

idp

idn

# MESTRADO PROFISSIONAL

EM ECONOMIA

---

**E QUANDO O ESTADO INOVA? UMA ANÁLISE DO PIX NA  
EFICIÊNCIA DOS BANCOS**

**NATÁLIA ALVES DUARTE BARBOSA**

Brasília-DF, 2023

## **NATÁLIA ALVES DUARTE BARBOSA**

### **E QUANDO O ESTADO INOVA? UMA ANÁLISE DO PIX NA EFICIÊNCIA DOS BANCOS**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Economia pelo Programa de Mestrado Profissional em Economia, Políticas Públicas e Desenvolvimento do Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP).

#### **Orientador**

Professor Doutor Mathias Schneid Tessmann

#### **Coorientador**

Dr. Gustavo José de Guimarães e Souza

Brasília-DF 2023

## **NATÁLIA ALVES DUARTE BARBOSA**

### **E QUANDO O ESTADO INOVA? UMA ANÁLISE DO PIX NA EFICIÊNCIA DOS BANCOS**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Economia pelo Programa de Mestrado Profissional em Economia, Políticas Públicas e Desenvolvimento do Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP).

Aprovado em 01 / 09 / 2023

#### **Banca Examinadora**

---

Prof. Dr. Mathias Schneid Tessmann - Orientador

---

Prof. Dr. Gustavo José de Guimarães e Souza – Coorientador

---

Prof. Dr. Carlos Eduardo Gasparini

---

Prof. Dr. Luiz Augusto Ferreira Magalhães

---

B238      Barbosa, Natália Alves Duarte  
            E quando o estado Inova? : uma análise do pix na eficiência dos bancos/  
Natália Alves Duarte Barbosa. – Brasília: IDP, 2023.

46 p.  
Inclui bibliografia.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tese/Dissertação) – Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa – IDP, Curso de Mestrado Profissional em Economia, Brasília, 2023.

Orientador: Prof. Dr. Mathias Schneid Tessmann.

1. Sistema Financeiro Nacional. 2. Banco Central do Brasil . 3. DEA. 4. Índice de Malmquist I. Título.

CDD: 332

---

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Ministro Moreira Alves  
Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa

## DEDICATÓRIA

Dedico o presente trabalho à minha família, que sempre acreditou e me deu todo o suporte para a realização desta conquista. Aos meus pais, Vera e Duarte; aos meus irmãos, Michele e Lucas. Ao Marco, meu amor e companheiro de vida. Aos meus filhos Samuel e Sofia. É sempre por vocês.

## AGRADECIMENTOS

A Deus. Sem fé, não teria perseverado e passado pelos momentos mais difíceis.

À toda a minha família, em especial Vera, Duarte, Michele, Lucas, Marco, Samuel e Sofia. Sem a paciência, a compreensão, o apoio, a torcida, não teria sido possível.

Ao meu orientador, professor Mathias Schneid Tessmann pelo cuidado na orientação da pesquisa, pela atenção dada desde o início dos meus estudos no mestrado; pelas inestimáveis contribuições.

Ao meu coorientador, professor Gustavo José de Guimarães e Souza, pelo acolhimento, acompanhamento e valorosos ensinamentos que permitiram o desenvolvimento e a conclusão do presente estudo.

A toda equipe do Idp, na pessoa do professor Thiago Caldeira, sempre disponível, seja para uma boa conversa, seja para solução de problemas.

Aos amigos, em especial os do Banco Central. O nosso dia a dia e a importância do nosso trabalho para a sociedade são a base da minha busca pelo conhecimento.

## RESUMO

O presente estudo busca entender a eficiência dos bancos como prestadores de serviços após o Pix, com utilização da metodologia DEA e análise do índice de Malmquist em dois estágios. Os resultados mostram que há uma evolução da eficiência, em especial dos bancos de menor porte, mas não foi possível verificar uma correlação com o Pix. No entanto, a regressão estimada sinalizou que os ganhos com prestações de serviços antes reservados às instituições financeiras com a cobrança dos serviços foram partilhados com os consumidores no período posterior ao Pix, indicando, assim, que a intervenção do Banco Central foi bem-sucedida. Esses achados são importantes para a literatura científica de eficiência bancária e contribuem para atuação dos *policy makers* em regulação bancária e demais agentes que atuam no Sistema Financeiro Nacional.

**Palavras-chaves: Sistema Financeiro Nacional. Banco Central do Brasil. DEA. Índice de Malmquist. Pix.**

## ABSTRACT

This study aimed at understanding the efficiency of banks as service providers after Pix, with the application of the DEA methodology and the analysis of the Malmquist index on two stages. The results show that there was an evolution in efficiency, notably for smaller financial institutions, but it was not possible to verify a correlation relation with Pix. However, the estimated regression signaled that the gains with service offering, which were charged and captured by the financial institutions, were shared with clients in the after-PIX period, indicating, thus, that the Central Bank intervention was successful. The findings are important for bank's efficiency scientific literature and also to assist policymakers on the regulation of banks and of other agents that are active in the National Financial System.

**Keywords:** National Financial System. Brazilian central bank. DEA. Malmquist index. Pix.



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATM	<i>Automated Teller Machine</i>
BCB	Banco Central do Brasil
CMN	Conselho Monetário Nacional
CPF	Cadastro de Pessoa Física
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i>
DOC	Unidade Tomadora de Decisão
IDP	Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa
MQO	Mínimos Quadrados Ordinários
NII	<i>Net Investment Income</i>
PTF	Produtividade Total dos Fatores
ROA	Retorno Sobre Ativos
ROE	Retorno Sobre Patrimônio Líquido
TED	Transferência Eletrônica Disponível
SFN	Sistema Financeiro Nacional
SPB	Sistema Brasileiro de Pagamentos

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### Figura 1

Estatísticas descritivas

32

### Figura 2

Testes de Estacionariedade

34

### Figura 3

Resultados da MQO

34

### Figura 4

Resultados GARCH (1,1)

34

## LISTA DE TABELAS

### **Tabela 1**

Correlação entre as variáveis

.....25

### **Tabela 2**

Análise dos componentes relevantes de inputs

.....25

### **Tabela 3**

Análise dos componentes relevantes de outputs

.....25

### **Tabela 4**

Estatísticas descritivas primeiro estágio

.....26

### **Tabela 5**

Estatísticas descritivas segundo estágio

.....26

### **Tabela 6**

Resultados: variação Malmquist.

.....36

### **Tabela 7**

Resultado: variação componente tecnológico.

.....37

# SUMÁRIO

**1 INTRODUÇÃO ..... 14**

**2 REVISÃO DE LITERATURA ..... 18**

**3 METODOLOGIA.....23**

3.1 Dados..... 23

3.2 *Data Envelopment Analysis* ..... 26

3.3 Índice de *Malmquist*..... 27

3.4 Regressão MQO ..... 28

**4 RESULTADOS..... 31**

**5 CONCLUSÃO .....39**

Referências.....41

# 1



## 1

## INTRODUÇÃO

A atividade regulatória do Estado fomenta grandes debates. Ponto sensível da regulação é avaliar se uma intervenção estatal é necessária e quais serão os seus resultados. Isso porque, em teoria, em um ambiente de concorrência perfeita, os próprios agentes de mercado conseguem fazer uma alocação eficiente de recursos e a ingerência estatal pode trazer resultados nefastos (Pindick et. al. 2013). No entanto, a prática desafia os gestores de políticas públicas, pois é comum a presença de falhas de mercado.

De fato, a concorrência é um dos fatores que motivam a inovação tecnológica e resulta em agentes mais eficientes. Assim, de um lado, há necessidade de endereçar as falhas para buscar um cenário ideal de concorrência perfeita e, de outro, não causar desincentivos à inovação. Situação recente e pouco explorada é o Estado interventor e propulsor de inovações tecnológicas, a exemplo de políticas públicas recentes do Banco Central do Brasil (BCB).

