

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

MARTINHO MARTINS BOTELHO

**EFICIÊNCIA E *BENCHMARKS* DE DESEMPENHO DE
COOPERATIVAS DE CRÉDITO: EVIDÊNCIAS A PARTIR DO
MERCADO BRASILEIRO**

CURITIBA

2023

MARTINHO MARTINS BOTELHO

**EFICIÊNCIA E *BENCHMARKS* DE DESEMPENHO DE COOPERATIVAS DE
CRÉDITO: EVIDÊNCIAS A PARTIR DO MERCADO BRASILEIRO**

***Efficiency and performance benchmarks of credit unions: some evidences
from the Brazilian market***

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do título de Mestre em Administração no
Programa de Mestrado Acadêmico da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador: prof. Dr. Rodrigo Alves Silva

CURITIBA

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original. É a licença mais flexível de todas as licenças disponíveis. É recomendada para maximizar a disseminação e uso dos materiais licenciados.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Curitiba



MARTINHO MARTINS BOTELHO

EFICIÊNCIA E "BENCHMARKS" DE DESEMPENHO DE COOPERATIVAS DE CRÉDITO: EVIDÊNCIAS A PARTIR DO MERCADO BRASILEIRO

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Administração da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Organizações E Tecnologia.

Data de aprovação: 29 de Setembro de 2022

Dr. Rodrigo Alves Silva, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Evandro Marcos Saidel Ribeiro, Doutorado - Universidade de São Paulo (Usp)

Dr. Thiago Cavalcante Nascimento, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 04/10/2022.

DEDICATÓRIA

Dedico o presente trabalho à minha família.

Ao meu pai Grinberg (*in memoriam*), por ter sido minha alavanca e meu suporte necessário durante boa parte da minha formação pessoal e educacional.

À minha guerreira filha, Sofia, por ser o motivo da minha luta.

AGRADECIMENTOS

Muitos foram importantes apoiadores desta empreitada de pesquisa acadêmica. Inicialmente, agradeço a Deus pela motivação em mim criada, pelas forças dispendidas para que a minha história fosse desenhada. Várias foram as etapas e a apresentação desta investigação é uma delas.

Agradeço também ao meu professor-orientador, prof. Dr. Rodrigo Alves Silva, exemplo de motivação e de paciência no processo de orientação. Confesso que, no início, ainda estava cercado de incertezas, mas em alguns encontros de orientação, o prof. Rodrigo conseguiu debater, sugerir modificações, construir indagações, nos encontros no Laboratório de Análise de Dados em Gestão e Economia (LADGE). A presença da orientação do prof. Rodrigo me fez lembrar os versos de Augusto dos Anjos colocados na epígrafe deste trabalho, vale dizer, sobre o surgimento das ideias e da execução das mesmas.

Agradeço aos ensinamentos dos vários professores com os quais tive contato, de variadas disciplinas e de diversos departamentos da UTFPR, UFPR, UFF e UFSC. Sempre tive como concepção que a formação ao nível de mestrado envolve um trabalho final de pesquisa, a dissertação, o ápice. Mas também penso ainda que o mestrado acadêmico representa um momento para as maturações científicas e epistemológicas, razão pela qual também resolvi ganhar maturidade em variadas disciplinas em Departamentos de Administração, Métodos Numéricos em Engenharia, Engenharia de Produção, História e Economia. A todas as professoras e professores, meus eternos agradecimentos pelos ensinamentos. Tenho certeza que tirei preciosas lições de todos vocês que andam no meu coração.

Agradeço também à minha família, em especial ao meu pai, Grinberg (*in memoriam*) pelo grande apoio e confiança nas minhas decisões pessoais, profissionais e acadêmicas. Vem sendo duro estar longe das nossas conversas eruditas e da “varanda cultural” desde o final do ano passado. Os frutos desta pesquisa foram inspirados nas suas lições que recebi desde criança: “Para qualquer lugar que você vá, sempre siga com muito estudo e trabalho”.

Agradeço, igualmente, aos membros da banca de qualificação e, posteriormente, de defesa: prof. Dr. Evandro Marcos Saidel Ribieiro e prof. Dr.

Thiago Cavalcante do Nascimento. Suas sugestões e orientações, além das críticas, foram fundamentais para o aperfeiçoamento da pesquisa que ora apresento.

Agradeço aos colegas, mestrandas e mestrandos do PPGA/UTFPR. A parceria e a aprendizagem foram constantes durante esses dois anos e meio de isolamento social. Procurei ter intensa integração remota durante esse período com todas e todos.

Por fim, agradeço aos coordenadores do PPGA/UTFPR e ao pessoal de apoio administrativo, especialmente ao senhor Leandro Anacleto, à senhora Renata Bataier e à senhora Raissa Linhares, sempre solícitos e diligentes nas questões administrativas.

Uma parte da pesquisa foi feita nas bibliotecas da Faculdade de Economia e Administração da Universidade de Coimbra e na biblioteca da Faculdade de Economia e Administração da Universidade de *Hamburg*. Para tal, agradeço ao pessoal de apoio de ambas as bibliotecas que sempre foram solícitos, auxiliando-me no acesso ao acervo.

O que fora uma dura e inesperada reprovação em seleção no PPGAU/UFSC em 2018, depois de intensa preparação, transformou-se em algo novo. Isso me fez repensar algumas questões e jamais desistir e conquistar os desafios da prova da ANPAD em 2019. Depois daquela triste reprovação na análise do pré-projeto no PPGAU/UFSC, refiz a minha escolha pessoal e optei, única e exclusivamente, pelo Mestrado Acadêmico no PPGA/UTFPR. Era isto que desejava e cativei.

A ideia

De onde ela vem?! De que matéria bruta
Vem essa luz que sobre as nebulosas
Cai de incógnitas criptas misteriosas
Como as estalactites numa gruta?!

Vem da psicogenética e alta luta
Do feixe de moléculas nervosas,
Que, em desintegrações maravilhosas,
Delibera, e depois, quer e executa!

Vem do encéfalo absconso que a constribe,
Chega em seguida às cordas da laringe,
Tísica, tênue, mínima, raquítica...

Quebra a força centrípeta que a amarra,
Mas, de repente, e quase morta, esbarra
No molambo da língua paralítica!
(ANJOS, Augusto dos. **Eu e outras poesias**.
São Paulo: Attar, 2015)

“A transição de uma prolongada etapa de crédito excessivamente difícil para outra de extrema facilidade deu lugar a uma febril atividade econômica como jamais se conhecera no país.”
(FURTADO, Celso. **Formação econômica do Brasil**. 32. Ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2005, p. 137).

