

Performance dos bancos brasileiros no contexto de digitalização (Performance of Brazilian banks in the context of digitalization)

Otávio Dias Freitas[†]
Guilherme Kirch[‡]

Resumo

Considerando o contexto de digitalização do sistema bancário brasileiro, o presente estudo avalia como o investimento em tecnologia vem afetando a performance das instituições financeiras. Diversos estudos avaliaram o impacto da digitalização nos resultados dos bancos. Hernando & Nieto (2007) e Ciciretti, Hasan & Zazzara (2009) identificaram ganhos de rentabilidade e redução de custos com a implantação do *internet banking* nos bancos espanhóis e italianos. Neste estudo foram analisadas, por meio de regressões lineares, a relação entre investimentos em TI e medidas de rentabilidade (ROA, ROE e margem de intermediação) e despesas (de pessoal e administrativas). Foi também avaliada, por meio de uma análise envoltória de dados (DEA), a evolução das eficiências técnica, de custos e alocativa dos bancos brasileiros, sendo os resultados segregados em termos dos investimentos em TI. Os resultados sugerem que o investimento em tecnologia da informação pelos bancos possui uma relação significativamente positiva com as variáveis de rentabilidade e negativa com as despesas administrativas, corroborando parcialmente com os estudos de Hernando & Nieto (2007). Foi verificado também melhora na eficiência técnica dos bancos brasileiros ao longo do período analisado, principalmente entre aqueles que possuem maior investimento em TI.

Palavras-chave: Bancos brasileiros; performance; digitalização; regressão linear; DEA

Códigos JEL: G21, G40.

Abstract

In the context of digitalization of the Brazilian banking system, the present study evaluates how the investment in technology affects the performance of financial institutions. Many studies have evaluated the impact of digitalization on banks' results. Hernando & Nieto (2007) and Ciciretti et al. (2009) identify improved profits and cost reduction with the implementation of internet banking in Spanish and Italian banks. In the present study, linear regressions are used to analyze the relationship between investments in IT and measures of profitability (ROA, ROE and margin of intermediation) and expenses (personnel and total administrative expenses). A Data Envelopment Analysis (DEA) is used to evaluate the development of Brazilian banks' technical, cost and allocative efficiencies, with data segregated according to level of investment in IT. Results suggest that banks' investment in information technology has a significantly positive relationship to profitability variables and to decreased administrative expenses, partially corroborating the work of Hernando & Nieto (2007). Improvement in Brazilian banks' technical efficiency during the period analyzed is also shown, mainly among those banks with highest investment in IT.

Keywords: Brazilian banks; performance; digitalization; linear regression; DEA

JEL Code: G21, G40.

1. Introdução

Historicamente, os bancos possuem papel fundamental na promoção da liquidez das economias ao exercerem seu papel de intermediação entre agentes superavitários (poupadores) e deficitários (tomadores) (Andrezzo & Lima, 2007). Com essa atuação, surge a função de criação de moeda, a partir de um ciclo que envolve a captação de depósitos e a concessão de crédito, cujo valor é depositado novamente no banco, gerando base para novas operações de crédito, criando moeda a partir do chamado efeito multiplicador (Andrezzo & Lima, 2007), também chamado de multiplicador bancário ou monetário.

O perfil de investimento em tecnologia por parte dos bancos vem mudando ao longo dos últimos anos. A aquisição e desenvolvimento de *softwares* superou o de *hardwares* a partir de 2014, conforme identificado

Submetido em 19 de maio de 2019. Revisado em 9 de junho de 2019. Aceito em 16 de junho de 2019.

Publicado online em novembro de 2019. Editora responsável: Andrea Minardi.

[†](Autor correspondente) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: otaviofreitas@gmail.com

[‡]Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: guilhermekirch@gmail.com

pela Federação Brasileira de Bancos (FEBRABAN, 2018), sendo responsável por 50% dos R\$ 19,5 bilhões investidos em 2017 pelos bancos contra 32% investidos em *hardware*. Além disso, as instituições financeiras investiram 52% do total das novas tecnologias em Computação Cognitiva e *Analytics*, buscando melhor interação digital com seus clientes. Ainda segundo a FEBRABAN (2018), o perfil de investimento em software dos bancos brasileiros tem como prioridade as transações com movimentação financeira nos canais mobile (77% dos bancos) e internet (82% dos bancos).

Isso ocorre em razão de a adoção do atendimento digital ter se tornado estratégico para os bancos múltiplos. Trata-se de um importante canal de atendimento, complementar ao atendimento presencial nas agências (Hernando & Nieto, 2007), pois permite um aumento na interação entre o banco e seus clientes, diminuindo os custos na realização de cada interação (Arnold & Ewijk, 2011). Espera-se que essa estratégia aumente a lucratividade dos bancos, pois haverá aumento nas receitas, por esse maior contato com o cliente, gerando fidelidade acompanhada de redução nas despesas administrativas, principalmente as de pessoal (Hernando & Nieto, 2007).

DeYoung, Lang & Nolle (2007) descrevem três modelos de atendimento bancário: *brick-and-mortar*, representando bancos que não possuem atendimento digital; *click-and-mortar*, também chamados *multichannel banks* (Hernando & Nieto, 2007), pois oferecem atendimento físico e digital; e por último os bancos *internet-only*, descritos por Arnold & Ewijk (2011) como os *pure-play internet*, bancos sem agências físicas e por Delgado, Hernando & Nieto (2007) de *Internet Banks*, acrescentando, em sua definição, os bancos que possuem seu foco no atendimento on-line, mesmo que tenham agências físicas. DeYoung et al. (2007) esperam que os bancos adotem o modelo *click-and-mortar* na busca de redução no número de agências e despesas com funcionários, tendo a internet como um complemento ao atendimento realizado nas agências.

DeYoung (2005) estudou os bancos americanos e identificou que os que utilizam o modelo *click-and-mortar* adotam uma estratégia de migração das transações menos complexas e de baixo valor agregado para os canais digitais. As transações mais complexas, que requerem um atendimento especializado e possuem maior valor agregado, tais como empréstimos customizados, por exemplo, são direcionadas para o canal de agências, mais caro.

Por outro lado, os bancos *internet-only*, ainda segundo DeYoung (2005), buscam a eliminação das agências físicas com a intenção de reduzir seus custos fixos. Assim, podem oferecer melhores taxas para aplicação e investimento, mantendo sua rentabilidade. Esse modelo, segundo o autor, torna esses bancos mais fracos no quesito relacionamento e mais focados nas transações, assim como foi verificado por Arnold & Ewijk (2011), que abordam a diferença entre os modelos orientado ao relacionamento (*relationship-oriented banking model – ROM*), e orientado às transações (*transaction-oriented banking model – TOM*). O primeiro, de acordo com os autores, foca na realização de múltiplos negócios com cada cliente ao longo do tempo, buscando a obtenção de informações sobre os mesmos. O modelo TOM, por outro lado, foca em transações feitas de forma impessoal e independente.

DeYoung (2005) cita que, apesar de seus resultados identificarem que o modelo *internet-only* (sem agências físicas) seja potencialmente viável sob algumas condições, não há garantia de que seguirá existindo no futuro, mesmo com o aumento nas transações on-line, uma vez que o modelo *click-and-mortar* é mais dinâmico. Outro alerta feito pelo autor é o de que a migração dos clientes do atendimento em agência para o atendimento on-line pode destruir valor se não for feito corretamente.

Recentemente, o sistema financeiro brasileiro presenciou a chegada das chamadas *Fintechs*, empresas de tecnologia que oferecem serviços financeiros, concorrentes diretos dos bancos comerciais e que se enquadram na definição de *pure-play internet* descrita por Arnold & Ewijk (2011), sendo um possível fator de incentivo à adoção/intensificação da oferta de atendimento digital pelos bancos múltiplos brasileiros (Hernández-Murillo, Llobet & Fuentes, 2010).

Outro fator relevante para a adoção dos canais digitais, segundo Hernández-Murillo et al. (2010), é a baixa rentabilidade do banco em suas operações ou ainda a diminuição da mesma. Quedas na rentabilidade sobre o patrimônio líquido (ROE), razão entre o lucro líquido e o patrimônio líquido, por exemplo, podem incentivar os gestores a perseguir estratégias que visam melhorar a rentabilidade, como a adoção dos canais digitais em

substituição ao atendimento em agências físicas. O crescimento da Provisão para Créditos de Liquidação Duvidosa observado nos últimos anos também pode ser considerado um fator para intensificação do investimento em TI, uma vez que afetou negativamente o resultado dos bancos comerciais brasileiros, levando-os a buscar alternativas de redução de custos.