Uma das dimensões da agenda de atuação do Banco Central, Agenda BC#, tem como foco a promoção da competitividade dentro do Sistema Financeiro Nacional (SFN), reflexo de seus mandatos instituídos pela Lei nº 4.595/64 e pela Lei Complementar nº 179/2021, que inclui garantir um sistema financeiro nacional sólido e eficiente. Em verdade, a eficiência de uma instituição financeira impacta não somente seus próprios resultados como tem potencial para melhorias na sociedade, tais como o maior acesso a produtos financeiros, maior segurança e agilidade nas intermediações financeiras e promoção de inclusão social (BCB, 2018).

Considerando tal contexto, o BCB criou o Pix, implementado pela Resolução BCB nº 1 de 12 de agosto de 2020, que assim o definiu: *são as transferências monetárias eletrônicas entre diferentes instituições nas quais a transmissão da mensagem de pagamento e a disponibilidade de fundos para o beneficiário final ocorre em tempo real e cujo serviço está disponível para os usuários finais durante 24 horas por dia, 7 dias por semana e em todos os dias no ano. Atua o*

Banco Central como agente regulador do Pix, com a definição de regras e como provedor do sistema que propicia a transferência de recursos financeiros sem limitação de valor e horário.

O advento do Pix mostra o Estado em uma função não usual: como propulsor de inovação. Assim, o presente trabalho busca analisar os efeitos desta atuação do Banco Central e verificar se o Pix contribuiu para um sistema financeiro mais eficiente. Por ser uma medida recente, não são encontrados estudos quantitativos sobre o Pix, sendo relevante para compreensão do sistema financeiro nacional, bem como para formulação de novas políticas públicas acerca do tema.

Com efeito, antes do advento do Pix, a transferência de recursos era feita por meio de outros mecanismos do Sistema de Pagamentos Brasileiro – SPB e havia limitações para a realização das transações antes do Pix: dias úteis, de 6h30 às 18h30h. Não bastasse, os instrumentos mais comuns de transferência eletrônica: TED, transferência eletrônica disponível, e DOC, documento de ordem de crédito, não eram instantâneos; eram usualmente cobrados dos usuários e, por vezes, havia limite do número de operações a serem realizadas no dia e trazia vantagens competitivas para as instituições financeiras que possuíam mais clientes, pois transações entre clientes do mesmo banco tendiam a ser mais baratas. Para fazer transferências entre clientes de bancos diferentes exigia informações tais como número do banco e o Cadastro de Pessoa Física - CPF do beneficiário, entre outros.

O Pix está disponível 24 (vinte e quatro) horas por dia, 7 (sete) dias por semana. Conforme a Resolução BCB nº 19 de 1.10.2020, é gratuito para pessoas naturais e empresários individuais; pode ser cobrado de pessoas jurídicas, a critério da instituição que esteja oferecendo o serviço. Ademais, o usuário cadastra seus dados em uma instituição com quem possui relacionamento e passa a ser identificado por uma chave, tornando a operação mais célere. Como visto, o arcabouço regulatório do Pix disciplina quem deve participar, preço a ser cobrado, requisitos para ingresso, entre outros aspectos.

A ideia inicial era de que os próprios regulados instituíssem um sistema único de pagamentos instantâneos (BCB, 2013). No entanto, foi necessária a atuação do Banco Central, não apenas como agente indutor, mas também como agente criador das mudanças necessárias (SANTOS, 2021). Conforme art. 3º caput da Resolução BCB nº 1 de 12.8.2020, a adesão ao Pix é obrigatória para as grandes instituições

financeiras e instituições de pagamento autorizadas a funcionar pelo Banco Central. No entanto, há possibilidade de participantes facultativos. De fato, foi necessário o *enforcement* do Estado para incluir obrigatoriamente os maiores *players* e tornar o Pix atrativo o suficiente para que os consumidores e para que os agentes menores tivessem interesse em aderi-lo.

Diante desse cenário de inovação, o presente trabalho busca investigar se o Pix - como uma medida de promoção de competitividade realizada pelo agente regulador - resultou em bancos mais eficientes. São considerados dados trimestrais dos bancos de 2018 a 2022, compreendendo quatro semestres anteriores e quatro posteriores à adoção do Pix. A metodologia utilizada inicialmente é a análise envoltória de dados (DEA) que é comumente empregada para calcular eficiência das instituições financeiras, como em Kumar *et. al* (2008); Wang *et. al.* (2014); Wang *et. Al.* (2022). Após, apura-se o índice de *Malmquist* que possibilita analisar não somente se houve aumento de eficiência, mas decompô-lo nos ganhos de eficiência e componente tecnológico para então realizar uma análise da contribuição dos meios de pagamentos, como em Takon *et. al.* (2019).

Os resultados indicam que houve um aumento de eficiência dos bancos, em especial os de menor porte. Não foi possível, contudo, avaliar a correlação entre o desempenho das transferências de valores, incluindo-se o Pix, na variação de eficiência. Os achados são úteis para a literatura científica que investiga finanças e *banking* ao trazer evidências empíricas de influências da adoção desse meio de pagamento na eficiência do setor bancário brasileiro.

Além desta introdução, o trabalho possui mais quatro seções. A segunda seção traz uma breve revisão da literatura acerca dos temas relacionados e a terceira seção apresenta os dados considerados e os métodos quantitativos. A seção quatro expõe os resultados e os discute e, por fim, a seção cinco conclui o estudo.



# 2



## 2

## REVISÃO DE LITERATURA

A relação entre competição e inovação é tema recorrente em diversos estudos. Espera-se que ambientes competitivos tragam incentivos para que os agentes invistam em tecnologia como explicitado por Anginer *et. al* (2013), Huang *et. al* (2017) e Tian *et. al* (2019). Por sua vez, Fortin *et. al* (2019) e Schaeck *et. al.* (2014) concluem que a competição induz os agentes a buscarem inovações tecnológicas para redução de custos e ganhos de eficiência.

A novidade no caso do Pix é o Banco Central não apenas com a responsabilidade de regulador, como também de operador do sistema que utiliza a tecnologia para a fazer transferências mais rápidas, confiáveis e com menor custo para o usuário, como bem explicitado por Bolzani (2023). Segundo Duarte *et. al* (2022), ter o Banco Central como mantenedor do Pix e como regulador, criando as regras de participação obrigatória, foram essenciais para a rápida adesão dos usuários. O presente estudo busca avaliar se o Estado inovador traz eficiências.

Como dito na introdução, esperava-se que o próprio mercado instituisse o sistema de pagamentos instantâneos, o que não ocorreu. Destaca-se que uma falha típica dos mercados afetos ao sistema financeiro é a assimetria informacional; a instituição financeira com quem o cliente possui um relacionamento é a que tem acesso ao seu histórico e, portanto, pode oferecer melhores produtos e com condições mais favoráveis, mas não necessariamente o faz.

De outro lado, o cliente não possui incentivos para trocar de instituição financeira tendo em vista que provavelmente haverá um custo com a mudança, são os *switching costs*, conforme já foi apontado pelo Banco Central. Mostra-se, assim, a tendência a continuar o relacionamento bancário, ainda que não seja o mais vantajoso para o cliente; é o efeito *lock-in* no sistema financeiro (BCB, 2020).

Antes do advento do Pix, o relacionamento com a instituição financeira tinha um grande peso em relação a transferências bancárias,

tendo em vista que operações realizadas entre correntistas do mesmo banco, por exemplo, tendem a ser mais baratas e mais rápidas (BCB, 2023). Assim, a instituição financeira mostrava-se mais atrativa quanto maior o número de clientes na sua carteira. Para que o sistema de pagamentos instantâneos funcionasse, foi necessário o *enforcement* do Estado: obrigar as maiores instituições financeiras com sua carteira de clientes a participarem e criar condições e incentivos para incluir os pequenos *players*.

Os dados mostram que o Pix trouxe profundas transformações nas relações dos usuários com os meios de pagamento. De fato, segundo o Banco Central, somente em julho de 2023, foram 35.428.593.500 de transações Pix, que movimentaram 1.422.867,12 milhões de reais. A prestação de serviços pelos bancos enfrenta, então, um novo panorama. Com efeito, segundo o Relatório de Economia Bancária elaborado pelo Banco Central do Brasil (2023), houve um decréscimo nas rendas de tarifas bancárias e na utilização de outras formas de transferência muito possivelmente por causa do Pix. O que se busca entender é como a eficiência das instituições financeiras foi afetada.