RESUMO

A forma cooperativa de organização de atividades financeiras tem-se apresentado como valorosa possibilidade para o desenvolvimento organizacional de pequenas e médias entidades. A presente investigação tem por objetivo analisar se, e em que medida, condicionantes de recursos gerenciados (utilizados) influenciam o desempenho de cooperativas de crédito, utilizando-se a Análise Envoltória de Dados (DEA, *Data Envelopment Analysis*). Para tanto, a Análise Envoltória de Dados como modelo não-paramétrico para avaliação de desempenho foi evidenciada como ferramenta capaz de avaliar a eficiência em atividades do cooperativismo, especificamente, no cooperativismo de crédito. Foram analisadas 35 cooperativas de crédito em atuação no Brasil, a partir do modelo DEA-BCC (VRS, *Variable Returns to Scale*), orientado a *output* e do modelo DEA-Malmquist para quatro trimestres do ano de 2018. Os resultados revelam que, dos 35 sistemas de cooperativas de crédito, foram encontradas 11 cooperativas de crédito sempre na fronteira de eficiência e 3 cooperativas sempre na faixa de baixa eficiência. Embora, a maioria das cooperativas de crédito analisadas esteja em alto e médio nível de eficiências, verifica-se um distanciamento muito grande de eficiência por parte de algumas delas. Os resultados também denotam um decréscimo médio de 1,1%; no ano de 2018 na produtividade das cooperativas de crédito, a partir da análise da média dos índices de *Malmquist*. Verificou-se, por exemplo, que foram 3 cooperativas de crédito que obtiveram os maiores crescimentos de produtividade total na amostra, com 18%; 14,4% e 13,3% em 2018. No condizente à Mudança de Posição Relativa, das 35 cooperativas analisadas, apenas 12 pioraram a sua posição relativa e 11 melhoraram, sendo que 12 cooperativas de crédito mantiveram a sua situação. Por fim, os resultados demonstram também que a Análise Envoltória de Dados consiste em valorosa técnica para avaliação de desempenho organizacional em cooperativas de crédito, amparando a tomada de decisões.

Palavras-chave: cooperativismo; cooperativas de crédito; tomada de decisões; desenvolvimento organizacional; Análise Envoltória de Dados – DEA; DEA-Malmquist.

ABSTRACT

The cooperative form of organization of financial activities has presented itself as a valuable possibility for the organizational development of small and medium-sized entities. This research aims to analyze whether and to what extent the conditions of managed resources (utilized) influence the performance of Brazilian credit unions, using Data Envelopment Analysis (DEA). To this end, the Data Envelopment Analysis as a non-parametric model for performance evaluation was evidenced as a tool capable of evaluating efficiency in cooperative activities, specifically in the credit union sector. Thirty-five credit unions operating in Brazil were analyzed using the output-oriented DEA-BCC (VRS, Variable Returns to Scale) model and the DEA-Malmquist model for four quarters of the year 2018. The results reveal that out of 35 Brazilian credit union systems, 11 credit unions were found to be always on the efficiency frontier and 3 credit unions were found to be always in the low efficiency range. Although, most of the analyzed credit unions are in high and medium level of efficiencies, a very large efficiency gap is found for some of them. The results also denote an average decrease of 1.1% in the year 2018 in the productivity of the credit unions, from the analysis of the average of the Malmquist indices. It was found, for example, that three credit unions has obtained the highest total productivity growth in the sample, with 18%; 14.4% and 13.3% in 2018. Concerning the Change in Relative Position, of the 35 Brazilian cooperatives analyzed, only 12 worsened their relative position and 11 improved, with 12 credit unions maintaining their situation. Finally, the results also demonstrate that the Data Envelopment Analysis is a valuable technique for evaluating organizational performance in credit unions, supporting decision making.

Keywords: cooperativism; credit unions; decision making; organizational development; Data Envelopment Analysis – DEA; DEA-Malmquist.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Etapas aplicadas na investigação	21
Figura 2.1 - Estrutura de um processo produtivo simples	47
Figura 4.1 - Principais ações da pesquisa na parte de Método e Técnica	71

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1 – Função produção	38
Gráfico 2.2 – Isoquanta	40
Gráfico 2.3 – Fronteira de eficiência produtiva representada	44
Gráfico 2.4 – Curvas de fronteira de eficiências nos modelos CCR e BCC	52
Gráfico 2.5 – Índice de produtividade de Malmquist, orientação-produção	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Princípios do cooperativismo segundo a ICA	31
Quadro 2.2 – Algumas diferenças entre indicadores financeiros e indicadores de desempenho	43
Quadro 2.3 - Artigos mais citados sobre a eficiência de cooperativas de crédito e Análise Envoltória de Dados	67
Quadro 3.1 - Variáveis selecionadas para o modelo DEA utilizado	56
Quadro 4.1 - Nível de eficiência técnica das Cooperativas de Crédito.....	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Correlação de variáveis utilizadas no método DEA (2018, 1º trimestre)	75
Tabela 3.2 - Correlação de variáveis utilizadas no método DEA (2018, 2º trimestre)	75
Tabela 3.3 - Correlação de variáveis utilizadas no método DEA (2018, 3º trimestre)	75
Tabela 3.4 - Correlação de variáveis utilizadas no método DEA (2018, 4º trimestre)	75
Tabela 4.1 - Estatísticas descritivas das variáveis consideradas na mensuração da eficiência (2018, 1º trimestre)	61
Tabela 4.2 - Estatísticas descritivas das variáveis consideradas na mensuração da eficiência (2018, 2º trimestre)	62
Tabela 4.3 - Estatísticas descritivas das variáveis consideradas na mensuração da eficiência (2018, 3º trimestre)	63
Tabela 4.4 - Estatísticas descritivas das variáveis consideradas na mensuração da eficiência (2018, 4º trimestre)	63
Tabela 4.5 - Distribuição da eficiência do Sistema Cooperativo combinado brasileiro, por semestre/2018	80
Tabela 4.6 - Escores (<i>ranks</i>) de eficiência das Cooperativas de Crédito na fronteira padrão, por semestre/2018 (modelo DEA-BCC, orientado a <i>output</i>) ...	81
Tabela 4.7 - Eficiência técnica das Cooperativas de Crédito na fronteira padrão, por semestre/2018	82
Tabela 4.8 - Tabela 4.8 - Eficiências das Cooperativas de Crédito (1º trimestre/2018)	85
Tabela 4.9 - Eficiências das Cooperativas de Crédito (2º trimestre/2018)	86
Tabela 4.10 - Eficiências das Cooperativas de Crédito (3º trimestre/2018)	87
Tabela 4.11 - Eficiências das Cooperativas de Crédito (4º trimestre/2018)	88
Tabela 4.12 - Média do Índice de Malmquist e suas decomposições (trimestres de 2018)	90
Tabela 4.13 - Estatísticas descritivas do Índice de <i>Malmquist</i> e suas decomposições (trimestres de 2018)	91

