos, relativos à significância dos fatores, quanto o melhor ajuste dos dados, é uma medida de eficiência derivada da DEA, insumo múltiplo – produto múltiplo, orientada a produto, calculada sob a hipótese de retornos variáveis de escala. A origem do banco e o tipo do banco são os únicos efeitos significativos.

Tendo em vista os estudos apresentados sobre eficiência bancária e os objetivos do presente trabalho, o cálculo do modelo DEA foi orientado ao produto, considerando que uma instituição financeira precisa maximizar as operações de crédito oferecidas ao mercado, assim como os investimentos e o resultado da intermediação financeira.

A metodologia DEA utilizada neste trabalho será calculada admitindo tanto a hipótese de retornos constantes à escala (RCE) como hipótese de retornos variáveis à escala (RVE).

Sob a hipótese de retornos constantes à escala (RCE), assume-se que as instituições operam na escala ótima, com plena utilização dos insumos para maximização dos produtos, de modo que um aumento na quantidade de insumos gera um proporcional aumento na quantidade de produtos. Já na hipótese de retornos variáveis de escala (RVE), admite-se que as instituições tanto podem ter retornos crescentes quanto decrescentes de escala. Após o cálculo das duas

medidas de eficiência, caso exista diferença entre escores RCE e RVE, há indício de que existe ineficiência de escala.

3.6 Modelo de Regressão

A utilização de modelos de regressão é amplamente aceita para análise de dados, “sendo aplicada em quase todas as áreas de conhecimento, incluindo: engenharia, física, química, economia, administração, ciências biológicas e da vida e ciências sociais.” (PEDRINI; SANTANA; CATEN, 2009, p.3).

Conforme Gujarati (2006, p.13):

A análise de regressão se ocupa do estudo da dependência de uma variável, a variável dependente, em relação a uma ou mais variáveis, as variáveis explanatórias, com vistas a estimar e/ou prever o valor médio (da população) da primeira em termos dos valores conhecidos ou fixados (em amostragens repetidas) das segundas.

Tendo em vista o conceito de Gujarati, o objetivo principal da análise de regressão é explorar a relação funcional entre a variável dependente y dado que seja conhecido o valor das variáveis independentes $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, da seguinte forma básica:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_n x_{in} + u_i \quad (1)$$

A fim de melhor adequar a definição do modelo estatístico ao estudo do impacto de variáveis independentes na eficiência, calculada por meio da Análise Envoltória de Dados orientado ao produto, é importante analisar algumas características dessa abordagem.

O modelo DEA atribui a cada DMU um escore, representativo do seu desempenho relativo, que usualmente varia entre 0 e 1. As unidades eficientes recebem escore igual a 1 e, geralmente, os resultados são muito concentrados em torno de 1. Conforme Marinho (2003), essas características do modelo DEA fazem com que seja problemática a aplicação de modelos de regressão de mínimos quadrados ordinários.

Segundo Krause (2004), no estudo comparativo das medidas de eficiência e dos fatores causais, são utilizados métodos paramétricos e não-paramétricos, quais sejam:

- i. Regressão *Tobit* com distribuição truncada à esquerda, uma vez que a escala de medidas de eficiência variam no intervalo de zero a um. Optando-se por estimar os parâmetros com o inverso da medida de eficiência, o intervalo da variável dependente transporta-se para o plano entre o valor 1 e infinito, ou seja, com truncamento em 1 à esquerda;
- ii. Correlação de *Spearman* para analisar correspondências entre os postos; e
- iii. Testes de Kruskal-Wallis e Ansari-Bradley, para avaliar diferenças de variabilidade de escala, especialmente de variáveis categóricas.

Percebe-se que o modelo *Tobit* é o mais utilizado nos estudos empíricos que relacionam escores de eficiência com modelos de regressão. Como exemplo podemos citar os estudos na área de eficiência bancária realizados por Souza *et al.* (2003), Krause (2004), Staub *et al.* (2009), Tabak *et al.* (2010). Marinho (2003) ressalta que a utilização do modelo *Tobit* é recorrente em artigos que combinam modelos econométricos e DEA. E em seu estudo sobre avaliação da eficiência técnica nos serviços de saúde nos municípios do Estado do Rio de Janeiro, o citado autor utiliza o recurso de inverter o *score* de regressão (inverso esse que varia entre 0,01 e ∞) e aplicar uma regressão censurada tipo *Tobit*.

Conforme Gujarati (2006), a busca do modelo econométrico correto é como a busca do Santo Graal, pois com freqüência ocorre erro ou viés de especificação do modelo. Gujarati (2006) cita a célebre frase de Cuthbertson, Hall e Taylor: “A econometria aplicada não pode ser feita mecanicamente: precisa de compreensão, intuição e habilidade”.

Tendo em vista o exposto e as ressalvas de Gujarati acerca da especificação do modelo econométrico. No presente estudo serão testadas diferentes especificações para o modelo de regressão *Tobit*, para que se obtenha um modelo que melhor explique a relação funcional entre eficiência e inadimplência. Com dados em corte transversal. Tendo em vista que a análise será realizada com dados coletados no mesmo ponto do tempo, em 31 de dezembro de 2010.

O modelo inicial que será testado (Modelo 1) é a regressão *Tobit*, utilizando o inverso da medida de eficiência, o conjunto domínio da variável dependente transporta-se para o intervalo que inicia em 1, variando infinitamente no conjunto dos

números reais positivos. Dessa forma, a distribuição fica truncada apenas à esquerda, em 1. Abaixo está a equação do modelo:

$$y_i^* = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 Dp_1 + \beta_3 Dp_2 + \beta_4 Dp_3 + \beta_5 Dc + \beta_6 Dk_1 + \beta_7 Dk_2 + \beta_8 Ds_1 + \beta_9 Ds_2 + \beta_{10} Ds_3 + u_i$$

$$v_i^* = 1.se \ v_i < 1$$

$$v_i^* = v_i .se \ v_i > 1$$

$$v_i \in [1, \infty]$$

$$u_i \sim N(0, \sigma^2) \tag{2}$$

onde:

y_i^* : é a variável dependente do modelo, que corresponde à eficiência bancária atribuída à i -ésima instituição financeira. A forma de mensuração dessa variável foi descrita na sessão 3.5.1;

x_i : é a variável explicativa do modelo, que corresponde à inadimplência da carteira de crédito (razão entre provisão para devedores duvidosos e o total da carteira de crédito), atribuída à i -ésima instituição financeira;

Dp_1 : Variável *dummy* que corresponde ao porte, assumindo 1 (Grande) e 0 (Demais);

Dp_2 : Variável *dummy* que corresponde ao porte, assumindo 1 (Médio) e 0 (Demais);

Dp_3 : Variável *dummy* que corresponde ao porte, assumindo 1 (Pequeno) e 0 (Demais);

Dc : Variável *dummy* que corresponde ao tipo de controle, assumindo 1 (Privado) e 0 (Público);

Dk_1 : Variável *dummy* que corresponde ao tipo de capital, assumindo 1 (Nacional) e 0 (Demais);

Dk_2 : Variável *dummy* que corresponde ao tipo de capital, assumindo 1 (Estrangeiro) e 0 (Demais);

Ds_1 : Variável *dummy* que corresponde ao segmento de atuação, assumindo

1 (Complexo) e 0 (Demais);

Ds2: Variável *dummy* que corresponde ao segmento de atuação, assumindo 1 (Tesouraria e Negócios) e 0 (Demais);

Ds3: Variável *dummy* que corresponde ao segmento de atuação, assumindo 1 (Crédito) e 0 (Demais);

u_i : erro aleatório, atribuído à i -ésima instituição financeira.