Quanto ao impacto da utilização do atendimento on-line na performance dos bancos, Hernando & Nieto (2007) conduziram um estudo relativo aos bancos espanhóis e verificaram que o impacto na performance dessas instituições, medida por diversos indicadores, foi positivo, em média, a partir de um ano e meio após sua adoção. Os bancos estudados apresentaram melhores resultados tanto em sua rentabilidade, quanto em sua performance operacional. Os autores também verificaram que o canal *Internet* é um complemento ao atendimento das agências, e não um substituto.

Ciciretti et al. (2009) avaliaram várias definições de *internet banking* e seu impacto na rentabilidade dos bancos tradicionais italianos. Em consonância com os demais autores citados, o impacto foi positivo. Os autores alertam, contudo, que em sua revisão da literatura identificaram que o impacto da internet no resultado dos bancos não ocorre de forma isolada e que ainda era cedo para verificar o impacto sistemático do *internet banking* nos resultados dos bancos.

O caso brasileiro foi estudado por Teixeira & Cavalcante (2005) no tocante às relações entre tecnologia, padrões organizacionais e produtividade nos bancos. Os autores identificaram um aumento na produtividade dos funcionários de bancos, mas sem que esse ganho pudesse ser atribuído à evolução tecnológica. O estudo ainda identificou um crescimento nas despesas administrativas dos bancos nos anos de 1997 e 2001.

A eficiência dos bancos brasileiros também foi estudada por Staub, Souza & Tabak (2010) e Gomes, Oliveira & Matias (2017), que utilizaram a metodologia DEA (*Data Envelopment Analysis*) em seus estudos. Staub et al. (2010) concluíram que os bancos no Brasil são ineficientes quando comparados a seus pares nos outros países, porém, dentro desse contexto, os bancos públicos brasileiros apresentaram maior eficiência no período de 2000 a 2007, quando comparados aos privados de capital nacional e/ou estrangeiros que atuam no país. Entre os privados, os bancos brasileiros foram considerados mais eficientes do que os estrangeiros com atuação no Brasil. Esse último resultado foi corroborado por Gomes et al. (2017) para o período de 2006 a 2013, em que identificaram uma deterioração na eficiência média dos bancos que participam do nosso Sistema Financeiro Nacional.

Diante da mudança identificada no perfil dos investimentos dos bancos brasileiros, do surgimento das *Fintechs* como alternativa aos bancos tradicionais e da perspectiva de aumento da concorrência no setor, o presente estudo levanta o questionamento quanto ao impacto que o Investimento em Tecnologia da Informação (TI) tem na performance dos bancos brasileiros. Esse direcionamento é fruto de uma busca por maiores retornos e menores custos, conforme encontrado por Hernando & Nieto (2007) e Hernández-Murillo et al. (2010)? Será que os resultados de Hernando & Nieto (2007) ainda são válidos, uma vez que o choque inicial da adoção dos canais digitais já ocorreu? Esses investimentos se traduzem em ganhos de eficiência?

Este estudo busca contribuir com a atual teoria financeira ao analisar o efeito contínuo da digitalização nos bancos brasileiros, tanto na rentabilidade, quanto na redução de despesas e melhoria na eficiência. Diferentemente dos estudos anteriores, com destaque para Hernando & Nieto (2007), Ciciretti et al. (2009) e Hernández-Murillo et al. (2010), o presente estudo tem como objetivo medir os efeitos da digitalização, capturada pelo investimento em Tecnologia da Informação (TI), ao longo do tempo na performance dos bancos brasileiros, tema relevante dentro do contexto de adoção de modelos digitais de atendimento e da chegada das *Fintechs* como concorrentes *pure-play internet* para os bancos tradicionais. A análise conjunta de rentabilidade, despesas e eficiência também se caracteriza como uma inovação, principalmente quando separados os bancos entre os que investem maiores e menores valores em Tecnologia da Informação.

Os resultados confirmaram, em parte, as hipóteses iniciais. Observou-se que o investimento em TI gerou ganhos de rentabilidade nos bancos brasileiros no período de 2011 a 2017, uma vez que foi identificada relação positiva entre esse indicador e as variáveis ROE, ROA e Margem de Intermediação, assim como verificado por Hernando & Nieto (2007) quando analisada a implantação do atendimento on-line pelos bancos. Esse achado é importante ao identificar que os investimentos em tecnologia da informação seguem trazendo resultados

positivos para os bancos.

No lado da despesa, contudo, os resultados foram diferentes do esperado, uma vez que não houve interação significativa entre os investimentos em TI e as Despesas com Pessoal. As Despesas Administrativas, por outro lado, apresentaram um coeficiente positivo, demonstrando que aumentam à medida em que há maior investimento em tecnologia. Esse resultado pode ser explicado pelo incremento nos serviços de processamento de dados, manutenção de sistemas e servidores, entre outros, corroborando os achados de Teixeira & Cavalcante (2005).

Quanto à eficiência, foram três indicadores: Eficiência Técnica, Eficiência de Custos e Eficiência Alocativa analisadas. No primeiro quesito, observou-se um incremento ao longo do período de 2011 a 2017, principalmente entre os maiores bancos e entre os que mais investiram em Tecnologia da Informação. As Eficiências de Custos e Alocativa, contudo, apresentaram declínio, principalmente no final do período estudado. Nos bancos com maior investimento em TI, contudo, essa piora foi menos evidente.

O restante do estudo está estruturado da seguinte forma: na seção 2 são enunciadas as hipóteses e descritos os métodos de pesquisa e os procedimentos de seleção da amostra; na seção 3 são apresentados e analisados os resultados do estudo empírico; e, por fim, na seção 4 são apresentadas as considerações finais.

2. Hipóteses, Método e Seleção da Amostra

Nessa seção, inicialmente, são apresentadas as hipóteses da pesquisa, bem como o embasamento teórico que as sustenta. Na sequência são apresentados os métodos e modelos para os testes das hipóteses e os procedimentos de seleção da amostra.

2.1 Hipóteses

Hernando & Nieto (2007) e Ciciretti et al. (2009) identificaram que os bancos espanhóis e italianos, respectivamente, apresentaram melhorias na sua rentabilidade com a adoção do atendimento digital. A adoção antecipada do *internet banking* por bancos menos rentáveis e o incentivo gerado em seus concorrentes para que também façam essa adoção (Hernández-Murillo et al., 2010) também reforçam a argumentação de que a digitalização possui impacto positivo na rentabilidade dos bancos.

O Relatório da FEBRABAN (2018) evidencia o crescimento da digitalização bancária, materializado no aumento do investimento em tecnologia, principalmente *softwares*, determinando a importância desse movimento no contexto da realização de negócios bancários. Faz parte desse contexto o aumento da concorrência gerada pelas *fintechs*, empresas de tecnologia financeira, bem como os altos índices de Provisão para Créditos de Liquidação Duvidosa - PCLD observados pelos bancos brasileiros.

Dadas essas constatações, pode-se argumentar que o investimento em tecnologia da informação busca tornar os bancos brasileiros mais rentáveis, a fim de fazer frente às perdas com inadimplência e o surgimento de novos concorrentes. Esse racional é traduzido na seguinte hipótese:

Hipótese 1 : O investimento em TI aumenta a rentabilidade dos bancos brasileiros.

A digitalização também apresenta potencial para redução nas despesas administrativas e de pessoal dos bancos, pois permite que mais transações sejam realizadas pelos clientes sem a necessidade de incorrer nos custos de Varejo descritos por Kovner, Vickery & Zhou (2014). Isso ocorre devida à menor necessidade de manutenção de agências físicas e mão-de-obra para a realização das transações menos complexas, conforme descrito por DeYoung (2005).

Em seu estudo, Hernando & Nieto (2007), identificaram redução dessas despesas nos bancos espanhóis após a adoção do *internet banking*. Dessa forma, tudo o mais constante, quanto maior o investimento em TI e consequente digitalização do banco, menores devem ser seus custos e despesas, especialmente aqueles relacionados com a administração e pessoal. Esse argumento é sintetizado na seguinte hipótese de pesquisa:

Hipótese 2 : O investimento em TI reduz as despesas dos bancos brasileiros.