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AED – Análise Envoltória de Dados

BACEN – Banco Central do Brasil

DEA – *Data Envelopment Analysis*

DEA-BCC – *Data Envelopment Analysis* de Banker, Charnes e Cooper

DEA-CCR – *Data Envelopment Analysis* de Charnes, Cooper e Rodhes

DMU – *Decision Makint Units*

FPP – Fator Parcial de Produtividade

FTP – Fator Total de Produtividade

ICA - *International Cooperative Alliance*

PIB – Produto Interno Bruto

SUMOC – Superintendência da Moeda e do Crédito

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1 Contextualização e justificativa da pesquisa	18
1.2 Objetivos da pesquisa	19
1.3 Desenho da dissertação	20
2. REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1 Crédito e cooperativas de crédito no Brasil	22
2.1.1 Crédito: Definições, Risco e Concessão de Crédito	26
2.1.2 Definição, Caracterização e Funções das Cooperativas de Crédito	28
2.1.3 Cooperativismo de Crédito e Recentes Aspectos no Brasil	34
2.2 Mensuração de desempenho e eficiência em cooperativas de crédito	36
2.2.1 Eficácia, eficiência, desempenho e produtividade na gestão	36
2.2.2 A Função da Mensuração de Desempenho e de Indicadores de Desempenho em Cooperativas de Crédito.....	40
2.2.3 A questão da Mensuração de Desempenho e Eficiência	43
2.3 Análise Envoltória de Dados como ferramenta técnica aplicada na medição de desempenho organizacional	45
2.3.1 Breves considerações sobre a Análise Envoltória de Dados	45
2.3.2 Tipologia dos Modelos de Análise Envoltória de Dados.....	48
2.3.2.1 Modelo DEA-CCR	48
2.3.2.2 Modelo DEA-BCC.....	50
2.3.2.3 Eficiências invertida, composta e normalizada.....	60
2.3.2.4 Modelo DEA-Malmquist.....	61
2.3.2.5 Os estudos relacionados com a DEA e eficiência em cooperativas de crédito	65
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	69
3.1 Delineamentos e características da pesquisa	69
3.2 Etapas da pesquisa	70
3.3 Procedimentos para coleta de dados	73
3.4 Procedimentos para aplicação do modelo de análise de dados	74
4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES	77
4.1 Análise descritiva da amostra	77
4.2 Resultados e discussões	80

5. CONCLUSÃO	96
REFERÊNCIAS.....	100
APÊNDICES	107
APÊNDICE A.1 - <i>Script</i> de programação em linguagem R	108
GRÁFICO A.1 - DISTRIBUIÇÃO DAS EFICIÊNCIAS DAS COOPERATIVAS DE CRÉDITO, ANALISADAS POR SEMESTRE/2018	110
GRÁFICO A.2 - NÚMERO DE VEZES DAS COOPERATIVAS DE CRÉDITO NO CONJUNTO DE REFERÊNCIAS, ANALISADAS POR SEMESTRE/2018	111
TABELA A.1 - ALVOS DAS COOPERATIVAS DE CRÉDITO ANALISADAS (2018, 1º TRIMESTRE)	112
TABELA A.2 - ALVOS DAS COOPERATIVAS DE CRÉDITO ANALISADAS (2018, 2º TRIMESTRE)	113
TABELA A.3 - ALVOS DAS COOPERATIVAS DE CRÉDITO ANALISADAS (2018, 3º TRIMESTRE)	114
TABELA A.4 - ALVOS DAS COOPERATIVAS DE CRÉDITO ANALISADAS (2018, 4º TRIMESTRE)	115
GRÁFICO A.3 - Escores de EFICIÊNCIA PADRÃO (fronteira padrão) das Cooperativas de Crédito analisadas.....	116
GRÁFICO A.4 - Escores de EFICIÊNCIA INVERTIDA das Cooperativas de Crédito analisadas	117
GRÁFICO A.5 - Escores de EFICIÊNCIA COMPOSTA das Cooperativas de Crédito analisadas	118
TABELA A.1 - Índice de Malmquist e suas decomposições (1º trimestre/2018-2º trimestre/2018)	120
TABELA A.2 - Índice de Malmquist e suas decomposições (2º trimestre/2018-3º trimestre/2018)	121
TABELA A.3 - Índice de Malmquist e suas decomposições (3º trimestre/2018-4º trimestre/2018)	122
GRÁFICO A.7 - ÍNDICE DE MALMQUIST (MI) E ÍNDICES DE DECOMPOSIÇÃO DE FÁRE <i>et ali</i> (1994).....	123

1. INTRODUÇÃO

Os itens a seguir elencados no presente capítulo apresentam uma visão panorâmica sobre os principais enfoques preteridos, estrategicamente, para a investigação científica preterida.

No âmbito do Sistema Financeiro Nacional (SFN), existem diversos tipos de organizações que atuam no mercado financeiro brasileiro, as quais podem ser classificadas de acordo com as suas características e finalidades. Nesse sentido, um exemplo dessas organizações são as cooperativas de crédito, as quais consistem na reunião de pessoas para prestação de serviços financeiros para seus cooperados, sendo que esses últimos são, concomitantemente, proprietários e usuários da cooperativa (BIALOSKORSKI NETO, 2012; BARROS *et al*, 2020). Nas cooperativas em geral, os cooperados têm a prerrogativa de voto independentemente das suas cotas de participação no capital social. Com isso, a adesão dos cooperados é livre e voluntária, e os resultados financeiros (positivos ou negativos) são divididos entre os mesmos (INTERNATIONAL COOPERATIVE ALLIANCE, 2021).