Com efeito, diversos trabalhos analisaram a eficiência das instituições que compõem o setor bancário. Sufian (2011); Wang *et. al.* (2014); Henriques (2018); Simionato (2019) e Paleckova (2019) explicitaram duas possíveis abordagens para avaliar a eficiência dos bancos: como concessionários de crédito e ainda avaliar a melhoria de seus processos como prestadores de serviços financeiros. Campos, Mendonça e Souza (2016) utilizaram a metodologia DEA (*Data Envelopment Analysis*) tendo como *inputs* o índice de eficiência operacional e o custo operacional e como *outputs* o retorno médio das operações de crédito e o retorno sobre o patrimônio líquido, indicando também a função de prestadores de serviços. Boad'a and Zimková (2015) e Horvat *et. al* (2022) trouxeram ainda a função de obtenção de lucros.

De início, impende ressaltar que o processo produtivo de um banco não é de fácil compreensão. Por essas razões, a metodologia DEA bem equaciona o problema, como preconizado por Wang *et al* (2014) e Dhawan e Mehta (2022). Referida metodologia é uma forma não paramétrica de analisar a eficiência de unidades tomadoras de decisão (DMUs), que consiste na elaboração de uma fronteira de produtividade baseada na comparação dos resultados dos *inputs* escolhidos e dos *outputs* gerados. Quanto mais próximo à fronteira, mais eficiente a

unidade. O modelo utilizado é o *black box*, em que são avaliadas as entradas e as saída; o que acontece no processo em si tem menor importância.

Não somente a eficiência das instituições financeiras, como também a sua variação ao longo do tempo, a produtividade, é objeto de estudo. Fare, Grosskopf, Norris e Zhang (1994), dando continuidade aos estudos de Cave (1982), explicitaram um método relacionando tão somente os insumos e produtos de um grupo selecionado de DMUs para traçar uma fronteira de produção e verificar se houve mudança na produtividade e se essa mudança se deu por ganhos de eficiência ou por alterações tecnológicas.

Assim, utiliza-se a metodologia DEA para a criação da fronteira de produção nos tempos  $t$  e  $t+1$  e depois a distância de dois pontos de produção em até cada uma das fronteiras. Por fim, realiza-se a média geométrica dos dois índices para encontrar o índice *Malmquist*. Um índice  $M_0$  maior do que 1 indica uma evolução na produtividade. Uma das grandes vantagens do índice de *Malmquist* é a possibilidade de separação da mudança provocada pelos ganhos de eficiência ou pela mudança tecnológica. Importa para o presente caso a divisão porque se pretende investigar os possíveis ganhos de eficiência da transformação tecnológica ocasionada pelo Pix.

Moffat *et. At* (2009) utilizaram o índice de *Malmquist* para analisar as instituições tendo como *inputs* total de depósitos, salários e capital relacionado e como *outputs* volume de empréstimos e investimentos e não encontrou avanço tecnológico nas instituições financeiras de Botswana.

Também com o índice de *Malmquist*, Dacanay (2007) concluiu pelo aumento da eficiência no sistema financeiro filipino no período pós- crise financeira dos Tigres Asiáticos (1998 a 2005), tendo como *inputs* total de investimentos e capital de *equity* e como *outputs* contas de contingência, empréstimos, investimentos de *equity* e depósitos. Mostra-se, assim, a utilização do índice de Malmquist para estudos de eficiência de instituições financeiras.

O enfoque sobre a digitalização de serviços é recente. Takon *et. al.* (2019) analisaram a eficiência do setor financeiro da Nigéria utilizando como *proxies* o retorno sobre patrimônio líquido (ROE); retorno sobre ativos (ROA); e *net investment income* (NII), com a regressão de mínimos quadrados ordinários e como parâmetros meios de pagamentos digitais e não digitais. Os autores concluíram que a

utilização de canais digitais contribuiu para a eficiência do sistema financeiro.

Por sua vez, Simar e Wilson (2007 e 2011) trazem a abordagem do DEA em dois estágios, em que se utiliza o DEA para analisar a eficiência num primeiro estágio e, depois, se utiliza uma regressão para avaliar a variáveis independentes em um segundo estágio pelo modelo *Tobit* ou Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Putri et. al (2022) utilizaram a metodologia dois estágios, tendo como índice de eficiência no primeiro estágio o índice de Malmquist. É a metodologia que se pretende apresentar no presente trabalho, com utilização do modelo MQO tal como em Takon et. al. (2019) no segundo estágio.

Com base na referida literatura, o estudo pretende aplicar as metodologias acima elencadas para fazer um estudo empírico e quantitativo do possível impacto Sistema de Pagamentos Instantâneos, Pix, na eficiência dos bancos e contribuir com a literatura científica sobre a eficiência no sistema financeiro nacional. Busca também fornecer evidências acerca de assunto ainda pouco explorado: o Estado como agente propulsor de inovação.

# 3



# 3 METODOLOGIA

## 3.1 Dados

O trabalho considera o segmento mais tradicional do Sistema Financeiro Nacional, os bancos. Assim, não estão no escopo do estudo o desempenho das *fintechs* que já tem como base o uso avançado de tecnologias e grande digitalização de serviços (BCB, 2018); os bancos foram selecionados conforme os critérios da Resolução do Conselho Monetário Nacional – CMN - nº 5.060, de 16 de fevereiro de 2023, relacionados pelo portal IF Data, em operação entre 2018 e 2022.

O que se pretende analisar é a eficiência dos bancos em operação no Brasil na função de prestadores de serviços. Assim, foram escolhidos como *inputs* e *outputs* os fatores que se relacionam com a eficiência de meios de pagamento. Como *inputs* despesas de administrativas; despesas de pessoal como Sakar (2006), Horvat *et.al* (2022) e Wang *et.al* (2014) e outras despesas operacionais como Kamar (2008) e Mendonça *et. al* (2016).

Como *outputs* rendas de prestação de serviços e rendas de tarifas bancárias. Os trabalhos pesquisados relacionam como *outputs* receitas advindas de juros e não advindas de juros, Sakar (2006), Kamar (2008), Soetanto (2011), Wang *et.al* (2014), Boad'a and Zimková (2015). No entanto, a base de dados escolhida fornece informações especificamente relacionadas à prestação de serviços, pelo que foi a escolha de *outputs* para o presente trabalho. Os dados foram retirados do site do Banco Central do Brasil, portal IF data. Apesar de disponíveis, não foram considerados os dados referentes a outras receitas operacionais, tendo em vista que a sua composição é muito diversa e pouco se relaciona com a atividade de prestação de serviços.

Os dados fornecidos são disponibilizados trimestralmente. O Pix entrou em operação em novembro de 2020. Assim, foi escolhido o período imediatamente anterior (segundo semestre de 2018 ao segundo semestre de 2020) e o período imediatamente posterior (primeiro semestre de 2021 ao segundo semestre de 2022), com análise

em trimestres pelo período. Como o índice de *Malmquist* pressupõe a análise das mesmas DMUs ao longo dos anos, somente foram mantidos os bancos que já estavam constituídos em 2018.

Para a segunda fase do DEA, serão utilizados os dados referentes ao volume de transações, individualizado por formas de transferência: boletos, transferências de crédito, demais operações financeiras e Pix. Referidos dados englobam: TED - transferência eletrônica disponível; DOC - documento de ordem de crédito; Transferências de crédito - transferências entre contas e; boletos de pagamento e convênios (que abrangem títulos, impostos, taxas, contribuições, contas de águas luz e telefone e outras financeiras, que impliquem movimentação de fundos, mas não estão incluídas em outras categorias – BCB (2020). Impende destacar que será considerado tão somente o número de operações, sem a ponderação de valores transacionados.