As variáveis *dummies* foram especificadas considerando m-1 classificações. Dessa forma, as classificações que ficaram de fora (demais) são as classificações de referência para a análise de cada grupo de variáveis *dummies*. As classificações de referência são:

Dk = Nacional com Participação Estrangeira;

Dp = Micro;

Ds = Atacado e *Middle Market*;

A inclusão de variáveis *dummies* ao modelo é importante, pois elas funcionam como controles. A utilização de controles é recomendável para que se tenha certeza de capturar o efeito *ceteris paribus* (tudo o mais constante), ou seja, o modelo está levando em consideração o porte do banco, o setor de atuação, o tipo de controle e o tipo de capital. Dessa forma, aumenta-se o poder explicativo do modelo. Veja a descrição das variáveis *dummies* no Anexo I.

Esse modelo é estimado pelo método da máxima verossimilhança. Para mais detalhes sobre a estimação do modelo de regressão *Tobit* veja Greene (2002).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos nos cálculos do escore de eficiência por meio do DEA, sob a hipótese dos Retornos Variáveis à Escala (BCC) e Retornos Constantes à Escala (CCR). As eficiências foram calculadas individualmente para cada banco, mas serão apresentadas de forma consolidada, com a utilização de estatística descritiva.

Em seguida são apresentados os resultados dos diferentes cálculos do modelo de regressão *Tobit*. Por fim, um resumo dos principais resultados dos modelos.

4.1 Escores de Eficiência – Vetor Eficiência Bancária

O cálculo do vetor eficiência foi realizado utilizando-se o *software* DEA-SAED, desenvolvido por Surco (2004), com as especificações descritas no tópico 3.6. Na tabela 5 são apresentadas as estatísticas descritivas dos resultados dos escores de Eficiência Técnica (BCC), Eficiência Produtiva ou Global (CCR) e Eficiência de Escala (EE), para os conglomerados bancários e/ou instituições bancárias independentes analisadas.

Tabela 5 - Escores de Eficiência Bancária

	ETVR BCC-OO	EP_{CR} CCR-OO	EE_{Esc} = EP_{CR}/ETVR
Média	0,8535	0,7103	0,8322
Desvio Padrão	0,1691	0,1914	0,1302
Mínimo	0,2486	0,2100	0,5537
Máximo	1,0000	1,0000	1,0000
Carteiras Eficientes	45	18	20

Fonte: Elaborado pela autora.

Analisando a tabela acima, verificamos que a eficiência média da hipótese de Retornos Variáveis à Escala (BCC-OO) é de 85,35%, ou seja, em média, as instituições podem se tornar 14,65% mais eficientes. A eficiência média encontrada neste estudo está em linha com as médias encontradas em outros estudos, tais como no trabalho de Périco et al. (2008), que obteve 84,10%, enquanto Silva e Neto

(2002) encontraram 86%, por outro lado, o modelo de Tecles e Tabak (2010) mostrou um índice médio de 81%. E por fim, Ruiz et al. (2008) chegaram a uma eficiência média de 84%.

A Eficiência Produtiva ou Global (hipótese de retornos constantes à escala) apresentou uma média de 71,03%, inferior as outras médias, pois pressupõe que as instituições operam com plena utilização de seus recursos, ou seja, um aumento na quantidade de *inputs* irá gerar um proporcional aumento dos *outputs*. Já para a hipótese de retornos variáveis à escala, esta suposição é relaxada, assumindo-se que as instituições tanto podem ter retornos crescentes quanto decrescentes à escala. Por esse motivo, o desempenho médio do BCC foi mais alto e uma quantidade maior de instituições foram consideradas eficientes.

Por meio da Tabela 6 podemos perceber que as instituições de grande porte apresentam o maior índice de eficiência, com menor desvio-padrão, apesar de terem uma inadimplência média em torno de 3,5% mais alta. Além disso, podemos perceber que os resultados da hipótese dos retornos constantes à escala (CCR), demonstram que os bancos brasileiros não operam com a plena utilização de seus recursos, por isso tiveram índices médios de eficiência tão baixos, principalmente os bancos de grande porte.

Tabela 6 - Escores de Eficiência Bancária por Porte

Porte	BCC-OO				CCR-OO			
	Média Efic.	Desv. Pad.	N	Média Inad.	Média Efic.	Desv. Pad.	N	Média Inad.
Grande	98,4%	3,8%	6	6,4%	60,6%	4,0%	6	6,4%
Médio	93,6%	9,5%	29	2,8%	75,4%	15,9%	29	2,8%
Pequeno	78,8%	20,0%	23	2,7%	65,0%	21,3%	23	2,7%
Micro	81,5%	18,6%	36	1,2%	73,6%	20,5%	36	1,2%
Total geral	85,4%	16,9%	94	2,1%	73,8%	19,1%	94	2,1%

Fonte: Elaborado pela autora.

A Tabela 7 mostra que os bancos públicos têm uma eficiência média superior aos bancos privados e mais que o dobro do índice de inadimplência.

Tabela 7 - Escores de Eficiência Bancária por Tipo de Controle

Tipo de Controle	BCC-OO				CCR-OO			
	Média Efic.	Desv. Pad.	N	Média Inad.	Média Efic.	Desv. Pad.	N	Média Inad.
Privado	84,3%	17,4%	85	1,9%	71,5%	19,9%	85	1,9%
Público	96,4%	5,9%	9	5,0%	67,1%	6,8%	9	5,0%
Total geral	85,4%	16,9%	94	2,1%	71,0%	19,1%	94	2,1%

Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme a Tabela 8, os bancos nacionais mostram um desempenho maior que os bancos estrangeiros, no entanto, apresentam um índice médio de inadimplência muito superior a média dos bancos estrangeiros.

Tabela 8 - Escores de Eficiência Bancária por Tipo de Capital

Tipo de Capital	BCC-OO				CCR-OO			
	Média Efic.	Desv. Pad.	N	Média Inad.	Média Efic.	Desv. Pad.	N	Média Inad.
Estrangeiro	83,2%	19,0%	30	0,8%	70,6%	23,3%	30	0,8%
Nacional	86,2%	16,0%	63	3,5%	70,9%	16,8%	63	3,5%
Nac. Part. Estr.	100,0%	0,0%	1	2,1%	100,0%	0,0%	1	2,1%
Total geral	85,4%	16,9%	94	2,1%	71,0%	19,1%	94	2,1%

Fonte: Elaborado pela autora.

Os bancos do segmento de atuação denominado Complexo demonstram uma eficiência média bastante superior as demais classificações, esse fato é explicado, principalmente, por esses bancos concentrarem todos os tipos de operações e utilizarem a mesma estrutura, conseguindo ganhos de escala.

Tabela 9 - Escores de Eficiência Bancária por Segmento de Atuação

Segmento de Atuação	BCC-OO				CCR-OO			
	Média Efic.	Desv. Pad.	N	Média Inad.	Média Efic.	Desv. Pad.	N	Média Inad.
Complexo	98,8%	3,3%	8	6,3%	62,1%	8,5%	8	6,3%
Atac. e Mid. Mkt.	83,0%	19,5%	42	1,4%	72,6%	21,4%	42	1,4%
Crédito	84,5%	15,6%	31	5,0%	68,7%	16,4%	31	5,0%
Tes. e Neg.	87,3%	14,0%	13	0,6%	77,7%	19,7%	13	0,6%
Total geral	85,4%	16,9%	94	2,1%	71,0%	19,1%	94	2,1%

Fonte: Elaborado pela autora.