Dadas as Hipóteses 1 e 2, espera-se que os bancos brasileiros apresentem maior eficiência ao longo do tempo. Essa expectativa está baseada, principalmente, na premissa de redução de custos identificada por Hernando & Nieto (2007) e Ciciretti et al. (2009). Além disso, os estudos de Staub et al. (2010) e Gomes et al. (2017) identificam que, apesar de os bancos de capital nacional serem mais eficientes em relação aos de capital estrangeiro operando no país, ainda há espaço para ganhos de eficiência, principalmente ao compararmos nosso sistema financeiro aos dos países desenvolvidos. Dado o potencial de otimização de processos e custos imputado aos avanços tecnológicos (DeYoung, 2005), espera-se verificar uma evolução na eficiência dos bancos brasileiros, principalmente entre os que investem maior valor em Tecnologia da Informação. Assim, fica definida a terceira hipótese como sendo:

Hipótese 3 : A eficiência dos bancos brasileiros deve ser maior entre aqueles com maiores investimentos em TI.

2.2 Métodos

Para testar as Hipóteses 1 e 2 serão realizadas regressões lineares múltiplas. Com base nos estudos de Hernando & Nieto (2007), são propostos os seguintes modelos lineares nas variáveis:

$$\text{RENTABILIDADE}_{it} = \alpha + \beta \times \text{Investimento TI}_{it} + \sum_k \lambda_k \times X_{it}^k + \varepsilon_{it}, \quad (1)$$

$$\text{DESPESA}_{it} = \gamma + \eta \times \text{Investimento TI}_{it} + \sum_k \pi_k \times X_{it}^k + \mu_{it}, \quad (2)$$

em que:

RENTABILIDADE_{it}: Serão testadas três medidas de rentabilidade também empregadas no estudo de Hernando & Nieto (2007) com bancos espanhóis, a saber:

- ROE: Retorno sobre Patrimônio Líquido, medido pela divisão do Resultado Líquido pelo Patrimônio Líquido registrado pelo banco *i* no período *t*. Trata-se de medida que busca identificar a remuneração do capital próprio do banco, sendo uma medida de rentabilidade consolidada na teoria financeira (Hernando & Nieto, 2007);
- ROA: Retorno sobre os Ativos, medido pela razão entre o Resultado Líquido e o total de Ativos registrado pelo banco *i* no período *t*. Outra medida amplamente utilizada para medir a rentabilidade dos ativos do banco (Hernando & Nieto, 2007);
- Margem de Intermediação Financeira: Divisão do Resultado das Operações de Crédito pela Carteira de Crédito Classificada registrada pelo banco *i* no período *t*. Busca medir o ganho financeiro do banco exclusivamente com as operações de crédito.

DESPESA_{it}: Ainda com base em Hernando & Nieto (2007), serão avaliadas duas medidas de Despesas:

- Despesas Administrativas: Divisão das Despesas Administrativas pelo total de Ativos registrado pelo banco *i* no período *t*. Espera-se que o investimento em TI e a digitalização permitam a redução das Despesas Administrativas dos bancos, pela redução dos custos de Varejo descritos por Kovner et al. (2014);
- Despesas de Pessoal: Razão entre as Despesas de Pessoal e o total de Ativos registrado pelo banco *i* no período *t*. Em função da automatização de processos e atendimentos, espera-se que os bancos apresentem menores Despesas de Pessoal, ao necessitar de menor quantidade de funcionários.

Investimento TI_{it}: Divisão do (estoque de) investimento em TI pelo total de Ativos registrado pelo banco *i* no período *t*. Essa medida busca identificar o grau relativo de digitalização de cada instituição financeira, considerando-se o foco verificado pela FEBRABAN (2018) nos investimentos em *software* com propósito de aumentar o grau de digitalização do negócio.

As variáveis de controle (X) consistem nos demais determinantes da performance dos bancos e que precisam ser mantidos constantes para que se possa capturar o efeito direto do investimento em TI na rentabilidade e nas despesas dos bancos. Essas variáveis foram escolhidas com base na literatura, especialmente no estudo de Hernando & Nieto (2007), e são descritas a seguir:

- **Crédito:** Total da Carteira de Crédito Classificada dividida pelo total de Ativos registrado pelo banco i no período t . Essa medida tem como finalidade capturar os efeitos da composição dos ativos (% alocado em crédito versus outras atividades) na rentabilidade e despesas dos bancos, visto que tais operações representam fonte primária de receita das instituições financeiras, motivo pelo qual espera-se um sinal positivo nas equações;
- **Captção:** Total da Captção (Contas Depósitos, Obrigações por Operações Compromissadas, Recursos de Aceites Cambiais, Letras Imobiliárias e Hipotecárias, Debêntures e Similares e Obrigações por Empréstimos e Repasses) dividida pelo total de Ativos registrado pelo banco i no período t . Ao entender que os recursos captados constituem o principal insumo para o crédito, bem como fonte de ganhos com outras operações, tais como Tesouraria. Essa variável, portanto, captura os efeitos da composição do passivo (origem dos recursos) nos resultados dos bancos;
- **PCLD:** Provisão para Créditos de Liquidação Duvidosa dividida pelo total da Carteira de Crédito Classificada registrada pelo banco i no período t . Tal variável não consta no estudo de Hernando & Nieto (2007), porém espera-se que apresente grande impacto na rentabilidade dos bancos dada a falta de previsibilidade desse indicador, as taxas cobradas nas operações de crédito não capturam de forma tão rápida seus efeitos. Espera-se um sinal negativo para essa variável no tocante às equações de rentabilidade, em razão do impacto nas operações de crédito; e positivo quando analisadas as despesas de pessoal e administrativas em razão do consumo de estrutura gerado para a cobrança de operações em atraso;
- **Participação:** Variável de tamanho, indicando a proporção dos ativos do banco i em relação ao total de Ativos dos bancos brasileiros no período t . Conforme abordado por Kovner et al. (2014), quanto maior o banco, menores os custos aos quais está sujeito. Essa variável busca capturar os efeitos de escala na rentabilidade e nas despesas das instituições financeiras;
- **LogAgências:** Log da variação no número de agências do banco i no período t em relação ao período imediatamente anterior. Essa variável busca identificar a influência da variação no número de agências na rentabilidade e nas despesas dos bancos, considerando os ganhos que possa gerar via relacionamento e os custos de varejo descritos por Kovner et al. (2014). Espera-se um sinal positivo nas equações de rentabilidade, em razão dos ganhos de relacionamento que se espera superem os custos marginais dessa expansão, e positivo nas de despesas, em razão dos custos associados a esses novos pontos de atendimento;
- **IPCA12:** Variação do Índice de Preços ao Consumidor Amplo acumulado dos últimos 12 meses. Essa variável busca identificar o impacto do ambiente macroeconômico na rentabilidade e nas despesas dos bancos;
- **PIB12:** Variação do Produto Interno Bruto acumulada nos últimos 12 meses. A variação do PIB de cada período possui influência na realização de negócios e, portanto, enquanto variável macroeconômica, influencia a rentabilidade e, possivelmente, as despesas dos bancos;
- **SELICMeta:** Meta SELIC definida pelo Comitê de Política Monetária do Banco Central do Brasil, vigente no fechamento de cada período. Tal indicador possui impacto direto no custo de captção dos bancos, motivo pelo qual a variável busca capturar os efeitos da Meta SELIC, tanto na rentabilidade, quanto nas despesas das instituições financeiras analisadas.

A Hipótese 1 será testada a partir do modelo (1), que fará uma regressão de variáveis de rentabilidade sobre o investimento em TI de cada banco estudado. As variáveis testadas serão ROE, ROA e Margem de Intermediação

Financeira. Espera-se, como resultado, a identificação de um coeficiente β positivo, demonstrando que esse investimento gera ganhos de rentabilidade.

Já a Hipótese 2 será testada a partir do modelo (2). As variáveis testadas serão Despesas Administrativas e de Pessoal. Espera-se, nesse caso, um coeficiente η negativo da variável de Investimento em TI nas equações em que as variáveis dependentes são as Despesas Administrativas e de Pessoal, evidenciando que a digitalização gera ganhos de eficiência operacional para os bancos brasileiros.

A Hipótese 3 será testada a partir da ferramenta *Data Envelopment Analysis* (DEA), elaborada por Charnes, Cooper & Rhodes (1978). Segundo Havrylchyk (2006), essa ferramenta apresenta, como principal vantagem, a possibilidade de utilização de uma base de dados reduzida, o que se aplica ao presente estudo. Serão verificadas as Eficiências Técnica, de Custos e Alocativa, com orientação ao *input*, conforme Havrylchyk (2006) e Staub et al. (2010), dada a premissa de redução de custos gerada pela digitalização (Hernando & Nieto, 2007; Ciciretti et al., 2009).