Embora tenham essas características singulares, no aspecto de gestão, as cooperativas de crédito não se diferem de outras organizações financeiras, porque lidam com as dimensões de economia de escala, liquidez, solvência e comprometimento de ativos. É nesse sentido que as cooperativas de crédito utilizam ferramentas de avaliação de resultados e desempenhos, com a finalidade de implementar com eficiência e eficácia o seu processo de tomada de decisões, além de estratégia de gestão (LAZZARINI *et al*, 1999; ABREU *et al*, 2018).

A avaliação de resultados e desempenhos assume aqui o significado de análise de performance, atuação, relacionada com as suas funções e cargos utilizados, além de recursos produtivos, a partir de aspectos operacionais, econômicos e financeiros. Com isso, a cooperativa de crédito planeja e realiza a atividade que vão impactar em processos de gestão, podendo ser utilizada a avaliação de desempenho, mensuração da eficiência, aqui considerada como relacionada com os processos produtivos.

Existem variados tipos de avaliação de desempenho, já que podem ser voltados para pessoas, gestores e gestão de unidades ou centros de responsabilidade. No entanto, na avaliação de desempenho de cooperativas de crédito, é limitada à quantidade de investigações sobre avaliação de desempenho,

de eficiência na gestão de recursos produtivos, principalmente quando se consideram variáveis contábeis (LAZZARINI *et ali*, 1999; BITTENCOURT *et ali*, 2017). Quiçá a justificativa dessa lacuna investigativa se dê em função das características próprias da cooperativa de crédito: não visam lucro. No entanto, como prestadoras de serviços, buscam o equilíbrio econômico e o social, sendo organizações e, portanto, entidades decisões no processo produtivo.

Para fins introdutórios, os tópicos a seguir apresentam o tema, contextualizando-o para fins de breve situação teórica. Em seguida, passou-se para a explanação dos objetivos geral e específicos, declarando-os para fins de responder os problemas suscitados anteriormente. Depois, são apontadas as justificativas dos objetivos e da pesquisa em si, construindo-se razões que compelem as contribuições teórica e prática no contexto da “mensuração da eficiência em desempenho operacional em cooperativas de crédito”. Por fim, é apresentado o desenho da pesquisa, vale dizer a sua estrutura e forma.

1.1 Contextualização e justificativa da pesquisa

A existência de cooperativas de crédito na ampliação do mercado de crédito no Brasil ressalta as suas relevantes funções, especialmente em um novo setor, historicamente, formado por instituições bancárias.

De acordo com o Banco Central do Brasil, em março de 2021, no Brasil, existia algo em torno de R\$ 353,17 bilhões em ativos totais em 840 cooperativas financeiras de crédito; formadas por 1.936.321 cooperados pessoas jurídicas e 11.212.927 cooperados pessoas físicas (BACEN, 2021).

Considerando tais fatores, Zylbersztajn (1994) entende que as cooperativas de crédito são organizações de grande valor, considerando-se a sua valiosa presença no fortalecimento da oferta de crédito no Brasil. No entanto, ainda no entendimento de Zylbersztajn (1994), tais entidades se deparam com questões relacionadas com o processo de gerenciamento e de alocação de recursos em ambiente de escassez, enfrentando variadas dificuldades.

Dentre as variadas inconstâncias de serviços produzidos por cooperativas de crédito, pode-se elencar: as mudanças de padrões comportamentais de tomadores de crédito; as mudanças regulatórias estatais e os progressos tecnológicos; o incremento do nível de inadimplência de tomadores de crédito (MEINEN, PORT,

2014; BARROS *et al.*, 2020).). Essas instabilidades podem ter impacto na estrutura de oferta de crédito e também na permanência de cooperativas no mercado de crédito (LAZZARINI *et al.*, 1999; BARROS *et al.*, 2020).

Com isto, é necessário atentar para as particularidades inerentes ao mercado de crédito de cooperativas, incluindo-se as questões gerenciais teóricas e práticas, ainda sendo um hiato nas pesquisas existentes.

O processo de mensuração da eficiência em cooperativas de crédito possibilita a essas entidades uma melhor compreensão sobre suas práticas de gestão, sendo de interesse do setor creditício como um todo (LAZZARINI *et al.*, 1999; TSER-YIETH *et al.*, 2008). No sentido de alocar recursos produtivos, as cooperativas podem se servir de apoios à gestão de desempenho e da análise da eficiência organizacional, representando importantes apoios aos processos de tomada de decisão.

Outra justificativa para se medir o desempenho em organizações da área de cooperativas é a sua participação no PIB dos países (BIALOSKORSKI NETO, 2012; SILVA *et al.*, 2017). Além disto, há uma propensão de incremento e de fortalecimento da medição de desempenho e de eficiência de organizações do setor cooperativista.

Com isto, espera-se que esta pesquisa seja referência para pesquisas posteriores, ou seja, que sejam desenvolvidas futuramente, perquirindo o constante aperfeiçoamento de técnicas de tomada de decisão e práticas de gestão.

Além disto, os resultados obtidos denotam contribuições para as disciplinas, grupos de pesquisa e linhas de pesquisa do Programa de Mestrado Acadêmico, além da difusão e utilização das técnicas da Análise Envoltória de Dados (DEA), na tomada de decisões organizacionais.

Entendendo a importância de se mensurar os desempenhos individuais e relativos das cooperativas de crédito, é possível declarar a questão de pesquisa como: **seria possível analisar se, e em que medida, condicionantes de recursos gerenciados (utilizados) influenciam o desempenho?**

1.2 Objetivos da pesquisa

Contextualizado e definido o problema da pesquisa, pode-se realizar a formulação do objetivo geral, assim como, complementarmente, a exposição dos objetivos específicos, tal como feitos a seguir.

O objetivo geral desta pesquisa é analisar se, e em que medida, condicionantes de recursos gerenciados (utilizados) influenciam o desempenho de cooperativas de crédito.

Os objetivos específicos desdobram-se do objetivo principal, sendo os seguintes:

- i) Analisar o contexto das cooperativas de crédito e o mercado de crédito no Brasil;
- ii) Selecionar recursos produtivos utilizados (*inputs*) e produtos finais (*outputs*) em cooperativas de crédito, gerando indicadores de desempenho (*benchmarks* de eficiência);
- iii) Mensurar a eficiência técnica por meio do DEA e do Índice de Malmquist-DEA;
- iv) Identificar e discutir condicionantes dos resultados individuais e comparativos encontrados.