Os resultados sob a hipótese de retornos variáveis à escala parecem ser mais consistentes com a realidade do mercado brasileiro para retratar a eficiência dos bancos, pois as instituições brasileiras encontram-se em um mercado de competição imperfeita e restrições financeiras.

4.2 Resultados dos modelos de regressão *Tobit*

Neste tópico serão apresentados os resultados de vários modelos de regressão *Tobit*, que foram calculados considerando diferentes distribuições, formas funcionais e variáveis explicativas.

Os cálculos foram realizados no software Gretl (*Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library*). O Gretl é um *software* livre que compila e interpreta dados econométricos.

Tendo em vista que o resultado do modelo DEA sob a hipótese dos Retornos Variáveis de Escala é o mais coerente para a realidade dos bancos brasileiros, este será utilizado como vetor eficiência em todos os modelos descritos nessa sessão.

Considerando o objetivo do presente estudo, existência da relação funcional entre inadimplência e eficiência bancária. Na análise dos resultados serão realizados os testes F e t.

A finalidade do teste F é verificar se a variável dependente é afetada pelo efeito conjunto das variáveis independentes. A expressão matemática será significativa se ao menos uma das variáveis independentes for influenciadora da variável dependente. Rejeita-se H_0 se p-valor for superior a 0,05 (significância a 5%) ou superior a 0,1 (significância a 10%).

O teste t é baseado na distribuição t de *student* e visa validar se há relação funcional entre a variável dependente e as variáveis independentes em análise, de forma individual. A hipótese nula (H_0) indica que não há relação funcional entre a variável dependente e a variável independente em análise. Rejeita-se H_0 se p-valor for superior a 0,05 (significância a 5%) ou superior a 0,1 (significância a 10%).

Os resultados consolidados dos testes F e testes t são apresentados na sessão 4.3.

4.2.1 Modelo 1.0

O primeiro modelo, descrito na sessão 3.6, consiste em uma regressão *Tobit*, com distribuição truncada à esquerda, em 1. A forma funcional está descrita abaixo:

$$y_i^* = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 Dp_1 + \beta_3 Dp_2 + \beta_4 Dp_3 + \beta_5 Dc + \beta_6 Dk_1 + \beta_7 Dk_2 + \beta_8 Ds_1 + \beta_9 Ds_2 + \beta_{10} Ds_3 + u_i$$

$$v_i^* = 1. \text{ se } v_i < 1$$

$$v_i^* = v_i. \text{ se } v_i > 1$$

$$v_i \in [1, \infty]$$

$$u_i \sim N(0, \sigma^2) \tag{2}$$

Em função da inversão do vetor eficiência ($1/y$), os resultados serão analisados sob a ótica da ineficiência.

Os resultados, Tabela 10, mostram que, sob essa especificação, a inadimplência (x) não tem efeito na *performance* dos bancos (p-valor superior a 0,05). Além disso, a única variável significativa, com erro de 10%, é a *dummy* que representa porte médio, impactando de forma positiva a eficiência bancária.

Tabela 10 - Resultado Gretl para o Modelo 1.0

	Coeficiente	Erro Padrão	z	p-valor
const	-2.16677	1010.71	-0.0021	0.99829
X	-0.946284	1.09849	-0.8614	0.38899
Dp1	2.48791	714.632	0.0035	0.99722
Dp2	-0.370562	0.195744	-1.8931	0.05835 *
Dp3	0.146811	0.185057	0.7933	0.42759
Dc	0.246156	0.304823	0.8075	0.41936
Dk1	3.07154	1010.71	0.0030	0.99758
Dk2	3.16881	1010.71	0.0031	0.99750
Ds1	-3.27152	714.632	-0.0046	0.99635
Ds2	-0.213379	0.236787	-0.9011	0.36751
Ds3	-0.00508694	0.177026	-0.0287	0.97708
Qui-quadrado(10)	12.40180	p-valor		0.259065
Log da verossimilhança	-72.64311	Critério de Akaike		169.2862
Critério de Schwarz	199.8058	Critério Hannan-Quinn		181.6139

De acordo com Gujarati (2006), um viés de especificação comum de ocorrer é o da forma funcional incorreta. Levando em consideração que foram encontradas evidências em estudos empíricos de que existe relação funcional entre inadimplência e eficiência/ineficiência bancária, pode-se levantar a hipótese de que o problema está na forma funcional (linear, log, quadrado, cúbico, seno, etc). Portanto, é válido testar outras maneiras de relacionar inadimplência e ineficiência. Uma alternativa bastante conhecida é a forma quadrática.

4.2.2 Modelo 1.1

O Modelo 1.1 é uma variação do Modelo 1.0, ao qual se acrescentou a variável inadimplência na forma quadrática. Conforme demonstrado na equação (3) abaixo:

$$y_i^* = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + \beta_3 Dp_1 + \beta_4 Dp_2 + \beta_5 Dp_3 + \beta_6 Dc + \beta_7 Dk_1 + \beta_8 Dk_2 + \beta_9 Ds_1 + \beta_{10} Ds_2 + \beta_{11} Ds_3 + u_i$$

$$v_i^* = 1. \text{ se } v_i < 1$$

$$v_i^* = v_i. \text{ se } v_i > 1$$

$$v_i \in [1, \infty]$$

$$u_i \sim N(0, \sigma^2) \tag{3}$$

Os resultados, Tabela 11, mostram que, mesmo com a inclusão da variável quadrática (x^2), a inadimplência (tanto x quanto x^2) continuou sem significância sobre a ineficiência bancária (p-valor do x e do x^2 superior a 0,05). A variável *dummy* que representa porte médio mostrou-se ainda mais significativa que no Modelo 1.0, com erro inferior a 5% (p-valor menor que 0,05).

Tabela 11 - Resultado Gretl para o Modelo 1.1

	<i>Coeficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>z</i>	<i>p-valor</i>
const	-2.1707	1013.78	-0.0021	0.99829
X	6.21542	3.95352	1.5721	0.11592
X2	-25.9517	17.1273	-1.5152	0.12971
Dp1	2.532	713.324	0.0035	0.99717
Dp2	-0.405579	0.198211	-2.0462	0.04074 **
Dp3	0.163303	0.18554	0.8802	0.37878
Dc	0.249958	0.301542	0.8289	0.40714
Dk1	2.88095	1013.78	0.0028	0.99773
Dk2	3.07126	1013.78	0.0030	0.99758
Ds1	-3.51077	713.324	-0.0049	0.99607
Ds2	-0.290208	0.24002	-1.2091	0.22663
Ds3	-0.0803119	0.181977	-0.4413	0.65897
Qui-quadrado(11)	14.81034	p-valor		0.191345
Log da verossimilhança	-70.31579	Critério de Akaike		166.6316
Critério de Schwarz	199.6944	Critério Hannan-Quinn		179.9865

4.2.3 Modelo 2.0

Marinho (2003), também utilizou o recurso de inverter o escore de eficiência, no entanto, ele fez com que esse escore variasse entre 0,01 e ∞ . Vamos utilizar essa forma de truncamento para a distribuição y . A equação (4) descreve a forma funcional desse modelo:

$$y_i^* = \beta_1 + \beta_2 x + \beta_3 Dp_1 + \beta_4 Dp_2 + \beta_5 Dp_3 + \beta_6 Dc + \beta_7 Dk_1 + \beta_8 Dk_2 + \beta_9 Ds_1 + \beta_{10} Ds_2 + \beta_{10} Ds_3 + u_i$$

$$v_i^* = 0. se v_i < 0$$

$$v_i^* = 1. se v_i > 1$$

$$v_i^* = v_i . v_i \in [0.1]$$

$$u_i \sim N(0, \sigma^2) \tag{4}$$

Em função da inversão do vetor eficiência ($1/(100*y)$), os resultados serão analisados sob a ótica da ineficiência.