Para esse cálculo, conforme descrito por Staub et al. (2010), considera-se uma função de produção com p *inputs*, s *outputs* e n bancos, criando uma matriz X de *inputs* ($p \times n$), em que cada banco será representado pelo vetor x_i , e outra Y , de *outputs* ($s \times n$), com a representação de cada banco feita pelo vetor y_i . É importante considerar que todos os componentes das matrizes devem ser positivos. Os custos totais, que consideram os preços dos *inputs*, são definidos pelo vetor C , em que cada banco é representado por c_i , enquanto a matriz V representa a matriz de custos de *inputs* (quantidade utilizada, em valores monetários), definidos por v_i . O parâmetro λ representa um vetor de $n \times 1$ constantes, dado que θ deve ser calculado n vezes, uma para cada banco i (Havrylchyk, 2006).

A Eficiência Técnica (TE), que mede a capacidade de produzir determinada quantidade de *outputs* (Y) utilizando o menor custo de *inputs* (V), é medida a partir do modelo (3):

$$\theta_i^t = \arg \min \{ \theta; Y\lambda \geq y_i, V\lambda \leq \theta v_i, \lambda 1 = 1, \lambda \geq 0 \} \quad (3)$$

Para a Eficiência de Custos (CE), que tem como finalidade identificar a eficiência geral, considerando os custos totais (C) para produção dos *outputs* (Y), utiliza-se o modelo (4):

$$\theta_i^c = \arg \min \{ \theta; Y\lambda \geq y_i, C\lambda \leq \theta c_i, \lambda 1 = 1, \lambda \geq 0 \} \quad (4)$$

Já a Eficiência Alocativa (AE), que vai buscar o melhor *mix* de *inputs*, considerando seu preço, é dada pelo modelo (5):

$$\theta_i^a = \frac{\theta_i^c}{\theta_i^t} \quad (5)$$

Os bancos que compõem a amostra utilizada nas Hipóteses 1 e 2 serão divididos entre os que apresentam maiores e menores valores para as variáveis Investimento em TI (medida de digitalização) e Ativos (medida de tamanho). Após a segregação, será calculada a média entre as eficiências para cada amostra em cada ano analisado.

A verificação será feita considerando-se todas as variáveis de forma absoluta, conforme utilizado por Havrylchyk (2006) e Staub et al. (2010). Havrylchyk (2006) descreve como uma vantagem do DEA o fato de não ser necessário tratamento prévio dos dados. Os *inputs* serão Despesas de Captação, Despesas de Pessoal e Despesas Administrativas. No lado dos *outputs* serão utilizadas as variáveis Tesouraria, Crédito e Captação, ambos baseados no estudo de Staub et al. (2010) e considerando a abordagem de produção descrita por Holod & Lewis (2011). Os preços dos *inputs*, necessários para o cálculo das Eficiências Alocativa e de Custos, foram obtidos dividindo as Despesas de Captação pelo total de Captação dos bancos e as Despesas de Pessoal e Administrativas pelo número de agências. Foi utilizada essa última medida em razão da indisponibilidade de dados anuais quanto ao número de funcionários de cada instituição financeira.

2.3 Seleção da amostra

A amostra para análise das Hipóteses 1, 2 e 3, foi composta pelos bancos listados na Bolsa de Valores de São Paulo (BOVESPA) e classificados pelo Banco Central do Brasil (Bacen) na categoria b1 - Banco Comercial,

Banco Múltiplo com Carteira Comercial ou Caixas Econômicas, totalizando 19 instituições financeiras. O período de análise inicia em 2011 e se estende até 2017, dada a maior relevância do atendimento *mobile* dos bancos a partir do ano de 2011. A frequência dos dados é semestral para as Hipóteses 1 e 2. Tal escolha justifica-se por dois motivos: a dinâmica do mercado financeiro, que apresenta mudanças rápidas em seus cenários e perspectivas; e a necessidade de maior quantidade de períodos para uma análise mais robusta via regressão linear. Optou-se por não utilizar a frequência trimestral em razão do tempo necessário para que os investimentos em tecnologia possam gerar mudanças perceptíveis nas instituições financeiras, dado o seu tempo de implantação. Quanto à hipótese 3, dadas as características da análise via DEA, que permitem utilização de menor quantidade de dados, visando identificar a eficiência nos fechamentos de período (ano), a frequência utilizada será a anual.

Foram analisadas as demonstrações financeiras e relatórios divulgados pelos bancos para o levantamento das informações relativas ao investimento em TI a partir do custo total de software e logísticos, localizados no ativo intangível de cada banco. Foram somadas as amortizações, dado serem apenas contábeis, e descontadas as baixas registradas nos balanços. Das 19 instituições financeiras iniciais, somente 12 disponibilizavam tais informações, gerando necessidade de exclusão das demais. Ao final, a amostra foi composta por 12 bancos em 14 semestres, a fim de obter uma amostra mais robusta para fins das estimativas.

Os demais indicadores trabalhados foram buscados junto ao sítio eletrônico do Bacen, no relatório IF.data, onde foram selecionadas as datas-base referentes a junho e dezembro dos anos de 2011 a 2017. No tipo de Instituição, foi selecionada a opção Instituições Individuais e utilizados os relatórios Resumo e Demonstração de Resultado.

3. Apresentação dos Resultados

Nessa seção são apresentados os resultados encontrados após aplicação dos métodos descritos na seção anterior. Inicialmente são apresentadas as estatísticas descritivas dos dados utilizados. Na subseção seguinte, os resultados referentes às hipóteses testadas e, por fim, os testes de robustez utilizados para avaliar a sensibilidade dos resultados a mudanças no método.

3.1 Estatísticas descritivas

A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas referentes aos dados utilizados no Modelo (1). Durante o período analisado, os bancos apresentaram um retorno médio semestral sobre os ativos de 0,57%, com desvio padrão de 0,63p.p. e, sobre o patrimônio líquido, de 6,39% e desvio padrão de 5,75p.p. As despesas médias com PCLD representaram 2,15% da carteira de crédito dos bancos analisados, carteira essa que representou, em média, 37,34% dos ativos das instituições financeiras.

A média de investimento em tecnologia da informação (TI) foi de 0,54% dos ativos por semestre, porém apresentando crescimento ao longo do período analisado. Já as despesas de pessoal e administrativas apresentaram média de 1,04% e 1,08% dos ativos por semestre, respectivamente.

No contexto econômico, o cenário demonstrou uma inflação média, medida pelo IPCA, de 6,44% a.a., com um pico de 10,67% em 2015. A variação média anual do PIB foi positiva em 0,35% e a SELIC meta esteve em 10,93% a.a. em média.

A matriz de correlações é apresentada na Tabela 2, destacando-se as correlações identificadas entre o Investimento em TI e as variáveis ROA (0,068), ROE (0,033), Margem de Intermediação Financeira (0,092) e Despesa de Pessoal (0,583). Essa variável também apresenta correlação significativa, porém negativa, com a variável LogAgências (-0,038), indicando, neste caso, uma diminuição no número de agências conforme há maior Investimento em Tecnologia da Informação.

Conforme esperado, a PCLD apresenta alta correlação negativa com os indicadores de rentabilidade (ROA, -0,480 e ROE, -0,440) e positiva com as Despesas Administrativas (0,410). Esse resultado reforça o papel da PCLD no resultado dos bancos brasileiros no período.

Tabela 1
Estatísticas Descritivas Modelo (1)

	média	mediana	dp	mín.	máx.
InvTI	0,54%	0,36%	0,53%	0,00%	2,01%
ROA	0,57%	0,55%	0,63%	-2,78%	2,65%
ROE	6,39%	6,81%	5,75%	-26,65%	21,78%
MargemInter	9,83%	9,77%	3,48%	3,34%	31,05%
DespPessoal	1,04%	0,71%	0,78%	0,07%	3,02%
DespAdmin	1,08%	0,82%	0,95%	0,13%	6,69%
CarteiraCred	37,34%	38,19%	16,97%	6,01%	70,51%
Captacao	72,72%	78,03%	14,98%	29,06%	92,06%
PCLD	2,15%	1,96%	1,65%	-4,37%	8,62%
Particip	5,26%	0,60%	7,11%	0,05%	20,25%
LogAgencias	0,01%	0,00%	0,04%	-0,14%	0,30%
PIB12	0,36%	0,71%	2,91%	-5,58%	4,70%
IPCA12	6,44%	6,46%	2,02%	2,95%	10,67%
SELICMeta	10,93%	11,00%	2,47%	7,00%	14,25%

Dados de uma amostra de 12 bancos brasileiros no período compreendido pelo primeiro semestre de 2011 e o segundo semestre de 2017 (14 semestres). As variáveis cujas estatísticas descritivas são aqui reportadas são: Investimento em TI (InvTI), Rentabilidade sobre os Ativos (ROA), Rentabilidade sobre o Patrimônio Líquido (ROE), Margem de Intermediação Financeira (MargemInter), Despesas de Pessoal (DespPessoal), Despesas Administrativas (DespAdmin), Carteira de Crédito (CarteiraCred), Captação (Captacao), Provisão para Crédito de Liquidação Duvidosa (PCLD), Market-share de ativos (Particip), Logaritmo Natural da Variação no Número de Agências (LogAgencias), Variação no Produto Interno Bruto acumulada nos últimos 12 meses (PIB12), Variação no Índice de Preços ao Consumidor Amplo acumulada nos últimos 12 meses (IPCA12) e Taxa Selic Meta (SELICMeta).