1.3 Desenho da dissertação

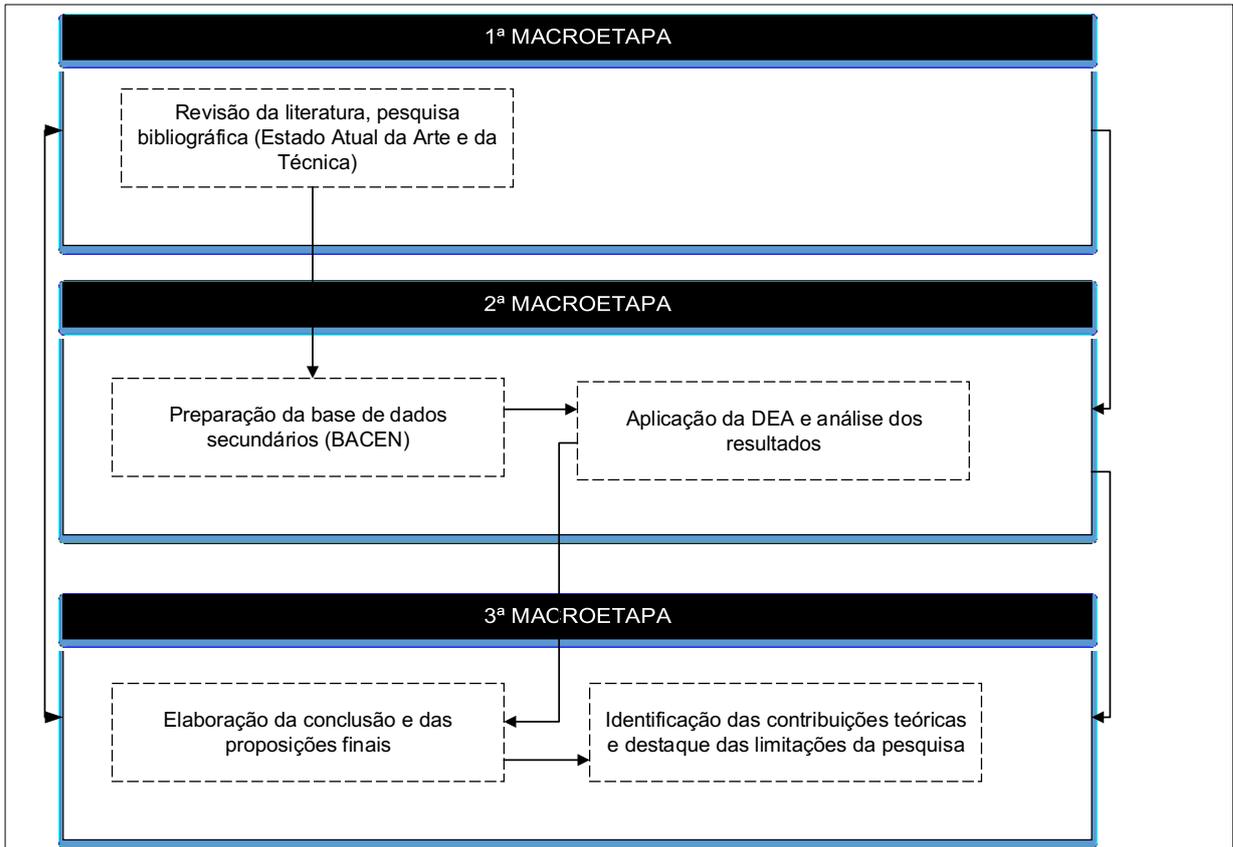
A investigação seguiu um encadeamento geral de três macroetapas, subdivididas em cinco microetapas, no sentido de sustentar que a estratégia possa ser incrementada de acordo com os objetivos pretendidos e os resultados sejam alcançados. Tais etapas podem não ser sucessivas, caso haja necessidade de se voltar para microetapas anteriores da pesquisa, tal como explicado na Figura 1.1.

As áreas com linhas cheias representam as macroetapas que enfatizam o desenvolvimento da pesquisa. Assim, a primeira macroetapa consiste na implementação das pesquisas bibliográficas sobre cooperativas de crédito, mensuração de desempenho e eficiência e Análise Envoltória de Dados. Essa macroetapa contribui para detectar lacunas teóricas e empíricas no âmbito temático, permitindo a construção de orientações para responder à questão-problema elaborada.

A segunda macroetapa diz respeito a duas microetapas fundamentais: a preparação da base de dados secundários e a aplicação da Análise Envoltória de Dados, para a análise dos resultados. Saliente-se que a coleta, organização e preparação da base de dados se dá por meio das informações do Sistema Financeiro Nacional do Banco Central do Brasil. Essa macroetapa é importante

porque permite alcançar resultados finais mais satisfatórias, influenciando no sucesso da aplicação da Análise Envoltória de Dados; estando também interligado com a primeira macroetapa, de revisão bibliográfica.

Figura 1.1 – Etapas aplicadas na investigação



Fonte: Autoria própria a partir do *Microsoft Visio v. 2013, 2022*.

A terceira macroetapa corresponde à elaboração da conclusão e proposições finais sobre a pesquisa realizada, e identificação de possíveis contribuições e eventuais limitações. Ressalta-se que a pesquisa tem caráter dinâmico, permitindo uma concatenação lógica entre as três macroetapas, transpondo o encadeamento criado.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A finalidade deste capítulo é abordar o mercado de crédito e o cooperativismo de crédito no Brasil (2.1). A justificativa desta análise é compreender, primeiramente, o objeto de estudo desta investigação, direcionando-se, posteriormente, para a mensuração do desempenho eficiente em cooperativas de crédito (2.2) para, em seguida, estudar a Análise Envoltória de Dados como ferramenta aplicada para gestão (2.3). Tendo-se isto em consideração, é necessário apresentar os estudos sobre mercado de crédito no Brasil para, então, discutir o objetivo específico da pesquisa.

2.1 Crédito e cooperativas de crédito no Brasil

O cooperativismo representa uma das alternativas para incrementar o nível de produção, mitigando problemas sociais como o desemprego e a dificuldade de acesso ao crédito, realizando-o de maneira direta e indireta. Pelo meio direto, o cooperativismo permite criar postos de trabalhos para os cooperados-associados nas entidades cooperativas e, pelo meio indireto, é possível a criação de postos de trabalhos no quadro de profissionais das próprias cooperativas.

O cooperativismo de crédito já avançou no Brasil, sendo um dos ramos do cooperativismo nacional com maior participação no Produto Interno Bruto (PIB) (FONTANA, 2013; BARROS *et al*, 2020). O fenômeno do cooperativismo de crédito corresponde aos serviços que vão da assistência técnica, avaliação de crédito, fornecimento de crédito e prestação de outros serviços financeiros.