Os resultados, Tabela 12, mostram que, sob a hipótese do modelo 2.0, a inadimplência, x , não apresentou significância sobre a ineficiência. A variável que representa porte médio apresentou significância com 10% de erro.

Tabela 12 - Resultado Gretl para o Modelo 2.0

	<i>Coeficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>z</i>	<i>p-valor</i>
const	0.0131045	0.00486941	2.6912	0.00712 ***
X	-0.0055778	0.00575796	-0.9687	0.33269
Dp1	-0.0014463	0.00362419	-0.3991	0.68984
Dp2	-0.00193566	0.00111259	-1.7398	0.08190 *
Dp3	0.000836179	0.00113194	0.7387	0.46008
Dc	0.000865461	0.00158388	0.5464	0.58478
Dk1	-0.000659605	0.00441246	-0.1495	0.88117
Dk2	0.000249783	0.00435837	0.0573	0.95430
Ds1	-0.00134239	0.00306875	-0.4374	0.66179
Ds2	-0.00191539	0.0014213	-1.3476	0.17778
Ds3	-0.000551095	0.00103691	-0.5315	0.59509
Qui-quadrado(10)	11.91250	p-valor		0.290955
Log da verossimilhança	383.0493	Critério de Akaike		-742.0987
Critério de Schwarz	-711.5791	Critério Hannan-Quinn		-729.7710

4.2.4 Modelo 2.1

O Modelo 2.1 é uma variação do Modelo 2.0, ao qual se acrescentou a variável inadimplência na forma quadrática. Conforme demonstrado na equação (5) abaixo:

$$y_i^* = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + \beta_3 Dp_1 + \beta_4 Dp_2 + \beta_5 Dp_3 + \beta_6 Dc + \beta_7 Dk_1 + \beta_8 Dk_2 + \beta_9 Ds_1 + \beta_{10} Ds_2 + \beta_{11} Ds_3 + u_i$$

$$v_i^* = 0. \text{ se } v_i < 0$$

$$v_i^* = 1. \text{ se } v_i > 1$$

$$v_i^* = v_i. \text{ se } v_i \in [0,1]$$

$$u_i \sim N(0, \sigma^2) \tag{5}$$

Os resultados, Tabela 13, mostram que, mesmo com a inclusão da variável quadrática (x^2), a inadimplência, tanto x quanto x^2 , continuou sem significância sobre

ineficiência bancária (p-valor do x e do x² superior a 0,05). A variável *dummy* que representa porte médio mostrou-se significativa com erro inferior a 10%.

Tabela 13 - Resultado Gretl para o Modelo 2.1

	<i>Coeficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>z</i>	<i>p-valor</i>
const	0.0130295	0.00486062	2.6806	0.00735 ***
X	0.00272185	0.0143736	0.1894	0.84981
X2	-0.0179535	0.0285	-0.6299	0.52873
Dp1	-0.00141265	0.00361696	-0.3906	0.69612
Dp2	-0.00197213	0.00111176	-1.7739	0.07608 *
Dp3	0.000821205	0.00112981	0.7269	0.46732
Dc	0.000876333	0.00158064	0.5544	0.57929
Dk1	-0.000794009	0.00440834	-0.1801	0.85706
Dk2	0.00018338	0.00435048	0.0422	0.96638
Ds1	-0.00165993	0.0031035	-0.5349	0.59275
Ds2	-0.0019836	0.00142243	-1.3945	0.16316
Ds3	-0.000745457	0.00107975	-0.6904	0.48994
Qui-quadrado(11)	12.35962	p-valor		0.337228
Log da verossimilhança	383.2473	Critério de Akaike		-740.4947
Critério de Schwarz	-707.4318	Critério Hannan-Quinn		-727.1397

Fonte: Elaborado pela autora, com os resultados do Gretl.

4.2.5 Modelo 3.0

No Modelo 3.0 faz-se a opção de utilizar diretamente o resultado do escore de eficiência do modelo DEA, sem realizar o ajuste que foi utilizado nos Modelos 1.0 e 2.0. Dessa forma, o vetor eficiência varia de 0 a 1, sendo o valor 1 atribuído à instituição mais eficiente e 0 à instituição mais ineficiente. A equação (6) descreve a forma funcional desse modelo:

$$y_i^* = \beta_1 + \beta_2 x + \beta_3 Dp_1 + \beta_4 Dp_2 + \beta_5 Dp_3 + \beta_6 Dc + \beta_7 Dk_1 + \beta_8 Dk_2 + \beta_9 Ds_1 + \beta_{10} Ds_2 + \beta_{10} Ds_3 + u_i$$

$$v_i^* = 0. \text{ se } v_i < 0$$

$$v_i^* = 1. \text{ se } v_i > 1$$

$$v_i^* = v_i . \text{ se } v_i \in [0,1]$$

$$u_i \sim N(0, \sigma^2)$$

(6)

Os resultados, Tabela 14, mostram que, sob a hipótese do modelo 3.0, a inadimplência, x , não apresentou significância sobre a eficiência. A variável *dummy* que representa porte médio apresentou significância com 5% de erro.

Tabela 14 - Resultado Gretl para o Modelo 3.0

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>z</i>	<i>p-valor</i>
const	2.32228	383.865	0.0060	0.99517
X	0.261032	0.419441	0.6223	0.53372
Dp1	-1.01369	271.436	-0.0037	0.99702
Dp2	0.151463	0.0770534	1.9657	0.04934 **
Dp3	-0.0439624	0.0734189	-0.5988	0.54931
Dc	-0.119227	0.119987	-0.9937	0.32038
Dk1	-1.30222	383.865	-0.0034	0.99729
Dk2	-1.32324	383.865	-0.0034	0.99725
Ds1	1.33944	271.436	0.0049	0.99606
Ds2	0.0435979	0.0936872	0.4654	0.64168
Ds3	-0.0247125	0.0698171	-0.3540	0.72337
Qui-quadrado(10)	12.77368	p-valor		0.236602
Log da verossimilhança	-30.52294	Critério de Akaike		85.04588
Critério de Schwarz	115.5654	Critério Hannan-Quinn		97.37354

4.2.6 Modelo 3.1

O Modelo 3.1 é uma variação do Modelo 3.0, ao qual se acrescentou a variável inadimplência na forma quadrática. Conforme demonstrado na equação (7) abaixo:

$$y_i^* = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + \beta_3 Dp_1 + \beta_4 Dp_2 + \beta_5 Dp_3 + \beta_6 Dc + \beta_7 Dk_1 + \beta_8 Dk_2 + \beta_9 Ds_1 + \beta_{10} Ds_2 + \beta_{11} Ds_3 + u_i$$

$$v_i^* = 0. \text{ se } v_i < 0$$

$$v_i^* = 1. \text{ se } v_i > 1$$

$$v_i^* = v_i . \text{ se } v_i \in [0,1]$$

$$u_i \sim N(0, \sigma^2)$$

(7)

Os resultados, Tabela 15, mostram que, ao incluir o x^2 , tanto x quanto x^2 são significativos. Este fato evidencia a não linearidade da relação entre a inadimplência e a eficiência bancária.