3.2 Digitalização, rentabilidade e despesas

Os resultados das regressões dos Modelos (1) e (2), relativos às Hipóteses 1 e 2, respectivamente, são apresentados na Tabela 3 e descritos nos próximos parágrafos.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 3, o Investimento em Tecnologia da Informação possui relação positiva e estatisticamente significativa com as três variáveis de rentabilidade analisadas (ROA, ROE e Margem de Intermediação Financeira). Tanto no ROE, que representa a rentabilidade do capital próprio dos bancos, quanto na Margem de Intermediação Financeira, medida relacionada ao *spread*, os resultados foram significativos a 1%, com altos coeficientes (2,152 e 1,233, respectivamente). Quanto ao ROA, que mede a remuneração dos ativos, o resultado foi positivo (0,160) e significativo a 10%. Tais resultados confirmam a Hipótese 1 para todas suas variáveis.

Segundo Hernando & Nieto (2007), a adoção do atendimento Multicanal pelos bancos, com a implantação do *internet banking* gera resultados positivos, com maior rentabilidade e menores despesas. Dessa forma, era esperado que o incremento no investimento em tecnologia continuasse gerando resultados positivos. Essa foi a mesma conclusão de Ciciretti et al. (2009) ao estudarem os bancos italianos.

Os resultados encontrados também corroboram o estudo de DeYoung (2005), uma vez que a intensificação da tecnologia bancária gera a migração do atendimento dos clientes para os canais digitais para transações menos complexas. Esse tipo de interação abre menos possibilidades de negociação de produtos com os clientes, o que incrementa o ROA e o ROE, alinhada com a abordagem ROM de Arnold & Ewijk (2011). A relação positiva encontrada na Margem de Intermediação Financeira também encontra suporte nessa teoria, uma vez que diversas linhas de crédito possuem contratação automatizada pela internet ou *mobile* com taxa pré-definida e não negociada - abordagem TOM (Arnold & Ewijk, 2011), permitindo maiores margens aos bancos. DeYoung (2005) ainda cita as operações de crédito massificadas como operações a serem migradas para o atendimento digital, porém a falta de significância do indicador que mede a variação no número de agências (LogAgencias) corrobora os estudos de DeYoung (2005) e Hernando & Nieto (2007), ao confirmar que a tecnologia não substituirá por completo o papel das agências bancárias.

Quanto à Hipótese 2, relativa às despesas, a relação com o investimento em tecnologia foi estatisticamente

Tabela 2
Matriz de Correlação Modelo (1)

	InvTI	ROA	ROE	MargemInter	DespAdmin	DespPessoal	CarteiraCred	Captacao	PCLD	Particip
ROA	6,82%	100,00%								
ROE	3,26%	91,09%	100,00%							
MargemInter	9,21%	-17,91%	-9,47%	100,00%						
DespAdmin	9,97%	-38,67%	-38,97%	76,64%	100,00%					
DespPessoal	58,29%	10,76%	11,01%	23,19%	14,04%	100,00%				
CarteiraCred	1,50%	-28,02%	-21,06%	42,41%	52,79%	47,31%	100,00%			
Captacao	-37,94%	-4,53%	20,67%	22,21%	-14,72%	-8,74%	24,69%	100,00%		
PCLD	0,77%	-48,02%	-44,00%	46,47%	40,97%	-20,68%	-3,93%	-2,11%	100,00%	
Particip	-6,06%	-0,66%	18,86%	-10,78%	-29,22%	-40,52%	-27,30%	27,54%	18,02%	100,00%
LogAgencias	-3,82%	3,98%	3,64%	3,96%	10,52%	4,93%	9,41%	2,39%	-2,18%	-7,13%

Dados de uma amostra de 12 bancos brasileiros no período compreendido pelo primeiro semestre de 2011 e o segundo semestre de 2017 (14 semestres). As variáveis cujas correlações são aqui reportadas são: Investimento em TI (InvTI), Rentabilidade sobre os Ativos (ROA), Rentabilidade sobre o Patrimônio Líquido (ROE), Margem de Intermediação Financeira (MargemInter), Despesas de Pessoal (DespPessoal), Despesas Administrativas (DespAdmin), Carteira de Crédito (CarteiraCred), Captação (Captacao), Provisão para Crédito de Liquidação Duvidosa (PCLD), Market-share de ativos (Particip) e Logaritmo Natural da Variação no Número de Agências (LogAgencias).

Tabela 3
Apresentação dos Resultados – H1 e H2

	variável dependente				
	ROA	ROE	margem intermed.	desp. pessoal	desp. admin.
InvTI	0,160* (0,083)	2,152*** (0,747)	1,233*** (0,406)	0,015 (0,102)	0,908*** (0,075)
CarteiraCred	-0,012*** (0,003)	-0,093*** (0,024)	0,067*** (0,013)	0,031*** (0,003)	0,016*** (0,002)
Captacao	0,003 (0,003)	0,117*** (0,029)	0,063*** (0,016)	-0,014*** (0,004)	0,007** (0,003)
PCLD	-0,188*** (0,025)	-1,635*** (0,223)	1,094*** (0,121)	0,265*** (0,030)	-0,066*** (0,022)
Particip	-0,002 (0,006)	0,100* (0,058)	-0,086*** (0,031)	-0,021*** (0,008)	-0,031*** (0,006)
LogAgencias	0,005 (0,011)	0,030 (0,098)	0,012 (0,053)	0,011 (0,013)	-0,0003 (0,010)
PIB12	0,033 (0,021)	0,373** (0,188)	0,189* (0,102)	0,039 (0,026)	0,026 (0,019)
IPCA12	0,062** (0,030)	0,518* (0,266)	-0,172 (0,145)	-0,042 (0,036)	0,015 (0,027)
SELICMeta	0,0004 (0,028)	0,005 (0,250)	0,401*** (0,136)	0,049 (0,034)	0,013 (0,025)
Constant	0,007* (0,004)	-0,003 (0,033)	-0,032* (0,018)	0,002 (0,005)	-0,005 (0,003)
Observações	168	168	168	168	168
R ²	0,360	0,383	0,501	0,576	0,659
R ² Ajustado	0,323	0,348	0,472	0,552	0,640
DP Residual (df = 159)	0,005	0,046	0,025	0,006	0,005
F Statistic (df = 8; 159)	9,858***	10,904***	17,620***	23,868***	33,992***

Dados de uma amostra de 12 bancos brasileiros no período compreendido pelo primeiro semestre de 2011 e o segundo semestre de 2017 (14 semestres). As variáveis envolvidas nas regressões são: Investimento em TI (InvTI), Rentabilidade sobre os Ativos (ROA), Rentabilidade sobre o Patrimônio Líquido (ROE), Margem de Intermediação Financeira (MargemInter), Despesas de Pessoal (DespPessoal), Despesas Administrativas (DespAdmin), Carteira de Crédito (CarteiraCred), Captação (Captacao), Provisão para Crédito de Liquidação Duvidosa (PCLD), Market-share de ativos (Particip), Logaritmo Natural da Variação no Número de Agências (LogAgencias), Variação no Produto Interno Bruto acumulada nos últimos 12 meses (PIB12), Variação no Índice de Preços ao Consumidor Amplo acumulada nos últimos 12 meses (IPCA12) e Taxa Selic Meta (SELICMeta). Nota: ***, **, * denotam significância estatística ao nível de 1%, 5% e 10%, respectivamente

não significativa para as despesas de pessoal e positiva (0,908) e significativa a 1% para as despesas administrativas. Esse resultado rejeita a Hipótese 2 e contraria os achados de Hernando & Nieto (2007), que identificaram redução de despesas administrativas e de pessoal a partir da digitalização dos bancos. A falta de significância no tocante às despesas de pessoal pode ser explicada pelo fato de que, ao passo em que são necessários menos funcionários para a realização de atendimentos como o de caixa, por exemplo, há necessidade de qualificação no quadro de pessoal para lidar com os atendimentos complexos que seguem ocorrendo nas agências, apesar de os dados analisados não detalharem os tipos de atendimento prestados nas agências físicas.