O estudo aproveita duas bases de dados: na primeira fase, disponível no IF Data e, na segunda fase, consolidação feita pelo Banco Central, de acesso restrito. Assim, para que dada instituição financeira conste na amostra, deve atender concomitantemente aos seguintes requisitos: ser classificada como banco, seguindo os critérios da Resolução CMN nº 5.060 de 16.2.2023; constar nas duas bases de dados em todos os períodos considerados: 2018, 2019, 2020, 2021, 2022.

Ou seja, se um banco consta no IF Data e por qualquer motivo não consta na segunda base, foi eliminado da amostra. E vice-versa. Ou se consta nas duas bases, mas não durante todo o período analisado, também foi excluído da amostra. Os motivos pelos quais uma determinada instituição financeira não atende a um dos requisitos elencados não são escopo do presente trabalho.

A tabela 1 apresenta a correlação entre as variáveis escolhidas como inputs e outputs para o presente trabalho:



**Tabela 1:** Correlação entre as variáveis

	Rendas de prestação de serviços	Rendas de tarifas bancárias	Despesas de Pessoal	Despesas Administrativas	Outras Despesas Operacionais
Rendas de prestação de serviços	1	0.8870002	-0.9420026	-0.8549912	-0.9296718
Rendas de tarifas bancárias	0.8870002	1	-0.9574345	-0.9695104	-0.8677137
Despesas de Pessoal	-0.9420026	-0.9574345	1	0.9253034	0.8672883
Despesas Administrativas	-0.8549912	-0.9695104	0.9253034	1	0.8868167
Outras Despesas Operacionais	-0.9296718	-0.8677137	0.8672883	0.8868167	1

Fonte: Elaborado pela autora.

Em complemento, foi feita na tabela 2 a análise de componentes relevantes. Em relação aos outputs, os resultados encontrados foram:

**Tabela 2:** Análise dos componentes relevantes de inputs

	Rendas de prestação de serviços	Rendas de tarifas bancárias
Desvio Padrão	1.3586	0.39283
Proporção de Variância	0.9228	0.07716
Proporção cumulativa	0.9228	1.00000

Fonte: Elaborado pela autora.

A renda de prestação de serviços é o componente principal mais significativo, capturando a maior parte da variabilidade dos dados (92.28%). A renda de tarifas bancárias contribui com 7.72% da variância total dos dados. Diante dos resultados obtidos, foram mantidos os dois outputs. A tabela 3 apresenta os resultados da análise de componentes relevantes dos outputs:

**Tabela 3:** Análise dos componentes relevantes de outputs

	Despesas de pessoal	Despesas administrativas	Outras despesas operacionais
Desvio Padrão	1.6556	0.44509	0.24653
Proporção de Variância	0.9137	0.06604	0.02026
Proporção cumulativa	0.9137	0.97974	1.00000

Fonte: Elaborado pela autora.

A variável despesas de pessoal é o componente principal mais significativo, capturando a maior parte da variabilidade dos dados (91,37%). Despesas administrativas contribuem com 6,60% da variância total dos dados, enquanto outras despesas operacionais contribuem com 2,03% da variância total dos dados. Diante dos resultados obtidos, foram mantidos os três inputs.

Foram analisados 8.775 dados ao final, referentes a 60 instituições financeiras. As tabelas 4 e 5 apresentam as estatísticas descritivas tanto do primeiro, como do segundo estágio.

**Tabela 4:** Estatísticas descritivas primeiro estágio

	N	Média	Desvio Padrão	Valor máximo	Valor Mínimo
<b>Despesas de pessoal</b>	975	593.447,50	1.618.070	12.378.910	220
<b>Despesas administrativas</b>	975	510.900,30	1.356.501	10.001.986	2058
<b>Outras despesas</b>	975	677.860,40	1.935.445	16.810.800	1
<b>Rendas de prestação de serviços</b>	975	438.254,50	1.298.072	104.176.74	0
<b>Renda de tarifas bancárias</b>	975	255.609,30	754.012	4.947.149	0

Em \$mil. Fonte: BCB. Elaborado pela autora.

**Tabela 5:** Estatísticas descritivas segundo estágio

	N	Média	Desvio Padrão
<b>Boleto</b>	975	24.525.220	8.964.916
<b>Transferência de Crédito</b>	975	11.114.041	39.253.377
<b>Outras financeiras</b>	975	10.526.325	70.020.531
<b>Pix</b>	975	18.419.936	178.534.376

Em número de transações. Fonte: BCB. Elaborado pela autora.

### 3.2 Data Envelopment Analysis

De início, é necessária a identificação de outliers. O objetivo é identificar possíveis instituições financeiras que possam distorcer a fronteira de eficiência. Como bem exposto por Sousa et. Al (2014), a metodologia *jackstrap* combina subamostras repetidas aleatoriamente com uso do *bootstrap* para a detecção de outliers.

Com a identificação de possíveis outliers, passa-se à estimação dos coeficientes de eficiência, com a metodologia DEA, com orientação para insumo. O método estima a eficiência de escala comparando as unidades DMUs. Para o cálculo da eficiência, considerando a variedade

de portes das instituições financeiras analisadas, optou-se pelo método de retornos variáveis de escala (VRS). Tal metodologia foi utilizada por Kumar *et. al* (2008) e Dhawan *et. al* (2022). A escolha da orientação para *inputs* é justificada, tendo em vista que há maior controle sobre os insumos do que sobre o produto. Com efeito, a maior parte dos *outputs* depende não somente da eficiência das instituições financeiras, mas também de aspectos externos como o número de clientes e de operações contratadas.

### 3.3 Índice de Malmquist

O próximo passo é a estimação do índice de *Malmquist* para entender se houve evolução na eficiência e como aconteceu. Como dito, é possível avaliar a evolução comparando-se dois períodos. Com efeito, supondo um cálculo da produtividade total de fatores (PTF), a evolução pode decorrer dos produtos e dos insumos utilizados. Um índice PTF mede a variação em um dado período ( $t$  e  $t+1$ ), que reflete, em verdade, a mudança na produtividade total dos fatores.

Ocorre que considerar a variação de produtividade com base no índice de  $t$  ou  $t+1$  gera resultados diferentes. Utiliza-se, então, a média geométrica dos dois e obtém-se o índice de *Malmquist*. Considera-se a variação do índice nos períodos analisados (2018-2022) e passa-se para a segunda etapa, como em Putri *et. al.* (2022).

Tal como preconizado em Bisso *et al.* (2016), o índice de Malmquist possibilita a formação de um painel de dados referentes a um conjunto de DMUs nos períodos  $s$  (anterior) e  $t$  (posterior). Assim temos  $q_s, x_s$  como vetores de input e output no período  $s$  e  $q_t, x_t$  como vetores de input e output no período  $t$ .

A Produtividade Total dos Fatores de Produção (PTF), total de produtos dividido pelo total de insumos é dada por  $PTF = \frac{Q}{X}$  e para saber o índice de mudança na relação de insumos e produtos temos  $I_{PTF}^t = \frac{d_o^t(q_t, x_t)}{d_o^t(q_s, x_s)}$  ou  $I_{PTF}^s = \frac{d_o^s(q_t, x_t)}{d_o^s(q_s, x_s)}$ . A função  $d_o^t$  é a função distância com a tecnologia existente no período  $t$ ; o vetor  $d_o^t(x_t, q_t)_k$  é a eficiência associada ao vetor  $\{x_t, q_t\}$  com a tecnologia existente no período  $t$ ;  $d_o^t(x_s, q_s)$  é a eficiência associada a  $\{x_s, q_s\}$  segundo a tecnologia do período  $t$ . O índice de *Malmquist* é dado então por:

$$M_o(q_s, x_s, q_t, x_t) = \frac{d_o^t(x_t, q_t)}{d_o^s(x_s, q_s)} x \left[ \frac{d_o^s(x_s, q_s)}{d_o^t(x_s, q_s)} x \frac{d_o^s(x_t, q_t)}{d_o^s(x_t, q_t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

$$M_o = (ME)x(MT) \quad (2)$$

### 3.4 Regressão MQO

Encontrados os scores de eficiência, os índices de *Malmquist* relativos ao período 2018-2022, analisados dois a dois, bem como a variação dos índices, passa-se à segunda etapa do presente estudo: verificar o impacto de cada meio de pagamento. Para tanto, vale-se do segundo estágio proposto por Simar e Wilson (2007, 2011). Em que pese a indicação do método ser a utilização do modelo TOBIT, pois, os scores de eficiência variam entre 0 e 1, há possibilidade de utilizar regressões que melhor se adequam ao caso. O presente estudo escolheu MQO já que não há essa limitação de valores. Ademais, a regressão MQO por ser o utilizado por Takon *et. al* (2019) no estudo utilizado como parâmetro para o presente trabalho.