O termo quadrático (x^2) positivo e o termo linear (x) negativo indicam que a parábola tem a concavidade voltada para cima, ou seja, existe um ponto de mínimo, onde a inadimplência tem o efeito mais negativo sobre a eficiência.

A variável *dummy* que representa porte médio mostrou-se novamente significativa com erro inferior a 5%.

Tabela 15 - Resultado Gretl para o Modelo 3.1

	<i>Coeficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>z</i>	<i>p-valor</i>
const	2.29387	379.643	0.0060	0.99518
X	-3.46493	1.56768	-2.2102	0.02709 **
X2	13.3683	7.02136	1.9039	0.05692 *
Dp1	-1.02242	266.799	-0.0038	0.99694
Dp2	0.166355	0.0758998	2.1918	0.02840 **
Dp3	-0.052106	0.07159	-0.7278	0.46671
Dc	-0.121769	0.115157	-1.0574	0.29032
Dk1	-1.17426	379.643	-0.0031	0.99753
Dk2	-1.24359	379.643	-0.0033	0.99739
Ds1	1.44533	266.799	0.0054	0.99568
Ds2	0.0821662	0.0921956	0.8912	0.37281
Ds3	0.0156729	0.0698624	0.2243	0.82249
Qui-quadrado(11)	18.25282	p-valor		0.075897
Log da verossimilhança	-26.40392	Critério de Akaike		78.80785
Critério de Schwarz	111.8707	Critério Hannan-Quinn		92.16281

Levando em consideração que o Modelo 3.1 apresentou significância para a variável inadimplência e significância com 10% de erro para a regressão (p-valor inferior a 0,1). Utilizaremos o mesmo para realizar os próximos testes.

4.2.7 Modelo 3.1.1

O Modelo 3.1.1 é uma variação do Modelo 3.1, ao qual retirou-se as variáveis *dummies* relacionadas ao porte (Dp₁, Dp₂ e Dp₃). Considerando que o vetor

eficiência bancária foi calculado sob a hipótese dos Retornos Variáveis de Escala, o impacto do porte já foi considerado. O modelo está descrito na equação (8) abaixo:

$$y_i^* = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + \beta_3 Dc + \beta_4 Dk_1 + \beta_5 Dk_2 + \beta_6 Ds_1 + \beta_7 Ds_2 + \beta_8 Ds_3 + u_i$$

$$v_i^* = 0. \text{ se } v_i < 0$$

$$v_i^* = 1. \text{ se } v_i > 1$$

$$v_i^* = v_i. \text{ se } v_i \in [0,1]$$

$$u_i \sim N(0, \sigma^2)$$

(8)

Os resultados da Tabela 16 mostram que quando retiramos as variáveis que representam o porte, a regressão deixa de ser significativa a 10% (p-valor superior a 0,1). Além disso, x deixou de ser significativa a 5% e passou para um erro de 10%. Esse modelo apresentou uma nova variável *dummy* significativa, que corresponde ao segmento de atividade Complexo. Esse segmento é constituído pelas 8 maiores instituições financeiras da amostra analisada, sendo que 6 delas são considerada de grande porte. Dessa forma, verifica-se a importância das variáveis *dummies* de porte para a significância da regressão.

Tabela 16 - Resultado Gretl para o Modelo 3.1.1

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>z</i>	<i>p-valor</i>
const	2.57211	237.263	0.0108	0.99135
X	-3.10911	1.60052	-1.9426	0.05207 *
X2	12.0149	7.13473	1.6840	0.09218 *
Dc	-0.190903	0.117044	-1.6310	0.10288
Dk1	-1.34834	237.263	-0.0057	0.99547
Dk2	-1.42072	237.263	-0.0060	0.99522
Ds1	0.432697	0.16509	2.6210	0.00877 ***
Ds2	0.0554374	0.0951706	0.5825	0.56023
Ds3	-0.0106654	0.0724574	-0.1472	0.88298
Qui-quadrado(8)	11.68477	p-valor		0.165832
Log da verossimilhança	-30.76636	Critério de Akaike		81.53273
Critério de Schwarz	106.9657	Critério Hannan-Quinn		91.80578

4.2.8 Modelo 3.1.2

O Modelo 3.1.2 é uma variação do Modelo 3.1, ao qual se acrescentou as variáveis I_1 , I_2 , e I_3 , *inputs* do cálculo do modelo DEA. As especificações dessas variáveis estão na sessão 3.5.1. Para a inclusão das mesmas na regressão foi realizado um procedimento de normalização, dividindo-se o valor da variável de cada banco pelo somatório de todos os bancos.

Com a inclusão dessas variáveis pretende-se verificar a relação funcional entre os *inputs* do DEA e a eficiência. Vide a equação do modelo abaixo:

$$y_i^* = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + \beta_3 Dp_1 + \beta_4 Dp_2 + \beta_5 Dp_3 + \beta_6 Dc + \beta_7 Dk_1 + \beta_8 Dk_2 + \beta_9 Ds_1 + \beta_{10} Ds_2 + \beta_{11} Ds_3 + \beta_{12} I_1 + \beta_{13} I_2 + \beta_{14} I_3 + u_i$$

$$v_i^* = 0. \text{ se } v_i < 0$$

$$v_i^* = 1. \text{ se } v_i > 1$$

$$v_i^* = v_i . \text{ se } v_i \in [0,1]$$

$$u_i \sim N(0, \sigma^2)$$

(9)

Os resultados, Tabela 17, não mostraram significância para as variáveis de *inputs* incluídas no modelo. Os resultados das variáveis x e x^2 são semelhantes aos do Modelo 3.1.

Tabela 17 - Resultado Gretl para o Modelo 3.1.2

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>z</i>	<i>p-valor</i>
const	1.66308	385.915	0.0043	0.99656
X	-3.36199	1.54403	-2.1774	0.02945 **
X2	13.079	6.70273	1.9513	0.05102 *
Dp1	-2.67814	247.695	-0.0108	0.99137
Dp2	0.0561184	0.129545	0.4332	0.66487
Dp3	-0.0692501	0.0729791	-0.9489	0.34267
Dc	-0.142074	0.131275	-1.0823	0.27914
Dk1	-0.540989	385.915	-0.0014	0.99888
Dk2	-0.58509	385.915	-0.0015	0.99879
Ds1	1.36773	247.693	0.0055	0.99559
Ds2	0.0613734	0.0919092	0.6678	0.50429
Ds3	0.0340773	0.0716208	0.4758	0.63422
I1	47.9949	46.0938	1.0412	0.29776

I2	-25.7378	27.6907	-0.9295	0.35264
I3	16.6318	34.8338	0.4775	0.63303
Qui-quadrado(14)	14.44242	p-valor		0.417297
Log da verossimilhança	-23.57808	Critério de Akaike		79.15617
Critério de Schwarz	119.8489	Critério Hannan-Quinn		95.59305

4.2.9 Modelo 3.1.3

O Modelo 3.1.3 é uma variação do Modelo 3.1, ao qual se retirou as variáveis dummies (Dp₁; Dp₂; Dp₃; Dk₂; Ds₂ e Ds₃) e se acrescentou a variável Pd, conforme descrito na equação (10), abaixo:

$$y_i^* = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + \beta_3 Pd + \beta_4 Dc + \beta_5 Dk_1 + \beta_6 Ds_1 + u_i$$

$$v_i^* = 0. \text{ se } v_i < 0$$

$$v_i^* = 1. \text{ se } v_i > 1$$

$$v_i^* = v_i. \text{ se } v_i \in [0,1]$$

$$u_i \sim N(0, \sigma^2) \tag{10}$$

onde:

Pd: variável explicativa que corresponde ao porte das instituições, atribuída à *i*-ésima instituição financeira. O valor total do Ativo de cada banco foi normalizado da seguinte forma: AT do banco *i* / Soma AT da amostra.