O aumento nas despesas administrativas também encontra explicação quando analisada sua composição, que inclui serviços de processamento de dados, depreciação dos equipamentos, entre outros, que são mais demandados pela utilização da Tecnologia da Informação. Enquanto essa utilização permite uma redução no número de agências, os custos com aluguel, segurança e energia elétrica para manutenção dos servidores não pode ser desprezado.

Esse aumento nas despesas administrativas já havia sido observado no estudo de Teixeira & Cavalcante (2005). Dessa forma, a Hipótese 2, que esperava uma interação negativa entre o investimento em TI e as despesas de pessoal e administrativas é rejeitada.

3.3 Eficiência bancária

Na Tabela 4 e na Figura 1 são apresentadas as medidas de Eficiência Técnica, de Custos e Alocativa para o período 2011-2017. No período todo a média aritmética simples dessas medidas foi de: 0,89; 0,57 e 0,64, respectivamente, corroborando, no caso das duas últimas, com a afirmação de Staub et al. (2010) de que os bancos brasileiros são ineficientes, principalmente no que refere-se às eficiências de Custos e Alocativa, em razão dos índices identificados serem menores do que 1, significando que são utilizados mais *inputs* do que são gerados *outputs*.

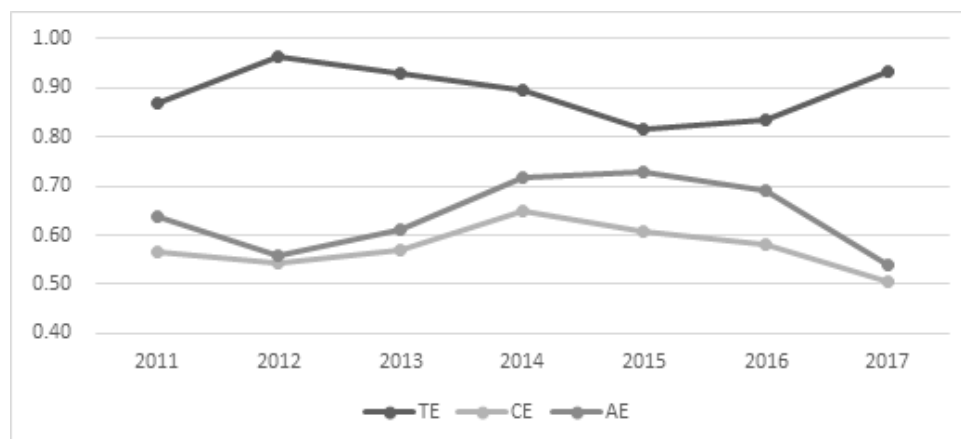
Tabela 4
Evolução Eficiência 2011-2017

ano	TE	CE	AE
2011	0,87	0,56	0,64
2012	0,96	0,54	0,56
2013	0,93	0,57	0,61
2014	0,89	0,65	0,72
2015	0,82	0,61	0,73
2016	0,83	0,58	0,69
2017	0,93	0,51	0,54
Total	0,89	0,57	0,64

Dados de uma amostra de 12 bancos brasileiros no período compreendido pelo primeiro semestre de 2011 e o segundo semestre de 2017 (14 semestres). São reportadas nessa tabela as medidas de eficiência obtidas a partir da análise DEA: Eficiência Técnica (TE), Eficiência de Custo (CE) e Eficiência Alocativa (AE).

Conforme demonstrado na Figura 1, a Eficiência Técnica (TE) apresentou seu ponto máximo (0,96) em 2012, seguida de uma trajetória descendente até 2015, quando atingiu seu valor mais baixo. A partir de então, voltou a apresentar trajetória crescente ao longo de 2016 e 2017. O movimento das eficiências de Custos e Alocativa pode ser considerado inverso ao primeiro, apresentando crescimento até o ano de 2015 (0,65) e 2014 (0,71), respectivamente e, após esse período, trajetória decrescente para ambos. Tais resultados demonstram que os bancos são efetivos em utilizar menores quantidade de *inputs* para a geração de *outputs*, porém ainda pagam muito caro por esses *inputs*. Uma causa para esse maior custo pode ser a diminuição dos serviços operacionais, como de caixa, cuja mão de obra é mais barata, com incremento nas áreas especializadas, com maiores salários.

Figura 1
Evolução Eficiência 2011-2017



A fim de medir os efeitos da digitalização dos bancos nas respectivas eficiências, a amostra foi dividida, para cada ano, em dois grupos, caracterizando as instituições financeiras com menores e maiores investimentos em TI em relação à mediana da amostra. Os resultados são apresentados na Tabela 5 e na Figura 2.

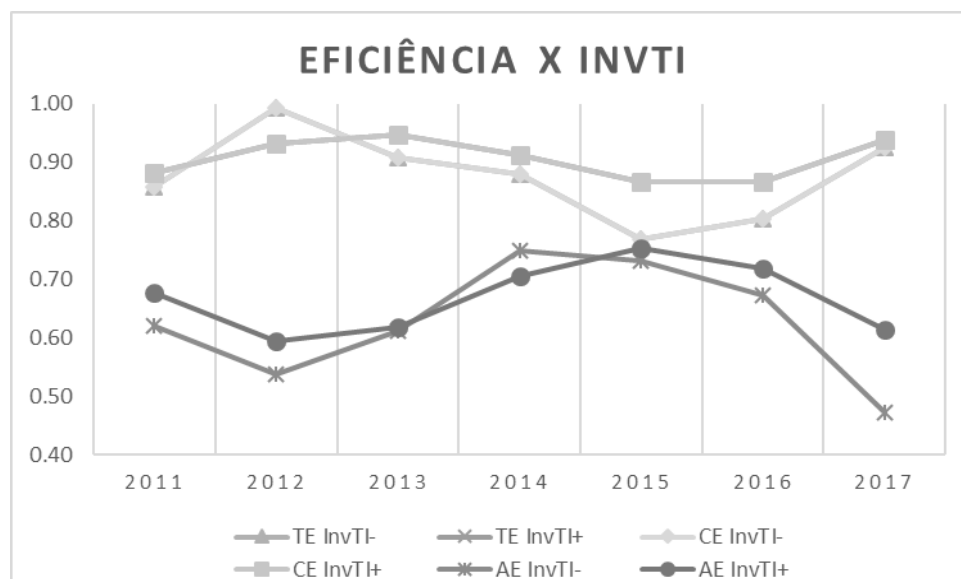
Tabela 5
Eficiências Técnica, de Custos e de Alocação versus Investimento em TI

ano	TE InvTI-	TE InvTI+	CE InvTI-	CE InvTI+	AE InvTI-	AE InvTI+
2011	0,86	0,88	0,53	0,60	0,62	0,68
2012	0,99	0,93	0,53	0,55	0,54	0,59
2013	0,91	0,95	0,56	0,59	0,61	0,62
2014	0,88	0,91	0,66	0,64	0,75	0,70
2015	0,77	0,87	0,56	0,65	0,73	0,75
2016	0,80	0,87	0,54	0,62	0,67	0,72
2017	0,93	0,94	0,44	0,58	0,47	0,61
Total	0,87	0,91**	0,52	0,63*	0,59	0,69*

Dados de uma amostra de 12 bancos brasileiros no período compreendido pelo primeiro semestre de 2011 e o segundo semestre de 2017 (14 semestres). São reportadas nessa tabela as medidas de eficiência obtidas a partir da análise DEA separando os bancos de acordo com o nível de Investimento em TI: Eficiência Técnica (TE), Eficiência de Custo (CE) e Eficiência Alocativa (AE). *Nota: ***, **, * denotam significância estatística ao nível de 1%, 5% e 10%, respectivamente, do teste de diferença de médias (unicaudal). O teste de diferença de médias usa as observações em todos os anos e compara a eficiência (TE, CE ou AE) entre os grupos InvTI- e InvTI+.*

Conforme apresentado na Tabela 5, o movimento observado para o total da amostra ao longo dos anos foi mantido. Observa-se, porém, que os bancos identificados como tendo maior investimento em tecnologia em relação à mediana apresentaram, ano a ano, maior eficiência, em todos os quesitos, quando comparados com seus pares com menores investimentos. Resultados da diferença de médias estatisticamente significantes a 1% na Eficiência Técnica (TE) e a 10% nas Eficiências de Custos (CE) e Alocativa (AE). Foram identificadas, como exceção, a Eficiência Técnica no ano de 2012 e as Eficiências de Custo e Alocativa no ano de 2014, quando as instituições que apresentaram menores investimentos em TI apresentaram melhores indicadores. Em 2017, observou-se uma diferença muito grande nas eficiências de custo e alocativa entre os bancos que mais investiram em tecnologia em relação aos que investiram menos. Esses últimos apresentaram os piores indicadores da série histórica, o que pode demonstrar um divisor de águas entre os bancos que buscam modernizar suas plataformas e os que não demonstram tal preocupação.