O cooperativismo de crédito, em suas variadas classes, apresenta ações essenciais para o desenvolvimento do mercado de crédito no Brasil, em especial para agentes com dificuldade de acesso ao crédito por variadas razões (FONTANA, 2013; BARROS *et al*, 2020).

Do ponto de vista de definição, a cooperativa representa uma organização formada pela vontade de indivíduos oriundos de grupos econômicos e/ou sociais, finalizando desempenhar atividades previamente estabelecidas com foco no benefício comum. Com isto, as bases fundamentais do cooperativismo, em variadas atividades econômicas, são: ação conjunta, voluntária e objetiva para a coordenação

de contribuição e serviços; identidade de interesses e de propósitos; aferição de resultado útil e comum a todos.

Pinho e Amaral (1993) define a cooperativa como uma sociedade de pessoas, formada a partir de bases democráticas, com a finalidade de realizar determinadas atividades sociais e econômicas, em favor dos seus associados a partir da produção de produtos e serviços.

A partir disto, o cooperativismo assume dupla aptidão: i) econômica, porque se trata de ente organizacional produtivo; ii) social, porque representa uma sociedade constituída por pessoas, indivíduos. É nesse sentido que Sigismundo Bialoskorski Neto (1998, 2006, 2012) define cooperativa assim:

Cooperativa é uma associação de pessoas, que têm três características básicas: 1º - Propriedade Cooperativa: significa que os usuários da cooperativa são os seus proprietários e não aqueles que detêm o capital; 2º - Gestão Cooperativa: implica concentração de poder decisório em mãos de associações; 3º - Repartição Cooperativista: significa que a distribuição do lucro da cooperativa (sobras líquidas) é feita proporcionalmente à participação dos associados nas operações das mesmas. Tais características conferem a cooperativa o caráter de “empresa associada”, pois esta inclui: a – Associação voluntária de pessoas que constituem uma sociedade; b – Empreendimento comum pelo qual esta sociedade alcança seus objetivos.

No entendimento de Bialoskorski Neto (1998), do ponto de vista comparativo, as cooperativas são entidades diferentes das empresas de capital porque são fundadas em princípios valorativos, doutrinários, sem objetivo primordial de lucro. A finalidade existencial da cooperativa é criar condições para que indivíduos autônomos se associem para atuar eficientemente no mercado.

Mas, se a natureza da cooperativa é organizacional, a qual tipo específico de natureza organizacional ela está revestida? As cooperativas são empresas privadas de gestão coletiva, vale dizer, os seus proprietários e os responsáveis pela gestão são os próprios cooperados, configurando tal empresa com características singulares, considerando o seu funcionamento e a sua regulação interna (INTERNATIONAL COOPERATIVE ALIANCE, 2021; BARROS *et al*, 2020). Com isto, não é apropriado se dizer que os sócios das cooperativas contribuem para o seu funcionamento, de maneira diferente de uma empresa capitalista não-cooperativa.

As cooperativas são sociedades cuja finalidade fundamental não é a busca do lucro. Os sócios das cooperativas, chamados de associados, independentemente do seu aporte de capital para a sociedade, tem direito a voto nas assembleias, de

acordo com os preceitos da legislação brasileira. Os remanescentes financeiros, ao final de cada exercício social, são distribuídos na razão direta da participação de cada associado na entrega da produção e do consumo. Tais elementos transformam a sociedade cooperativa, em variadas atividades econômicas, como um microsistema socioeconômico focado na persecução do interesse coletivo da produção e da distribuição de resultados (LAZZARINI, BIALOSKORSKI NETO, CHADDAD, 1999; BARROS *et al*, 2020).

A explicação baseada em princípios cooperativos considera que o cooperativismo consiste estrutura diferenciada. Com isto, o empreendimento cooperativista não se conforme com os preceitos de propriedade privada, mas com o de copropriedade privada e comum, sem a finalidade de se realizar lucros, já que tem o objetivo de proporcionar que os seus associados possam ter vantagens em mercados (BIALOSKORSKI NETO, 1998; ZYLBERSZTAJN, 1994; SILVA *et al*, 2017).

Por outro lado, uma entidade cooperativa não está completamente distanciada dos aspectos mercadológicos porque utiliza preceitos do mercado, oferecendo serviços demandados pelos associados. Com isto, os gestores de tais organizações perseguem resultados maximizados, distribuem os resultados após o exercício para fins de investimentos, e também podem demandam determinado nível de eficiência econômica dos seus associados. Com isto, a cooperativa acaba atuando de acordo com a lógica econômica de mercado, seja intrafirma ou extrafirma, na relação com os seus associados.

A cooperativa representa uma possibilidade de intermediar os mercados dos produtores e dos consumidores, visando alcançar as suas metas organizacionais. Através das cooperativas, os associados buscam por melhores preços no mercado para seus produtos e serviços, sendo os próprios associados também acabam demandando por melhores preços de insumos básicos no mercado fornecedor.

O ato do cooperativismo se situa entre as variados tipos de organizações produtivas contemporâneas, usando demonstrações financeiras para a prestação de contas aos usuários dos serviços e consumidores dos produtos, fomentando a transparência em gestão.

A teoria contábil tradicional pode gerar um grupo de demonstrações financeira que possibilitam o uso por variados usuários, constituindo dados para informações que podem embasar a tomada de decisões. Além dos dados gerados

disponibilizados diretamente pelas demonstrações contábeis, os usuários procuram criar indicadores que garantam a análise da situação da cooperativa.

Sobre tais indicadores, a literatura elenca diversos indicadores, além de uma ampla gama de possibilidades no fomento a novos indicadores que exprimem a vivência do analista, do tomador de decisões, do planejador estratégico etc.¹

A análise tradicional de avaliação de desempenho financeiro é considerada como o modelo fundamental de mensuração de desempenho de atividades cooperativas, embora apresente alguns problemas inerentes, ainda mais porque os ambientes de cooperativas, em geral, são complexos.

Em razão das características específicas das cooperativas, Menegário (2000) realizou investigação sobre a utilização de indicadores sócio-econômicos para fins de previsão de inadimplência em cooperativas agrícolas.

Bialkoscorski Neto, Nagamo e Moraes (2006) fizeram a aplicação de técnicas de redes neurais para a avaliação de desempenho de cooperativas agropecuárias com graus de acerto próximos ao do termômetro de insolvência de Kanitz.