Dc : Variável *dummy* que corresponde ao tipo de controle, assumindo 1 (Privado) e 0 (Público);

Dk₁: Variável *dummy* que corresponde ao tipo de capital, assumindo 1 (Nacional) e 0 (Demais = Estrangeiro e Nacional com Participação Estrangeira);

Ds₁: Variável *dummy* que corresponde ao segmento de atuação, assumindo

1 (Complexo) e 0 (Demais = Tesouraria e Negócios, Crédito e Atacado e *Middle Market*);

Os resultados, Tabela 18, não mostraram significância para o x^2 , e apresentaram erro de 10% para o x . As outras variáveis não apresentaram significância.

Tabela 18 - Resultado Gretl para o Modelo 3.1.3

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>z</i>	<i>p-valor</i>
const	1.11037	0.143956	7.7133	<0.00001 ***
X	-3.15923	1.66232	-1.9005	0.05737 *
X2	12.5504	8.00218	1.5684	0.11680
Pd	18.0813	11.1949	1.6151	0.10628
Dc	-0.149959	0.120533	-1.2441	0.21345
Dk1	0.0487806	0.0677967	0.7195	0.47182
Ds1	-0.151505	0.317213	-0.4776	0.63293
Qui-quadrado(6)	9.449817	p-valor		0.149816
Log da verossimilhança	-29.44041	Critério de Akaike		74.88081
Critério de Schwarz	95.22717	Critério Hannan-Quinn		83.09925

4.2.10 Modelo 3.1.4

O Modelo 3.1.4 é uma variação do Modelo 3.1.3, ao qual se acrescentou as variáveis I_1 , I_2 , e I_3 , inputs do cálculo do modelo DEA. Da mesma forma que no modelo 3.1.2. A equação (11) descreve o modelo:

$$y_i^* = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + \beta_3 Pd + \beta_4 Dc + \beta_5 Dk_1 + \beta_6 Ds_1 + \beta_7 I_1 + \beta_8 I_2 + \beta_9 I_3 + u_i$$

$$v_i^* = 0. \text{ se } v_i < 0$$

$$v_i^* = 1. \text{ se } v_i > 1$$

$$v_i^* = v_i . \text{ se } v_i \in [0,1]$$

$$u_i \sim N(0, \sigma^2) \tag{10}$$

Os resultados, Tabela 19, não mostraram significância para o x^2 , e apresentaram erro de 10% para o x . A variável Pd apresentou significância com erro de 10%.

Tabela 19 - Resultado Gretl para o Modelo 3.1.4

	Coeficiente	Erro Padrão	z	p-valor
const	1.10029	0.145976	7.5375	<0.00001 ***
X	-3.13394	1.7173	-1.8249	0.06801 *
X2	12.7674	8.14499	1.5675	0.11700
Pd	106.931	58.5601	1.8260	0.06785 *
Dc	-0.171929	0.12463	-1.3795	0.16774
Dk1	0.0826348	0.0714146	1.1571	0.24723
Ds1	-0.250439	0.350859	-0.7138	0.47536
I1	-57.8147	42.8124	-1.3504	0.17688
I2	-26.066	20.0483	-1.3002	0.19355
I3	-3.41944	22.1729	-0.1542	0.87744
Qui-quadrado(9)	11.24102	p-valor		0.259549
Log da verossimilhança	-27.78925	Critério de Akaike		77.57850
Critério de Schwarz	105.5547	Critério Hannan-Quinn		88.87885

4.3 Resumo dos resultados

A Tabela 20 demonstra a compilação dos dez modelos investigados neste estudo e os respectivos resultados, assim como a análise dos testes F e t, rejeitando ou aceitando H_0 .

Tabela 20 - Resumo dos resultados dos modelos de regressão *Tobit*

Modelo	Ajuste do "y"	Função	teste t		teste t (dummy)	teste F	Obs.
			Rejeita H_0 ?				
			x	x ²			
Modelo 1.0	(1/y)	linear	não	N/A	Dp2 (10%)	não	
Modelo 1.1	(1/y)	quadrática	não	não	Dp2 (5%)	não	
Modelo 2.0	(1/(100*y))	linear	não	N/A	Dp2 (10%)	não	
Modelo 2.1	(1/(100*y))	quadrática	não	não	Dp2 (10%)	não	
Modelo 3.0	N/A	linear	não	N/A	Dp2 (5%)	não	
Modelo 3.1	N/A	quadrática	sim (5%)	sim (10%)	Dp2 (5%)	sim (10%)	
Modelo 3.1.1	N/A	quadrática	sim (10%)	sim (10%)	Ds1 (5%)	não	*
Modelo 3.1.2	N/A	quadrática	sim (5%)	sim (10%)	Não	não	**
Modelo 3.1.3	N/A	quadrática	sim (10%)	não	Não	não	***
Modelo 3.1.4	N/A	quadrática	sim (10%)	não	Pd (10%)	não	****

Fonte: Elaborado pela autora.

* Exclusão de Dp1, Dp2 e Dp3.

** Inclusão de I1, I2, e I3.

*** Exclusão de Dp1; Dp2; Dp3; Dk2; Ds2 e Ds3. Inclusão de Pd.

**** Modelo 3.1.3 com inclusão de I1, I2, e I3.

Inicialmente, optou-se pelo modelo de regressão *Tobit* com distribuição truncada à esquerda, em 1. No entanto, os resultados não mostraram significância para a

variável inadimplência. Com o intuito de melhorar o modelo inseriu-se a variável quadrática na regressão, x^2 . Entretanto, novamente não houve significância, por esse motivo, foi-se modificando o modelo, no que tange a distribuição da variável y , tipo de função (linear ou quadrática), nas variáveis explicativas (*dummies*), variáveis de *input* do modelo DEA. Em alguns casos obteve-se uma significância de 10% e de 5% para a variável inadimplência (x e x^2). Como pode ser observado na tabela 20. Em relação ao teste F e teste t, percebe-se que apenas o Modelo 3.1.1 rejeitou H_0 , tanto no teste F, quanto no teste t. Dessa forma, esse é o modelo que melhor explica a relação funcional entre a inadimplência e a eficiência bancária.

O objetivo do presente estudo era verificar se havia relação funcional entre inadimplência e eficiência. Os resultados demonstraram a existência dessa relação sob uma modelagem específica de função quadrática. No entanto, foi possível apenas verificar a significância estatística da variável inadimplência em relação à eficiência (teste t), mas quando verificamos a significância estatística da regressão (teste F) a significância mínima foi a 10%. Dessa forma, não foi possível afirmar de forma conclusiva sobre a existência dessa relação.