Figura 2
Eficiências Técnica (TE), de Custos (CE) e de Alocação (AE) × Investimento em TI



Controlando para o tamanho dos bancos, buscando resultados mais satisfatórios do que os encontrados por Staub et al. (2010), foi feita uma nova divisão da amostra, separando os bancos entre os que apresentam menores e maiores valores de Ativos em relação à mediana observada. Enquanto Staub et al. (2010) dividiram sua amostra entre bancos grandes, médios, pequenos e micro, esse estudo, em razão da amostra utilizada, dividiu apenas entre maiores e menores em cada ano. Os resultados são apresentados abaixo na Tabela 6 e na Figura 3.

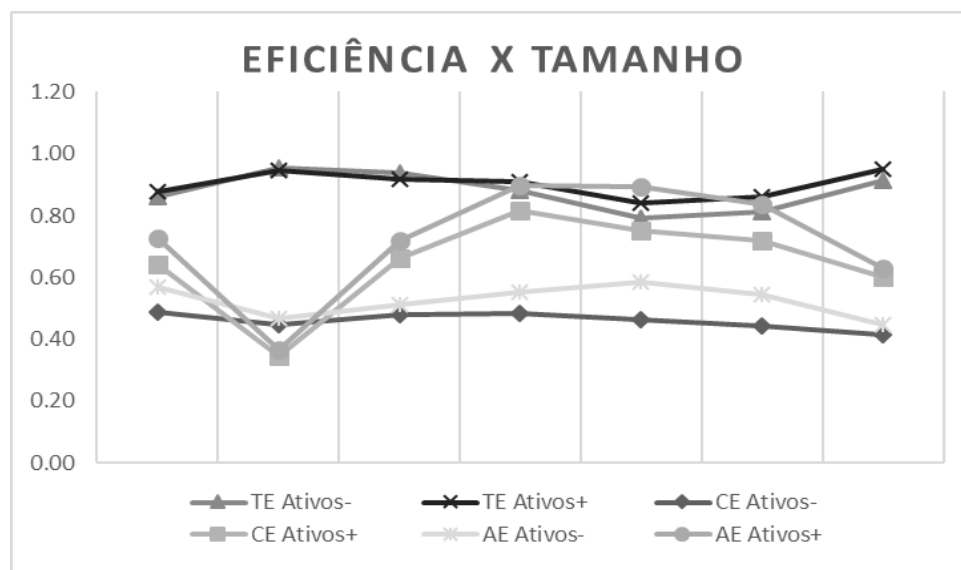
Tabela 6
Eficiências Técnica, de Custos e de Alocação versus Tamanho

ano	TE Ativos-	TE Ativos+	CE Ativos-	CE Ativos+	AE Ativos-	AE Ativos+
2011	0,86	0,88	0,49	0,64	0,57	0,73
2012	0,96	0,95	0,45	0,35	0,47	0,37
2013	0,94	0,92	0,48	0,66	0,51	0,72
2014	0,88	0,91	0,49	0,82	0,55	0,90
2015	0,79	0,84	0,46	0,75	0,58	0,89
2016	0,81	0,86	0,44	0,72	0,55	0,84
2017	0,91	0,95	0,41	0,60	0,45	0,63
Total	0,88	0,90	0,46	0,69***	0,52	0,76***

Dados de uma amostra de 12 bancos brasileiros no período compreendido pelo primeiro semestre de 2011 e o segundo semestre de 2017 (14 semestres). São reportadas nessa tabela as medidas de eficiência obtidas a partir da análise DEA separando os bancos de acordo com o nível de Ativos: Eficiência Técnica (TE), Eficiência de Custo (CE) e Eficiência Alocativa (AE). Nota: ***, **, * denotam significância estatística ao nível de 1%, 5% e 10%, respectivamente, do teste de diferença de médias (unicaudal). O teste de diferença de médias usa as observações em todos os anos e compara a eficiência (TE, CE ou AE) entre os grupos Ativos- e Ativos+.

A divisão dos bancos entre maiores e menores demonstrou alguns resultados interessantes. Primeiramente, fica evidenciado que, assim como demonstrado por Staub et al. (2010), essa variável não apresenta efeito relevante ou significativo na diferença de médias para a Eficiência Técnica, determinando que a quantidade de

Figura 3
Eficiências Técnica (TE), de Custos (CE) e de Alocação (AE) × Tamanho



inputs necessários para a produção dos *outputs* não está relacionada ao tamanho dos bancos. Quanto às eficiências de Custos e Alocativa, foi verificado que os maiores bancos possuem melhores indicadores, resultados compatíveis com Kovner et al. (2014), com significância de 1% em ambos os casos no teste de diferença de médias.

Por fim, os bancos foram divididos em dois grupos, considerando os que tiveram maior e menor variação no total de Investimento em TI ao longo do período analisado, comparando os valores investidos em 2017 com os de 2011. Foi verificada a média da variação das Eficiências Técnica, de Custos e Alocativa também ao longo do período para cada grupo. Os resultados constam na Tabela 7.

Tabela 7
Varição Acumulada na Eficiência

	TE	CE	AE
InvTI-	9,19%	-13,91%	-22,11%
InvTI+	7,44%	7,68%	-0,48%

Dados de uma amostra de 12 bancos brasileiros no período compreendido pelo primeiro semestre de 2011 e o segundo semestre de 2017 (14 semestres). São reportadas nessa tabela as variações acumuladas nas medidas de eficiência obtidas a partir da análise DEA separando os bancos de acordo com o nível de Ativos: Eficiência Técnica (TE), Eficiência de Custo (CE) e Eficiência Alocativa (AE).

A partir da Tabela 7, é possível identificar que houve variação positiva na Eficiência Técnica dos dois grupos ao longo do período, com ligeira vantagem para o grupo de bancos que apresentaram menor variação no Investimento em TI. Esse fato pode ser explicado pelo fato de que esse indicador já apresentava valores elevados em 2011 em todos os bancos, conforme mostrado na Tabela 4. A diferença mais significativa está nas Eficiências de Custos e Alocativa. Na primeira, enquanto o grupo de maior digitalização apresentou melhora de 7,68%, o de menor investimento apresentou redução de 13,91% na Eficiência de Custos. Essa diferença foi ainda maior na Eficiência Alocativa, uma vez que, apesar de os dois grupos apresentarem redução (conforme mostrado na Tabela 4), os bancos que menos investiram em TI tiveram redução de 22,11% em sua eficiência, enquanto o outro, apenas de 0,48%, conforme já verificado nas Tabelas 6 e 7.

Esses resultados reforçam que os bancos que mais apostaram na digitalização, apesar de não terem me-

lhorado tanto a relação entre *inputs* e *outputs*, tiveram melhoras na redução de seus custos e na alocação dos *inputs*, corroborando os resultados inicialmente verificados e reforçando a confirmação parcial da Hipótese 3. Por outro lado, as Eficiências de Custos e Alocativa, com exceção ao ano de 2012, se mostraram muito sensíveis ao tamanho do banco. Isso pode ser explicado pelos menores custos aos quais os maiores bancos estão sujeitos (Kovner et al., 2014).

Os resultados apresentados demonstram que, de forma geral, há aumento na eficiência técnica dos bancos brasileiros, tanto no contexto geral de digitalização, quanto quando aplicada diferenciação entre maior e menor grau de investimento em TI. Quanto às Eficiências de Custos e Alocativa, o indicador geral apresenta redução ao longo do período, porém resultados mais favoráveis para os bancos com maior investimento em Tecnologia da Informação. Dessa forma, a Hipótese 3 é parcialmente confirmada.