Gimenes e Opazo (2006) aplicaram técnicas de estatísticas multivariadas, particularmente análise discriminante e análise de probabilidade condicional, com a finalidade de provar, a partir de evidências empíricas que os demonstrativos contábeis podem fornecer dados valiosos para geração de informação e conhecimento sobre a deterioração de indicadores financeiros de cooperativas agropecuárias.

No entanto, tais trabalhos, em geral, são aplicados para o segmento agropecuário, não sendo realizado para cooperativas de crédito situadas em entorno distinto que é o mercado financeiro, refletido pelo fato financeiro chamado “crédito”, o qual será visto a seguir nas suas definições (2.1.1), além da definição, função e caracterização das cooperativas de crédito (2.1.2).

¹ Soma-se a isto a disponibilidade de métodos estatísticos e matemáticos que possibilitam a previsão e tomada de decisões em ambiente de poucas certezas, tais como: análise discriminante, modelo de risco proporcional de Cox, modelo *logit* etc.

2.1.1 Crédito: Definições, Risco e Concessão de Crédito

O crédito consiste na capacidade de agentes assumirem compromissos com o sistema financeiro, por meio de financiamentos e empréstimos, a partir de vínculos contratuais que representam obrigações legais.

De acordo com a definição de Silva (2016, p. 49), crédito consiste na:

(...) entrega de um valor presente mediante uma promessa de pagamento (...). Em um banco, que tem a intermediação financeira como sua principal atividade, o crédito consiste em colocar à disposição do cliente (tomador de recursos) certo valor sob a forma de empréstimo ou financiamento, mediante uma promessa de pagamento numa data futura. Na verdade, o banco está comprando uma promessa de pagamento, pagando ao tomador (vendedor) um determinado valor para, no futuro, receber um valor maior.

A cooperativa financeira adquire do associado a promessa de pagamento, tendo-se o crédito como principal componente na relação associado-cooperativa, sendo que a principal origem de receita é a da atividade de intermediação financeira.

O crédito exprime a sua função de fomento de atividades econômicas no mercado, já que financia investimentos para agentes deficitários, estimulando a demanda mercadológica como um todo.

Na visão de Alexandre Assaf Neto (2018, p. 92),

o mercado de crédito visa, fundamentalmente, suprir as necessidades de caixa de curto e médio prazos dos vários agentes econômicos, seja por meio da concessão de crédito às pessoas físicas ou empréstimos e financiamentos às empresas.

A partir dessa variedade de tipos de crédito no mercado, o qual é utilizado em diferentes segmentos de mercado, é relevante avaliar algumas características, as quais a literatura denomina de “6 cês do crédito”: caráter, capital, capacidade, condições, colateral e coletivo/conglomerado (SILVA, 2016).

O caráter corresponde à vontade do devedor de cumprir as suas obrigações financeiras nas condições tal como foram combinadas. Gitman e Zutter (2015) analisam o “caráter do crédito” como uma variável de conotação histórica do tomador do crédito em termos de cumprimento das obrigações contratuais. Identifica-se o caráter do por meio das informações internas e externas relacionadas ao que procura acesso ao crédito.

As informações internas do crédito podem ser consultadas pelo próprio fornecedor do crédito, avaliando como que o associado de uma cooperativa de crédito se comporta no mercado financeiro (MEINEN, PORT, 2014). No caso da

cooperativa de crédito, verifica-se a reputação histórica do cliente no mercado financeiro, e se existe alguma situação reprovável.

O segundo atributo é o capital que retrata a conjuntura econômico-financeira e patrimonial do tomador do crédito, especialmente sobre os bens e serviços possuídos para cumprir com as suas obrigações. Esse capital é mensurado pelo conjunto de recursos disponíveis que denotam a situação financeira do tomador.

O terceiro atributo é a capacidade, que se relaciona com os elementos internos vinculados à habilidade do tomador gerenciar os negócios, em situação estratégica e operacional. No entendimento de Silva (2016, p. 35), a “capacidade”:

Refere-se ao julgamento subjetivo do analista quanto à habilidade dos clientes no gerenciamento e conversão de seus negócios em receita. Usualmente, os credores atribuem à renda de pessoas físicas ou à receita de empresas a denominação de “fonte primária de pagamento” e principal referencial para verificar se o cliente tem capacidade de honrar a dívida.

O quarto atributo consiste nas “condições”, descrevendo os elementos externos e macroeconômicos, não-controláveis, pelo tomador do crédito, tais como: mudanças na estrutura econômica, alterações de normas legais, influência de tendências de mercado etc.

Silva (2016, p. 37), entende que:

Este C está relacionado à sensibilidade da capacidade de pagamento dos clientes à ocorrência de fatores externos adversos ou sistemáticos, tais como os decorrentes de aumento nas taxas de inflação, taxas de juros e paridade cambial; e de crises em economias de países desenvolvidos e emergentes, que mantêm relacionamento com o Brasil.

De acordo com Silva (2016), o quinto atributo representa o “colateral”, conhecido também por garantia, sendo o compromisso adicional à promessa de pagamento das prestações, do retorno do crédito assumido, mitigando-se os problemas oriundos da incapacidade de cumprir o que foi combinado com o fornecedor do crédito.

Gitman e Zutter (2015, p. 47) avalia que, raramente, a garantia pode ou deve ser aceita para compensar os pontos fracos do caráter do crédito, porque podem existir riscos em decorrência da desonestidade do tomador do crédito.

Assim, na ausência de honestidade, certamente, o “colateral” também será fraco, não sendo suficiente e adequada a concessão do crédito, aplicando-se também esta ideia na atuação das cooperativas de crédito.

Ainda de acordo com Silva (2016), o sexto atributo é o conglomerado, referindo-se a um grupo de empresas que dependem de uma mesma empresa matriz, correspondendo à avaliação sobre outras empresas do mesmo grupo econômico.

2.1.2 Definição, Caracterização e Funções das Cooperativas de Crédito

Ao longo das mudanças legislativas feitas no regime jurídico do cooperativismo no Brasil, a natureza jurídica das cooperativas de crédito já foi reputada de variadas maneiras: sociedade *sui generis*, sociedade civil, sociedade comercial. Atualmente, a partir de expressa previsão legal, art. 982 parágrafo único do Código Civil, a sociedade cooperativa é considerada sociedade simples, ou seja, constituída por pessoas que reciprocamente se obrigam a determinada atividade econômica (ZYLBERSZTAJN, 1994, p. 23; ABREU *et al*, 2018).