Além disso, pode-se verificar também que o porte apresenta um impacto significativo na eficiência dos bancos.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente trabalho pretendeu analisar a relação funcional entre inadimplência e eficiência bancária. Para isso, procedeu ao levantamento do estado da arte sobre o tema abordado, por meio do estudo dos clássicos, da eficiência bancária, abordagens e ferramentas para mensuração. Após a mensuração da eficiência levantou-se o modelo de regressão adequado para avaliar a relação pretendida.

Neste estudo foram mensuradas as eficiências técnica e de escala das instituições e/ou conglomerados financeiros autorizados a funcionar pelo Banco Central do Brasil, em dezembro de 2010. Uma técnica de mensuração não-paramétrica, Análise Envoltória de Dados – DEA, foi aplicada fazendo uso da função de produção definida com três *inputs* (fundos captados, despesas operacionais e capital) e três *outputs* (receitas de intermediação financeira, operações de crédito e investimentos). Na especificação dessa função assumiu-se a abordagem da intermediação financeira, orientada ao produto.

As medidas de eficiência foram estimadas considerando, tanto a hipótese de retornos constantes à escala como a hipótese de retornos variáveis à escala. A utilização de retornos constantes à escala é apropriada quando há a plena utilização dos *inputs* para a maximização dos *outputs*. No entanto, quando há um ambiente de competição imperfeita e restrições financeiras, que é a realidade do mercado brasileiro, os resultados encontrados sob a hipótese dos retornos variáveis de escala parecem ser mais consistentes.

A média geral da eficiência, orientada ao produto, sob a hipótese dos retornos variáveis de escala encontrada no presente estudo foi de 85%. Esse escore médio está em linha com as médias encontradas em vários estudos recentes.

Por meio de estatística descritiva foi realizada uma análise dos escores de eficiência em relação ao porte, tipo de controle, tipo de capital e seguimento de atuação dos bancos de forma consolidada. Essa análise mostrou que os bancos de grande porte, de controle público, de capital nacional e de segmento de atuação complexo apresentam as maiores eficiências médias.

Foram calculados dez modelos diferentes da regressão *Tobit*, com o objetivo de verificar a existência de relação funcional entre a inadimplência e a eficiência bancária. Por meio dos testes com os diferentes modelos, descobriu-se que essa relação existe e não é linear. A relação entre as duas variáveis é quadrática, ou seja, a inadimplência impacta a eficiência de forma marginal e tem um ponto de mínimo, no qual a inadimplência tem efeito mais negativo. No entanto, foi possível apenas verificar a significância estatística da variável inadimplência em relação à eficiência (teste t), mas quando verificamos a significância estatística da regressão (teste F) a significância mínima foi a 10%. Dessa forma, não foi possível afirmar de forma conclusiva sobre a existência dessa relação.

Os resultados da regressão *Tobit* também demonstraram que o porte tem impacto significativo na eficiência dos bancos.

As principais contribuições do presente estudo referem-se à: 1) indícios de que existe uma relação funcional quadrática entre a inadimplência e a eficiência bancária; 2) A exposição das várias especificações para o modelo *Tobit*, que servirá como insumos em estudos futuros com aplicação dos resultados do DEA em regressões; 3) Cálculo do score de inadimplência por meio do DEA, sob a abordagem da intermediação financeira, utilizando depósitos como input. Esse resultado servirá como comparação para resultados de outros trabalhos que considerem hipóteses diferentes nas especificações do modelo DEA.

Cabe ressaltar que o universo de fatores que podem ser determinantes da eficiência bancária é consideravelmente amplo, causando impactos diretos e indiretos no *desempenho* dos bancos. A análise consolidada torna-se assim uma atividade bastante complexa. Além disso, o presente estudo avaliou apenas um período no tempo, dezembro de 2010, e estudou a relação funcional entre inadimplência e eficiência por meio de apenas um modelo, a regressão *Tobit*, sob determinadas especificações, mas não esgotou todas as possibilidades.

Dessa forma, para futuras pesquisas, recomenda-se a utilização de dois grupos de variáveis (input e output) para o cálculo do modelo DEA, com o intuito de investigar se o posicionamento dos depósitos como input ou como output impacta de forma significativa os scores de eficiência. Outra recomendação é realizar uma modelagem com dados em painel, utilizando fronteiras estocásticas e modelos mais avançados da regressão *Tobit*, incluindo a investigação o impacto de variáveis

macroeconômicas.

REFERÊNCIAS

- ÂNGULO MEZA, L et al. Selecção de variáveis em DEA aplicada a uma análise do mercado de energia eléctrica. **Associação Portuguesa de investigação Operacional**. Rio de Janeiro, n. 27, p. 21-36, 2007.
- 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.
- BERGER, A. N.; DEYOUNG, R. Problem loans and cost efficiency in commercial banks. **Journal of Banking and Finance**, Volume 21, p. 849-870, 1997.
- BERGER, A.N.; HASAN, I.; ZHOU, M. Bank ownership and efficiency in china: What will happen in the world's largest nation? **Journal of Banking and Finance**, n.33, p. 113-130, 2009.
- BERGER, A.N.; HUMPHREY, D.B. Efficiency of financial institutions: international survey and directions for future research. **European Journal of Operational Research**, v.98, n.2, p. 175-212, 1997.
- BRASIL. Conselho Monetário Nacional. Resolução 2.099, de 1994.
- CATERMOL, F. Inovações e Contestabilidade: Algumas Considerações sobre Eficiência Econômica. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 22, p. 123-149, dez. 2004.
- CHABALGOITY, L.; MARINHO, E.; BENEGAS, M.; NETO, P. J. Eficiência técnica, produtividade e liderança tecnológica na indústria bancária brasileira. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v.37, n.1, p. 75-112, Abr, 2007.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units, **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429-444, Nov. 1978.
- COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K.. **Data Envelopment Analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver Software**. 2. Ed. New York (USA): Springer, 2006.
- CRESWELL, J.W. Uma estrutura para projeto. In:_____. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. Cap.1
- FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, Series A, Vol. 120, n.3, p. 253-290, 1957.
- FREITAS, X.; ROCHET, J.C. **Microeconomics of Banking**. 4 ed., MIT Press, 1999.

FUJIWARA, T. A **Mensuração do Produto, Eficiência e Economias de Escalas dos Bancos Brasileiros**. São Paulo. Universidade de São Paulo. Faculdade de Economia Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. 2006, 68f. Dissertação (Mestrado em Economia).

GREENE, W.H. Limited Dependent Variable and Duration Models. In:_____. **Econometric Analysis**. New Jersey, Prentice Hall, 2002. Chapter 22.

GUJARATI, D.N. **Econometria Básica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

KASSAI, S. **Utilização da Análise Envoltória de Dados (DEA) na Análise de Demonstrações Contábeis**. 2002. 350f. Tese (Doutorado em Contabilidade e Controladoria). Departamento de Contabilidade e Atuária, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2002.

KRAUSE, K. **Eficiência Bancária: uma Aplicação DEA para Bancos com Carteira Comercial no Brasil**. Brasília, UnB. Programa de Pós-Graduação em Gestão Econômica de negócios, 2003. 240f. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica de Negócios) – Departamento de Economia, Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

KRAUSE, K.; TABAK, B M. Eficiência Bancária: uma aplicação DEA para os segmentos bancários no Brasil. In: Banco Central do Brasil, **Relatório de Estabilidade Financeira**, v. , n. , Mai, 2004.