3.4 Testes de robustez

Foram efetuados três testes de robustez quanto às Hipóteses 1 e 2, utilizando-se os modelos (1) e (2). No primeiro deles, as variáveis PIB12, IPCA12 e SELICMeta foram substituídas por *dummies* de ano. O segundo teste de robustez tratou a variável de Investimento em TI como defasada em um ano (dois períodos semestrais), buscando identificar o impacto da variação da digitalização em um ano nos indicadores do seguinte. Por último, foi utilizada uma amostra reduzida contendo apenas os 4 maiores bancos, que juntos detinham, em 2017, 59,8% dos ativos dos bancos comerciais brasileiros.

Os resultados observados mantiveram-se semelhantes aos apresentados originalmente, com pequenas variações que não invalidam os modelos apresentados. As tabelas com os coeficientes podem ser disponibilizadas pelos autores mediante solicitação.

4. Considerações Finais

O processo de digitalização dos bancos é uma realidade consolidada e um caminho sem volta. Muitos estudos já abordaram o impacto financeiro da adoção do *internet banking* pelas instituições financeiras, com destaque para os artigos de Hernando & Nieto (2007) e Ciciretti et al. (2009), que identificaram aumento na rentabilidade e redução de despesas após esse processo.

O cenário dos bancos brasileiros que adotaram o atendimento via *mobile* de forma relevante a partir de 2011, conforme relatório da FEBRABAN (2018) e os índices crescentes de inadimplência observados nos últimos anos foram a motivação para esse estudo, que buscou avaliar o impacto do investimento em Tecnologia da Informação na performance dos bancos brasileiros.

Nessa avaliação quanto à rentabilidade e as despesas, foi utilizado modelo de regressão baseado nos estudos de Hernando & Nieto (2007). Tal modelo avaliou as interações entre o investimento em tecnologia, medido pelo investimento em TI com 3 variáveis de rentabilidade (ROA, ROE, e Margem de Intermediação Financeira) e 2 variáveis de despesas (Despesa de Pessoal e Total de Despesas Administrativas). O período analisado foi de 14 semestres, entre 2011 e 2017 e foram analisados 12 bancos, com o critério de que tenham ações listadas na BOVESPA e divulguem os investimentos em tecnologia da informação em seus balanços.

Os resultados apontam uma relação positiva significativa e robusta entre o investimento em TI e as variáveis ROE Margem de Intermediação Financeira. Quanto à variável ROA, os resultados são menos robustos, mas ainda positivos e significativos. Dessa forma, a Hipótese 1 foi confirmada, dentro conforme previsto e considerando os estudos de Hernando & Nieto (2007) e Ciciretti et al. (2009) e a abordagem TOM de Arnold & Ewijk (2011).

A hipótese 2 foi rejeitada uma vez que as despesas de pessoal apresentaram relações não significativas com o investimento em TI e as despesas administrativas apresentaram coeficiente positivo, indicando que aumentam conforme há maior investimento na área tecnológica. Esse resultado contraria os estudos de Hernando & Nieto (2007), porém vai ao encontro dos achados de Teixeira & Cavalcante (2005).

No tocante à Eficiência, foi utilizada a técnica DEA (Charnes et al., 1978) para análise das Eficiências Técnica, de Custos e Alocativa dos bancos brasileiros, os *inputs* e *outputs* conforme o estudo de Staub et al. (2010)

e considerando a abordagem de produção descrita por Hollod & Lewis (2011). Assim a Hipótese 3 foi parcialmente confirmada, uma vez que houve incremento na Eficiência Técnica ao longo do tempo, principalmente nos bancos com maiores investimentos em TI. Quanto às demais medidas de Eficiência (de Custos e Alocativa), apesar de terem seus indicadores reduzidos ao longo do tempo, os mesmos foram melhores nos bancos com maiores investimentos em TI em cada período.

A conclusão é a de que os bancos brasileiros adotam o modelo *click-and-mortar*, identificado por DeYoung et al. (2007) como o mais adequado, por aliar o atendimento presencial para as transações mais complexas e construção de relacionamento, conforme a abordagem ROM (Arnold & Ewijk, 2011), com o atendimento digital para as transações menos complexas e mais automatizadas. Tal achado é aderente à abordagem TOM de Arnold & Ewijk (2011). Essa afirmação se sustenta na falta de significância estatística do indicador que mede a variação no número de agências, fato que também reforça o argumento de DeYoung (2005) e Hernando & Nieto (2007) de que o atendimento digital é um complemento ao realizado nas agências.

Outros três fatores podem ser elencados como parte do novo cenário e ficam como sugestão para futuras pesquisas:

- Assim como foram estudados os *Pure-Play-Internet* por Arnold & Ewijk (2011), o movimento das *fintechs*, empresas financeiras de tecnologia, tem agitado o mercado financeiro. A aplicação dos estudos aqui revisados na dinâmica desses novos *players* pode trazer resultados interessantes e novos elementos para discussão;
- Um novo passo está sendo dado no relacionamento digital dos bancos com seus clientes através da inteligência artificial. Fica a sugestão para que sua aplicação e impacto nas instituições financeiras sejam avaliados;
- Por último, a tecnologia chamada *blockchain* promete grandes mudanças nos serviços de intermediação, abrangendo bancos, cartórios entre outros. O Relatório FEBRABAN de Tecnologia Bancária (FEBRABAN, 2018) traz informação de que 75% dos bancos brasileiros estão investindo nessa tecnologia. Dessa forma, avaliar seu impacto no funcionamento do Sistema Financeiro Nacional também apresenta grande potencial.

Ainda há muito a ser explorado e explicado, mas espera-se que esse estudo tenha dado um passo importante no entendimento da nova realidade do sistema financeiro e da oferta de produtos e serviços bancários.

Referências

- Arnold, I. J. M. & Ewijk, S. E. V. (2011). Can pure play internet banking survive the crisis? *Journal of Banking & Finance* **35**, 783–793.
- Andrezza, A. F. & Lima, I. S. (2007). Mercado Financeiro: Aspectos Conceituais e Históricos, Atlas, São Paulo.
- Charnes, A., Cooper, W. & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research* **2**, 429–444.
- Ciciretti, R., Hasan, I. & Zazzara, C. (2009). Do internet activities add value?: evidence from the traditional banks, *Journal of Finance Services Research* **35**, 81–98.
- Delgado, J., Hernando, I. & Nieto, M. J. (2007). Do european internet banks show scale and experience efficiencies? *European Financial Management* **13**(4), 643–671.
- DeYoung, R. (2005). The performance of internet-based business models: evidence from the banking industry, *Journal of Business* **78**(3), 893–948.

- DeYoung, R., Lang, W. W. & Nolle, D. E. (2007). How the Internet affects output and performance at Community banks, *Journal of Banking & Finance* **31**, 1033–1060.
- FEBRABAN (2018). Pesquisa FEBRABAN de Tecnologia Bancária 2018: ano base 2017. Recuperado de <https://cmsportal.febraban.org.br/Arquivos/documentos/PDF/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20Pesquisa%20de%20Tecnologia%20Banc%C3%A1ria%20FEBRABAN%202018.pdf>.
- Gomes, M. da C., Oliveira, S. V. W. de B. & Matias, A. B. (2017). Eficiência do setor bancário brasileiro no período de 2006 a 2013: bancos domésticos x bancos estrangeiros, *Nova Economia* **27**(3), 641–670.
- Havrylchyk, O. (2006). Efficiency of the polish banking industry: foreign versus domestic banks, *Journal of Banking & Finance* **30**(7), 1975–1996.
- Hernández-Murillo, R., Llobet, G. & Fuentes, R. (2010). Strategic online banking adoption, *Journal of Banking & Finance* **34**, 1650–1663.
- Hernando, I. & Nieto, M. J. (2007). Is the internet delivery channel changing banks' performance?: the case of spanish banks, *Journal of Banking & Finance* **31**, 1083–1099.
- Hollod, D. & Lewis, H. F. (2011). Resolving the deposit dilemma: a new DEA bank efficiency model, *Journal of Banking & Finance* **35**, 2801–2810.
- Kovner, A., Vickery, J. & Zhou, L. (2014). Do big banks have lower operating costs? FRBNY Economic Policy Review **20**(2), 1–27.
- Staub, R. B., Souza, G. S. & Tabak, B. M. (2010). Evolution of bank efficiency in Brazil: a DEA approach, *European Journal of Operational Research* **202**(1), 204–213.
- Teixeira, F. L. C. & Cavalcante, L. R. M. T. (2005). Relações entre tecnologia, padrões organizacionais e produtividade no setor bancário no Brasil, *Revistas de Administração – RAUSP* **40**(3), 213–224.