No presente caso, sugere-se duas regressões: a primeira considerando o Pix como uma dummy para verificar se houve impacto na eficiência após o seu advento:

$$Y_{it} = \beta_{it0} + \beta_{it1}BOL + \beta_{it2}TC + \beta_{it3}OF + \beta_{it4}Y + \varepsilon \quad (3)$$

Em que:

$Y_{it}$  denota a variação de produtividade;

$\beta_{it0}$  é o intercepto;

$\beta_{it1}$  é o coeficiente relacionado ao volume de boletos (Bol) pagos no período;

$\beta_{it2}$  é o coeficiente relacionado ao volume de transferências de crédito (TC);

$\beta_{it3}$  é o coeficiente relacionado às demais operações financeiras (OF);

$\beta_{it4}Y$  é uma dummy assumindo valor zero se anterior ao advento do Pix ou 1 se posterior.

Em seguida, faz-se nova estimativa, dessa vez considerando o volume de operações do Pix:

$$Y_{it} = \beta_{it0} + \beta_{it1}Bol + \beta_{it2}TC + \beta_{it3}OF + \beta_{it4}PIX + \varepsilon \quad (3)$$

Em que:

$Y_{it}$  denota a variação de produtividade;

$\beta_{it0}$  é o intercepto;

$\beta_{it1}$  é o coeficiente relacionado ao volume de boletos (Bol) pagos no período;

$\beta_{it2}$  é o coeficiente relacionado ao volume de transferências de crédito (TC);

$\beta_{it3}$  é o coeficiente relacionado às demais operações financeiras (OF);

$\beta_{it4}$  é o coeficiente relacionado ao volume de operações do Pix

$\varepsilon$  é o erro da regressão

Como os outputs são receitas com prestação de serviços e o Pix é gratuito, espera-se que apresente sinal negativo para a contribuição da eficiência. De outro lado, as demais formas de transferência permitiam monetização direta dos serviços para as instituições financeiras, pelo que é esperado o sinal positivo correlacionado com a eficiência.



# 4



## 4 RESULTADOS

Através do *jackstrap* e a função *step heavy function*, foram identificados os outliers, sendo as seis instituições financeiras: Banco B3 S.A., BNYMellon Banco S.A., Banco Bradesco BBI S.A., Banco VR S.A., Banco Bradescard S.A. e Banco Mizuho S.A. Com isso, a amostra final contém 60 bancos.

Definidos os *inputs*, *outputs* e os períodos de análise, fez-se a estimação das eficiências das DMUs, modelo VRS, com orientação para *inputs*. Para melhor visualização dos resultados, optou-se por apresentá-los divididos por segmentos, em que pese a estimativa ter considerado todos os bancos conjuntamente. Com efeito, com base na Resolução CMN nº 4.553/2017, as instituições financeiras são divididas de acordo com o porte em relação ao percentual do PIB. O segmento S1 é composto por instituições financeiras que tenham por igual ou superior a 10% do PIB; as do segmento S2, entre 1% e 10% do PIB; as do S3, entre 0,1% e 1% do PIB; e S4, instituições de porte inferior a 0,1% (um décimo por cento) do PIB. A amostra não contou com representantes do S5.

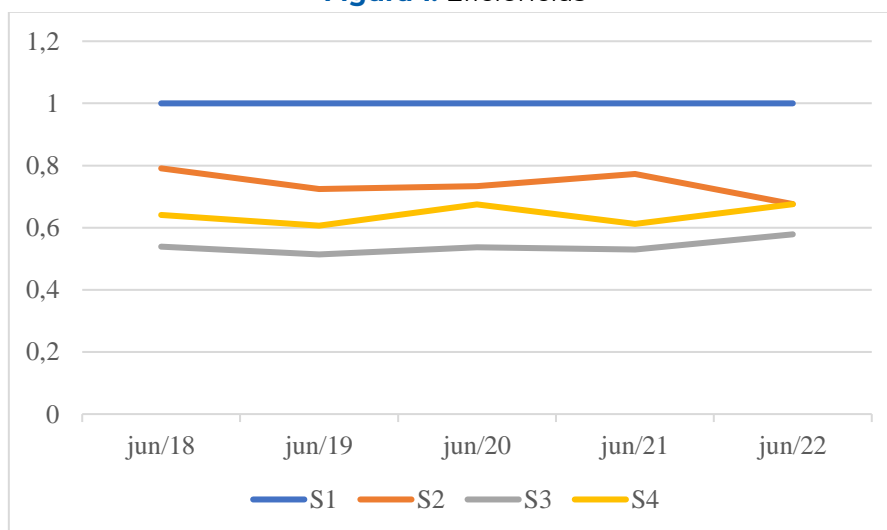
Inicialmente, os bancos que compõem o S1 estiveram na fronteira de eficiência durante todo o período, à exceção do Banco Bradesco S.A. nos períodos de dezembro de 2018, e março de 2019, dezembro de 2019. Quanto ao S2, das 5 (cinco) DMUs analisadas, 3 (três) estavam na fronteira de eficiência ao início do período e apenas o Banco do Nordeste S.A. permaneceu ao final período. Quanto às demais, à exceção do Banco Votorantim S.A., demonstraram piora na eficiência.

No tocante ao S3, das 26 (vinte e seis) DMUs consideradas, 4 atingiram a fronteira no início do período, 1 trimestre de 2018. Ao final

do período analisado, 7 estavam na fronteira de eficiência. Destacam-se os Banco Cooperativo Bancoob S.A., Banestes e Banco Clássico que se mantiveram na fronteira durante todo o período analisado. Ademais, 11 DMUs apresentaram melhora na eficiência após o período analisado. Quanto ao S4, das 23 (vinte e três) DMUs consideradas, 7 (sete) atingiram a fronteira no início do período, 1 trimestre de 2018. Ao final do período analisado, 7 (sete) estavam na fronteira de eficiência. Apenas o Banco Triângulo S.A. permaneceu na fronteira durante todo o período. Ademais, 11 (onze) DMUs apresentaram melhora na eficiência após o período analisado.

Assim, no geral, houve melhora na eficiência na maioria das instituições financeiras analisadas, de todos os portes, à exceção do S1 que já estava na fronteira. A figura abaixo mostra a média por segmento e por ano dos índices de eficiências.

**Figura 1:** Eficiências



Fonte: Elaborado pela autora.