KRAUSE, K; PORTELLA, G R; TABAK, B M. Eficiência Bancária: o valor intrínseco na função de produção. **Revista de Administração (USP)**, v. 40, n. 4, p. 172-186, 2005.

MARINHO, A. Avaliação da Eficiência Técnica nos Serviços de Saúde nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro. **RBE**, Rio de Janeiro, n.57, p.515-534, 2003.

MARINHO, A. Estudo de eficiência em alguns hospitais públicos e privados com a geração de rankings. **Texto para Discussão**, IPEA, Rio de Janeiro, n.794, 2001.

ONUSIC, L. M.; CASA NOVA, S. P. C.; ALMEIDA, F. C. **Modelos de previsão de insolvência utilizando a análise por envoltória de dados: aplicação a empresas brasileiras**. Revista de Administração Contemporânea. 2007, vol.11, n.spe2, pp. 77-97.

PEDRINI, D. C.; SANTANA, A. M. O.; CATEN, C.S. Sistemática para a aplicação do gráfico de controle de regressão múltipla no monitoramento de processos. In: XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2009, Salvador. **Anais do XXIX ENEGEP, 2009**.

PEÑA, C, R. Um modelo de avaliação da eficiência da administração pública através do método análise envoltória de dados (DEA). **Revista em Administração Contemporânea**. Curitiba, v. 12, n. 1, p. 83-106. Jan./Mar. 2008

PEÑA, C. R. **Uma avaliação da eficiência e do impacto do contexto na gestão de unidades produtivas através do DEA.** 2010.

RESTI, A.; SIRONI, A.. Risco de Crédito. In:_____. **Gestão do risco na atividade bancária e geração de valor para o acionista:** modelos de medição de risco a políticas de alocação de capital. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010. Parte III.

RUIZ, C.; TABAK, B.M.; CAJUEIRO, D.O. Mensuração da Eficiência Bancária no Brasil – A Inclusão de Indicadores Macroprudenciais. **Revista Brasileira de Finanças.** v. 6, n. 3, p. 411-436, 2008.

SANTOS, A.; CASA NOVA, S.P.C. Proposta de um Modelo Estruturado de Análise de Demonstrações Contábeis. **RAE Eletrônica,** São Paulo, v.4, n.1, art.8, jan/jul. 2005.

SILVA, T. L.; JORGE NETO, P. M. Economias de escala e eficiência nos bancos brasileiros após o Plano Real. **Estudos Econômicos.** São Paulo, v.32, n.4, p.577-619, Out-Dez, 2002.

SOUZA, G. S.; TABAK, B. M.; STAUB, R. B. Avaliação da Significância do Efeito de Fatores nas Medidas de Eficiência da DEA Orientada a Produto: Aplicação para Bancos Brasileiros. **Relatório de Estabilidade Financeira,** Banco Central do Brasil, v. 2, n. 2, Nov. 2003.

STAUB, R.B.; SOUZA, G.; TABAK, B.M. Evolution of Bank Efficiency in Brazil: A DEA Approach. **Working Paper Series,** Banco Central do Brasil, n. 200, p. 1-48, 2009.

SURCO, D.F. **Desenvolvimento de Uma Ferramenta Computacional para Avaliação da Eficiência Técnica Baseada em DEA.** Curitiba. Curso de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia. 2004, 115f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Setor de Ciências Exatas e Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

TABAK, B.M.; CRAVEIRO, G.L.; CAJUEIRO, D.O. Eficiência Bancária e Inadimplência: testes de Causalidade. **Trabalhos para Discussão,** Banco Central do Brasil, n. 220, 2010.

TECLES, P.; TABAK, B.M. Determinants of Bank Efficiency: the case of Brazil. **Working Papers Series,** Banco Central do Brasil, n. 210, 2010.

USMAN, M.; WANG, Z.; MAHMOOD, F.; SHAHID, H. Scale Efficiency in Banking Sector of Pakistan. **International Journal of Business & Management,** v.5, p.104-116, 2010.

VERGARA, S.C. Começando a definir a metodologia. In:_____. **Projetos e Relatórios de pesquisa em administração.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2005. Cap.4.

WANG, J.C. Loanable Funds, Risk, and Bank Service Output. Federal Reserve Bank of Boston, Working Paper 03-4, July 2003.PODPIERA, J.; WEILL, L. Bad luck or bad management? Emerging banking market experience. **Journal of Financial Stability,** Volume 4, p. 135-148, 2008.

ANEXOS

Anexo I – Descrição das variáveis *Dummies*

As classificações utilizadas no presente estudo foram obtidas junto ao Banco Central do Brasil. Abaixo estão as descrições dos critérios utilizados em cada classificação de acordo com o BACEN.

1. Classificação por Porte

O porte é apurado considerando o conceito Top 50 de forma consolidada frente ao Sistema Bancário – aqui entendido como o conjunto de entidades que compõem os macrosssegmentos Bancário 1 e Bancário 2. A apuração tem como parâmetro o montante do Ativo ajustado. Assim, para o conjunto de entidades incluídas no conceito Top 50, aquelas cuja participação relativa no total do Ativo ajustado do Sistema Bancário exceda a 15% são consideradas de grande porte e retiradas do rol de entidades a serem classificadas. Para as entidades restantes o porte é obtido através da porcentagem de participação acumulada das entidades no macrosssegmento, acompanhando os seguintes passos:

- i. classificação das entidades em ordem decrescente de participação;
- ii. as entidades que compõem a faixa de 0 a 70%, inclusive, do montante de participação acumulada no total do Ativo ajustado do Sistema Bancário são consideradas de grande porte;
- iii. as entidades que compõem a faixa entre 70% e 95%, inclusive, de participação acumulada são consideradas de médio porte;
- iv. as entidades que compõem a faixa entre 95% e 99%, inclusive, são consideradas de pequeno porte; e
- v. as demais entidades, que compõem a faixa acima de 99% até 100%, são consideradas de micro porte.

2. Classificação por Tipo de Controle

Público: Bancos cujo controle acionário pertence ao governo federal ou estadual.

Privado: Bancos cujo controle acionário pertence a investidor(es) privado(s).

3. Classificação por Tipo de Capital

Nacional: Bancos cujo capital é composto por investimento nacional.

Nacional com Participação Estrangeira: Bancos cujo capital, em sua maioria, é composto por investimento nacional, mas conta com participação de investimentos estrangeiros.

Estrangeiro: Bancos cujo capital, em sua maioria, é composto por investimento estrangeiro.

4. Classificação por Segmento de Atuação

Complexos: Bancos ou conglomerados financeiros de grande porte e, também, os de médio porte que ofereçam ampla gama de serviços e produtos, cujas atividades estão distribuídas entre crédito, tesouraria e negócios.

Atacado & Middle Market: Bancos ou conglomerados financeiros, com foco em crédito em que há predomínio das operações com valores acima de R\$500 mil.

Crédito: Bancos ou conglomerados financeiros, com foco em crédito em que há predomínio das operações com valores até R\$100 mil.

Tesouraria & Negócios: Bancos ou conglomerados financeiros que operam predominantemente com títulos e valores mobiliários. Estão inclusas, também, as entidades que apresentam expressiva participação em investimentos societários e aquelas com valor elevado na relação entre as receitas de serviços de negócios e as receitas operacionais ajustadas.