Com os índices de eficiência apurados, foram estimados os índices de Malmquist para verificar como ocorreu a variação no período estudado. Novamente, o cálculo foi feito com todas as DMUs e apresenta-se o resultado apartado por segmento apenas para fins de organização do estudo. Quanto ao S1, o índice de Malmquist foi maior do que 1 na maioria dos períodos analisados, à exceção dos bancos Bradesco, BTG e Santander no período de dezembro de 2020 a junho de 2022. O componente relativo à eficiência também foi maior do que 1 durante todo o período, com exceção dos Bancos Bradesco, BTG, Itaú e Santander no período de dezembro de 2020 a junho de 2022. O componente relativo à mudança na tecnologia foi maior do que 1



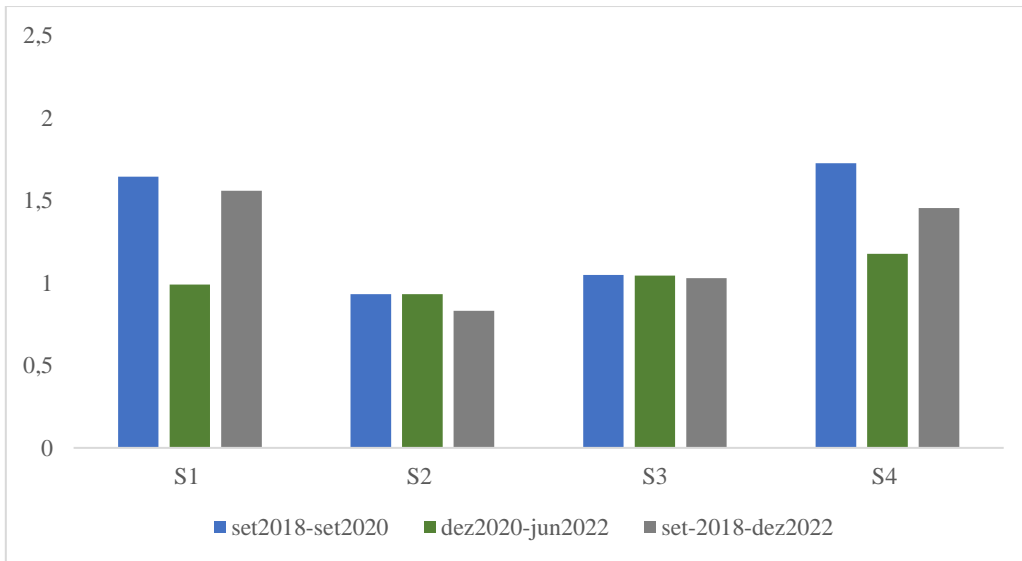
durante todo o período, com exceção dos Bancos Bradesco, BTG, Itaú e Santander no período de dezembro de 2020 a junho de 2022.

Compatível com os resultados apresentados em relação à eficiência, o setor S2 teve pior performance quando comparado ao S1. De fato, no tocante às 5 DMUs analisadas, o índice de Malmquist apresentou valor inferior a 1 durante todo o período de análise. Os índices de eficiência pura relativos ao primeiro período também foram inferiores a 1 em todas as DMUS, mas três delas tiveram melhora na performance, com índice maior do que 1 ao final do período. O componente tecnológico apresentou a maioria dos resultados maior do que 1 entre setembro de 2018 a setembro de 2020 e piora no comparativo com o período subsequente.

Das 27 (vinte e sete) DMUs analisadas do segmento S3, foi observado o índice de Malmquist superior a 1 em 10 (dez) durante o período setembro de 2018 a setembro de 2020; 12 (doze) na comparação entre dezembro de 2020 e junho de 2022 e 12 na comparação entre setembro de 2018 a dezembro de 2022. Quanto à eficiência, o índice maior do que 1 foi observado entre setembro de 2018 a setembro de 2020; 18 apresentaram índice superior a 1 no período de dezembro de 2020 a junho de 2022, com melhora de desempenho em 15 em relação ao período dezembro de 2020 a junho de 2022. Quanto ao componente tecnológico, 19 apresentaram índice maior do que 1 no período de setembro de 2018 a setembro de 2020; 9 apresentaram índice maior do que 1 no período de dezembro de 2020 a junho de 2022 e melhora em 7 ao final da análise.

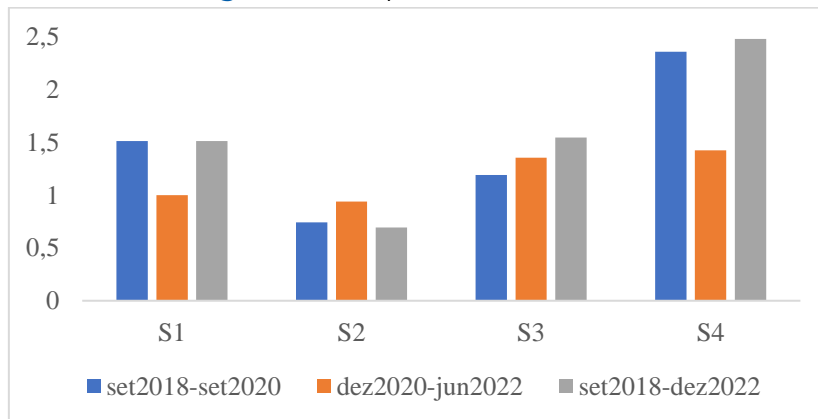
Quanto ao S4, foi observado o índice maior do que 1 em 13 DMUs entre setembro de 2018 a setembro de 2020; 11 DMUs no período de dezembro de 2020 a junho de 2022 e melhora ao final em 9 das 21 instituições financeiras. Quanto ao componente de eficiência, 12 atingiram índice maior do que 1 entre setembro de 2018 a setembro de 2020; 15 atingiram valor maior do que 1 entre dezembro de 2020 e junho de 2022 e 10 apresentaram melhora no comparativo entre os dois períodos. Por fim, quanto ao componente tecnológico, 13 apresentaram índice maior do que 1 no primeiro período; 7 de dezembro de 2020 a junho de 2022 e 10 apresentaram melhora ao final do período. As figuras a seguir mostram a média da variação dos índices por segmento. Especificamente, a figura 2 apresenta variação do índice de Malmquist; a figura 3 do componente de eficiência e a figura 4 do componente tecnológico.

**Figura 2:** Malmquist



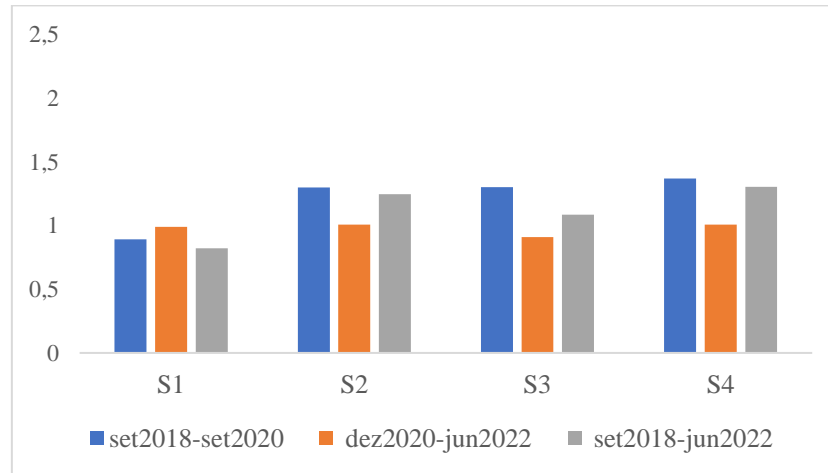
Fonte: Elaborado pela autora.

**Figura 3:** Componente Eficiências



Fonte: Elaborado pela autora.

**Figura 4:** Componente Tecnológico



Fonte: Elaborado pela autora.

Os gráficos apontam que houve uma melhora na produtividade. No entanto, o componente principal está presente no segundo gráfico com ganhos de eficiência pura. Os dados referentes ao componente tecnológico foram mais expressivos no período anterior ao Pix. Possíveis justificativas para os resultados encontrados são o recorte realizado: somente foram considerados os meios de transferências de valores e há uma tendência de redução dos ganhos auferidos pelos bancos com as tarifas prestação de serviços.

Achado relevante é o desempenho das instituições financeiras que compõe os segmentos S3 e S4, com sensível evolução nos índices de eficiência em um mercado em que o somente Segmento S1 destacava-se. Os resultados demonstram, assim, que os pequenos *players* foram protagonistas na obtenção de melhores scores de eficiência corroborando que há um ambiente mais competitivo. O aumento da concorrência tende a oferecer gama maior de serviços e a preços mais baixos. Se há mais bancos oferecendo serviços, o consumidor tem mais opções.

Passa-se, então à segunda fase do estudo, para avaliar se há correlação do Pix com a melhora ou piora da eficiência. O primeiro teste realizado considerou o Pix como uma dummy, atribuindo-se valor zero se anterior ao Pix e 1 se posterior e a variação do índice de Malmquist como variável dependente. O intuito é verificar se a presença do Pix contribuiu para a eficiência do SFN. O resultado encontrado não permitiu afirmar que há correlação entre o advento do Pix e as mudanças na eficiência.

Com a utilização do volume de operações do Pix, os resultados não permitem afirmar que houve impacto do Pix nas mudanças de eficiência. Uma terceira regressão considerou tão somente o volume de operações relativos ao período posterior ao Pix, mas também não foi possível aferir a relação. A tabela 6 apresenta os resultados.

**Tabela 6:** Variação do Malmquist

Variável dependente			
Y			
	OLS com	OLS com Pix	OLS período
<b>Intercept</b>	1.011e+00*** 3.755e-02	9.978e-01 *** 2.890e-02	9.468e-01 *** 3.228e-02
<b>BOL</b>	5.945e-12 2.211e-10	-2.040e-11 4.111e-10	4.099e-10 4.265e-10
<b>TC</b>	-1.506e-10 4.731e-10	-1.022e-10 9.215e-10	1.554e-10 8.295e-10
<b>OF</b>	5.394e-11 2.195e-10	-1.195e-10 4.379e-10	-2.874e-10 3.132e-10
<b>Pix</b>	-3.062e-02 5.594e-02	-1.127e-10 2.030e-10	1.503e-10 1.055e-10
<b>N</b>	4875	4875	4875
<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	-0.003745	-0.003738	-0.004521

Fonte: Elaborado pela autora.

Como visto, o modelo utilizado não permitiu afirmar que as transferências de valores, incluindo-se o Pix, correlacionam-se com as mudanças de eficiência do ponto de vista das instituições financeiras. Um limitador para o presente é o pouco tempo de utilização do Pix e a não inserção das fintechs na amostra, o que pode ser explorado em trabalhos futuros.

Em que pese a variação no componente tecnológico ter sido menos expressiva do que a variação do índice de Malmquist, repetiu-se então as três estimações, mas dessa vez considerando como variável

dependente apenas o componente tecnológico, por ser esse o objetivo principal do estudo.

Na primeira regressão, quando o Pix foi considerado como dummy, foi apontado como significativo, com sinal negativo. O resultado indica que a dummy impacta negativamente no componente tecnológico da eficiência. Ou seja, o período de ingresso do Pix é relevante para o componente tecnológico corroborando o explicitado na metodologia, esperava-se que o Pix impactasse negativamente na produtividade.

**Tabela 7:** Variação: componente tecnológico.

Variável dependente			
Y			
	OLS com	OLS com Pix	OLS período
Intercept	9.932e-01 *** 2.292e-02	8.541e-01*** 3.372e-10	6.924e+08 3.990e+08
BOL	1.904e-11 1.349e-10	5.669e-10 -2.719e-10	-1.765e+00 7.896e+00
TC	-4.220e-11 2.888e-10	9.945e-10 1.199e-09	-2.478e-02 1.690e+01
OF	-3.307e-11 1.340e-10	-2.719e-10 4.202e-10	9.669e-02 5.833e+00
Pix	-1.263e-01*** 3.415e-02	-1.895e-10 1.373e-10	-2.487e+00 1.911e+00
N	4875	4875	4875
R <sup>2</sup> ajustado	0.01058	-0.002329	-0.01096

Fonte: Elaborado pela autora.

Ocorre que, como já mencionado, houve um decréscimo nas rendas de tarifas bancárias e no uso de outras formas de transferência. Como a eficiência no presente trabalho foi avaliada considerando como inputs despesas dos bancos e como outputs receitas auferidas com prestação de serviços, o componente tecnológico não foi o preponderante para gerar mais receitas com prestação de serviços utilizando menos despesas. Em verdade, com o aumento da concorrência, o aumento de novos serviços e a inclusão financeira cada vez maior buscada tanto pelo Banco Central como pelo mercado, há

mais desafios em rentabilizar a prestação de serviços por parte dos bancos. As demais regressões não indicaram correlação entre o volume de operações do Pix e a variação do componente tecnológico, como explicitado nos resultados da Tabela 7.

Em verdade, os resultados encontrados ilustram que o Estado no papel de inovador contribuiu para uma melhor distribuição do excedente, antes concentrados nas instituições financeiras. Houve detecção de falhas de mercado, intervenção do Estado e uma possível redistribuição dos excedentes para a população. A relevância do Pix com sinal negativo sinaliza que os ganhos com prestações de serviços antes reservados às instituições financeiras com a cobrança dos serviços são partilhados com os consumidores no período posterior ao Pix. Assim, o presente estudo é um indicativo de que intervenção do Banco Central foi bem-sucedida ao partilhar o excedente com os consumidores.



# 5

## 5 CONCLUSÃO

Os achados contribuem para analisar a eficiência dos bancos após o advento do Pix, bem como o possível impacto do Sistema de Pagamentos Instantâneos para os resultados encontrados. Para tanto, ilustrou-se os principais aspectos de recente atuação do Banco Central com o advento do Pix. Com efeito, o Estado atua como regulador e promotor de avanços tecnológicos, que buscou, no caso do Pix, ganhos de eficiência, redução dos custos de transação para os usuários e inclusão financeira.

Para analisar se houve ganhos de eficiência para as instituições financeiras na função de prestadoras de serviços, utilizou-se inicialmente a metodologia DEA para avaliar as modificações de eficiência e, em seguida, o DEA em dois estágios, tendo como variável dependente da regressão a variação do índice de Malmquist e de seu componente tecnológico.

Os resultados apontam que houve melhora na eficiência dos bancos, em especial os de menor porte após o advento do Pix, tendo como principal fator os ganhos de eficiência. Em relação à análise DEA em dois estágios, não foi possível apontar uma correlação do Pix com

os scores de eficiência apurados. O Pix surgiu como um meio de transferência de valores com o objetivo de inclusão financeira e redução de custos para o usuário. Os achados são compatíveis com a redução de ganhos das instituições financeiras em relação à prestação de serviços, apontada pelo Banco Central.

O presente estudo buscou contribuir com a literatura sobre políticas públicas e eficiência no SFN, em especial para os agentes de mercado e *policymakers*. Em trabalhos futuros, é possível fazer o comparativo com os demais meios de pagamento, como cartões pré-pago, cartões de crédito e cheques. Outros enfoques a serem explorados podem avaliar se o Pix trouxe eficiência para os bancos como concessionários de crédito ou ainda na obtenção de lucros. Ponto importante ainda a ser avaliado é a inclusão financeira promovida pelo Pix bem como o surgimento de novos serviços e a relação com a eficiência. Como dito, não foram encontrados trabalhos empíricos que relacionam Pix e eficiências pelo que há ainda amplo campo a ser explorado.

# REFERÊNCIAS

# REFERÊNCIAS



## REFERÊNCIAS

ANGINER, Deniz; DEMIRGUC-KUNT, Asli; ZHU, Min. *How does competition affect bank systemic risk?* **Journal of financial Intermediation**, v. 23, n. 1, p. 1-26, 2014.

BISSO, C. S., CALDEIRA, J. F., SAMANEZ, C. P., & TELLES, G. R. *Productivity and efficiency in the Brazilian fund market: a comparative approach/Produtividade e eficiencia no mercado de fundos de investimento no Brasil: uma abordagem comparativa.* **Revista Brasileira de Finanças**, 14(3). 2016. 323-353.

BOĎA, Martin et al. *Efficiency in the Slovak banking industry: a comparison of three approaches.* **Prague economic papers**, v. 2015, n. 4, p. 434-451, 2015.

BOLZANI, Juliana B. *Leading the Way in Payments: How Central Banks Are Using Innovation to Promote Financial Inclusion and Reshape Competition.* **JL & Com.**, v. 41, p. 103, 2022.

BRASIL, Banco Central do.

\_\_\_\_\_ **Estatísticas do Pix**, disponível em <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/estatisticaspix>. Consultado em 25.8.2023

\_\_\_\_\_ **Elaboração e Remessa de Informações Relativas a Pagamentos de Varejo e a Canais de Atendimento**, disponível em [https://www.bcb.gov.br/content/estabilidadefinanceira/Documents/sistema\\_pagamentos\\_brasileiro/Estatisticas\\_SPB/Elaboracao\\_e\\_remissa\\_de\\_informacoes\\_relativas\\_a\\_pagamentos\\_de\\_varejo\\_canais\\_de\\_atendimento\\_6209.pdf](https://www.bcb.gov.br/content/estabilidadefinanceira/Documents/sistema_pagamentos_brasileiro/Estatisticas_SPB/Elaboracao_e_remissa_de_informacoes_relativas_a_pagamentos_de_varejo_canais_de_atendimento_6209.pdf)

\_\_\_\_\_ **Relatório de Economia Bancária publicado pelo Banco Central do Brasil**. Ano base 2018, publicado em 28.5.2019, disponível em <https://www.bcb.gov.br/publicacoes/relatorioeconomiabancaria/reb2018>

\_\_\_\_\_ **Relatório de Economia Bancária publicado pelo Banco Central do Brasil**. Ano base 2020, publicado em 31.8.2021, disponível em <https://www.bcb.gov.br/publicacoes/relatorioeconomiabancaria/reb2020>

\_\_\_\_\_ **Relatório de Economia Bancária publicado pelo Banco Central do Brasil**. Ano base 2022, publicado em 6.6.2023, disponível em <https://www.bcb.gov.br/publicacoes/relatorioeconomiabancaria/reb2023>

\_\_\_\_\_ **Relatório de Vigilância do Sistema de Pagamentos Brasileiro**, publicado em 3.4.2013 disponível, em <https://www.bcb.gov.br/publicacoes/ref/201303>

\_\_\_\_\_ **Resolução BCB nº 1 de 12 de agosto de 2020**, disponível em <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/exibenormativo?tipo=Resolu%C3%A7%C3%A3o%20BCB&numero=1>

\_\_\_\_\_ **Resolução BCB nº 19 de 1º de outubro de 2020**, disponível em <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/exibenormativo?tipo=Resolu%C3%A7%C3%A3o%20BCB&numero=19>

DACANAY, Santos Jose III O. *Malmquist index and technical efficiency of Philippine commercial banks in the post-Asian financial crisis period.* **Philippine Management Review**, v. 14, 2007

DHAWAN, Deepika; MEHTA, Sushil K. *Performance of banking sector-A case of select developed nations.* **Academy of Marketing Studies Journal**, v. 26, n. S5, 2022.

DUARTE, Angelo et al. *Central banks, the monetary system and public payment infrastructures: lessons from Brazil's Pix.* Available at **SSRN 4064528**, 2022.

FÄRE, Rolf, et al. "Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries." **The American Economic Review**, vol. 84, no. 1, 1994, pp. 66–83. JSTOR, <http://www.jstor.org/stable/2117971>. Accessed 8 Dec. 2022.

FONTIN, Jean-Raymond; LIN, Shi-Woei. *Comparison of banking innovation in low-income countries: A meta-frontier approach.* **Journal of Business Research**, v. 97, p. 198-207, 2019.

HENRIQUES, Iago Cotrim et al. *Efficiency in the Brazilian banking system using data envelopment analysis.* **Future Business Journal**, v. 4, n. 2, p. 157-178, 2018.

HORVAT, Aleksandra Marcikić et al. *DEA efficiency of Serbian banks-comparison of three approaches.* **Anali Ekonomskog fakulteta u Subotici**, n. 00, 2022

HUANG, Tai-Hsin; HU, Chu-Nan; CHANG, Bao-Guang. *Competition, efficiency, and innovation in Taiwan's banking industry—An application of copula methods.* **The Quarterly Review of Economics and Finance**, v. 67, p. 362-375, 2018.

KUMAR, Sunil; GULATI, Rachita. *An examination of technical, pure technical, and scale efficiencies in Indian public sector banks using data envelopment analysis.* **Eurasian Journal of Business and Economics**, v. 1, n. 2, p. 33-69, 2008.

MENDONÇA, Douglas José. SOUZA, Júlia Alves e CAMPOS, Renato Silvério. *Análise do desempenho dos maiores bancos brasileiros: um estudo com análise envoltória dos dados (DEA) aplicada a um conjunto de indicadores econômico-financeiros*. **Revista Observatório da la Economia Latino Americana**. Brasil. 2016.

LE, Long Hau; DUONG, Truong An; LE, Tan Nghiem. *Banking competition and efficiency: The case of Vietnamese banking industry*. International **Journal of Financial Research**, v. 11, n. 2, p. 453-460, 2020.

MOFFAT, Boitumelo; VALADKHANI, Abbas; HARVIE, Charles. *Malmquist indices of productivity change in Botswana's financial institutions*. **Global Business and Economics Review**, v. 11, n. 1, p. 28-43. 2009.

NACIONAL. Conselho Monetário.

\_\_\_\_\_ **Resolução CMN - nº 4.553, de 30 de janeiro de 2017**, disponível em <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/exibenormativo?tipo=Resolu%C3%A7%C3%A3o&numero=4553>

\_\_\_\_\_ **Resolução CMN - nº 5.060, de 16 de fevereiro de 2023**, disponível em <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/exibenormativo?tipo=Resolu%C3%A7%C3%A3o%20CMN&numero=5060>

PALECKOVA, Iveta. *Cost efficiency measurement using two-stage data envelopment analysis in the Czech and Slovak banking sectors*. **Acta Oeconomica**, v. 69, n. 3, p. 445-466, 2019.

PINDYCK, Robert S; RUBINFELD, Daniel L. **Microeconomia**, 8 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2013.

PUTRI, Mutiara Ramadhani; SUKMANINGRUM, Puji Sucia. *Productivity Determinants of Islamic Banks in Indonesia: Two-Stage Malmquist Productivity Index*. **Falah: Jurnal Ekonomi Syariah**, v. 7, n. 1, p. 24-34. 2022.

SAKAR, Birgül. *A study on efficiency and productivity of Turkish banks in Istanbul stock exchange using Malmquist DEA*. **Journal of American Academy of Business**, v. 8, n. 2, p. 145-155. 2006.

SANTOS, Marcel Mascarenhas. *A regulação dos meios de pagamento sob a ótica da experiência do usuário. Da Lei nº 12.865, de 9 de outubro de 2013, ao Pix*. In **Novas tendências no Sistema Financeiro Nacional**. Org. IWAKURA, Cristiane Rodrigues. LIMA, Felipe Herdem. Thot Editora. Londrina. fls. 319-348.

SIMAR, Leopold; WILSON, Paul W. *Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes*. **Journal of econometrics**, v. 136, n. 1, p. 31-64. 2007.

SIMAR, Léopold; WILSON, Paul W. *Two-stage DEA: caveat emptor*. **Journal of Productivity Analysis**, v. 36, p. 205-218. 2011.

SIMIONATO, Vinicius Eduardo. **Análise envoltória de dados (DEA) como ferramenta para melhoria de processos baseado na eficiência dos agentes: estudo de caso em uma instituição financeira**. lume.ufrgs.br. 2019.

SCHAECK, Klaus; CIHÁK, Martin. *Competition, efficiency, and stability in banking*. **Financial management**. v. 43, n. 1, p. 215-241, 2014.

SOUSA, Maria da Conceição Sampaio de; SOUZA, João Carlos Félix. **Escores robustos de eficiência e seus determinantes: o caso das agências do Banco do Brasil**. repositorio.ipea.gov.br, 2014.

SUFIAN, Fadzlan. *Benchmarking the efficiency of the Korean banking sector: a DEA approach*. **Benchmarking: An International Journal**, v. 18, n. 1, p. 107-127, 2011.

TAKON, Samuel M. et al. *Impact of Digital Payment System on the Efficiency of the Nigerian Banking Sector*. **Journal of Economics, Finance and Accounting Studies**, v. 1, n. 1, p. 19-27. 2019.

TIAN, Lin; HAN, Liang; MI, Biao. *Bank competition, information specialization and innovation*. **Review of Quantitative Finance and Accounting**, v. 54, p. 1011-1



WANG, Ke et al. *Efficiency measures of the Chinese commercial banking system using an additive two-stage DEA*. **Omega**, v. 44, p. 5-20, 2014.