Mais especificamente, do ponto de vista conceitual, a cooperativa representa uma associação criada por pessoas de maneira autônoma para a prestação de serviços e/ou produção de mercadorias, com controle comum, de maneira democrática, podendo ter as atividades prestadas no âmbito agrícola, médicos, transportes, educativa, financeira etc (ZYLBERSZTAJN, 1994, p. 25; ABREU *et al*, 2018).

Com isto, existem variados nichos mercadológicos onde o cooperativismo pode ser utilizado: agropecuário, saúde, trabalho, turismo, habitacional etc.

De acordo com a lei federal ordinária nº 5.764, de 1971; art. 4º, as cooperativas são “sociedades de pessoas, com forma e natureza jurídica próprias, de natureza civil, não sujeita à falência, constituída para prestar serviços aos associados”.

As funções das cooperativas de crédito são, em geral, criar ferramentas que possibilitem amplo acesso ao crédito e a produtos financeiros aos associados, incrementando a ideia de poupança, concedendo empréstimos e financiamentos em melhores condições (PINHO, 1993). Além disto, a finalidade das mesmas é outorgar maior interação entre os empregados, com profissionais de mesma função, desenvolvendo comportamento integrado de equipe, solidariedade a auxílio mútuo, atrelando-se aos princípios do cooperativismo como será visto adiante.

As vantagens do cooperativismo de crédito são (PINHEIRO, 2008):

- a) O controle e direção da cooperativa pode ser feita pelos associados;
- b) Os associados podem participar do planejamento da cooperativa;
- c) A aplicação de recursos de poupança e de renda pode ser feita localmente, incrementando o desenvolvimento local;
- d) Melhores condições de acesso ao crédito e poupança, e serviços bancários para pequenos empreendedores;
- e) As operações bancárias de menor porte podem ser realizadas por cooperativas de crédito, facilitando atividades financeiras;
- f) O crédito pode ser concedido imediatamente, estando adequado às condições dos associados, incluindo-se a carência para pagamento, o valor concedido, as taxas de amortização etc.;
- g) Possibilidade dos associados se valerem da distribuição de excedentes.

O cooperativismo de crédito pode ser um elo de ligação entre o mercado financeiro e bem-estar financeiro dos usuários, com efeitos de transbordamento para a sociedade civil organizada.

De acordo com Meinen e Port (2014), o cooperativismo representa uma atividade sócio-empresarial fundada em princípios e valores, com a finalidade de proporcionar o fomento econômico e a convergência de esforços em atividades. No caso das cooperativas de crédito, a realidade de mercado é altamente exigente e competitiva, além de volátil tal como as características do ambiente financeiro.

Para compensar a pressão existente no mercado financeiro, a cooperativa de crédito precisa estar organizada e ser célere, permitindo a segurança para os associados (ABREU *et al.*, 2018).

De acordo com a *International Cooperative Alliance* (ICA, 2021), a cooperativa consiste em associação independente, composta por pessoas vinculadas voluntariamente com a finalidade de satisfazer as suas necessidades econômicas, sociais e culturais comuns e vontades por meio de uma entidade de propriedade comum e gerida democraticamente.²

² O entendimento literal da ICA é que “As cooperativas são empresas centradas nas pessoas, de propriedade conjunta e controladas democraticamente por e para seus membros, para realizar suas necessidades e aspirações socioeconômicas comuns. Como empresas baseadas em valores e princípios, eles colocam a justiça e a igualdade em primeiro lugar, permitindo que as pessoas criem empresas sustentáveis que geram empregos de longo prazo e prosperidade. Gerenciadas por produtores, usuários ou trabalhadores, as cooperativas são administradas de acordo com a regra “um membro, um voto”. No original: “Cooperatives are people-centred enterprises jointly owned and

A partir disto, pode-se traçar o seguinte conceito: **cooperativa representa um agente econômico, instituído no formato de sociedade de direito privado, onde indivíduos, pessoas físicas, aglomeram esforços comuns para realizar finalidades convergentes, unindo-se para a satisfação das suas necessidades culturais, desportivas, econômicas e sociais; mas sempre ponderado o bem-estar de todos, coletivamente, por meios de participação democrática.**

O cooperativismo é um meio da sociedade civil se organizar economicamente, tendo sido criada no século XIX na Europa, qualificando-se como um meio de auxílio mútuo através da cooperação e da parceria. Em 1844, na Inglaterra, foi criada, formalmente, a primeira cooperativa na atividade de tecelões. Posteriormente, na Alemanha, surgem as cooperativas de crédito que se difundiu pelo país e para a Europa (MEINEN, PORT, 2014; ABREU *et al*, 2018).

O modelo de negócios que é a cooperativa, tem a base de associação voluntária de pessoas ao redor de uma finalidade comum, reunindo mão de obra, projetos, renda, empreendedorismo, oportunidade de trabalho e desenvolvimentos local, sub-regional, regional e nacional.

O cooperativismo é fundamentado em sete princípios os quais representam as suas bases, propostas pela ICA, sendo a última atualização feita em 1995 (conhecida como Declaração sobre a Cooperativa, *Statement on the Cooperative*), tal como organizados no Quadro 2.1.

Ao longo das ideias cooperativistas, os princípios já passaram por algumas modificações, mas sem corromper as bases do modelo de Rochdale, considerado como o modelo fundador das ideias do cooperativismo moderno. Vem ocorrendo um esforço de adequar as peculiaridades de cada momento, com o 15º Congresso da ICA, realizado em Paris; no 23º Congresso em 1966, realizado em Viena; e no 31º Congresso em 1995 em Manchester (MEINEN, PORT, 2014).

No ano de 2016, a Comitê de Princípios da ICA implementou as Notas de Orientação sobre os Princípios Cooperativos, estabelecendo explicações mais detalhadas, além de orientações sobre a aplicação prática dos mesmos para a gestão de cooperativas (PINHEIRO, 2008).

democratically controlled by and for their members to realise their common socio-economic needs and aspirations. As enterprises based on values and principles, they put fairness and equality first allowing people to create sustainable enterprises that generate long-term jobs and prosperity. Managed by producers, users or workers, cooperatives are run according to the 'one member, one vote' rule." (ICA, 2021).

Quadro 2.1 - Princípios do cooperativismo segundo a ICA

Princípio	Explicação
Filiação aberta e voluntária	As cooperativas consistem em obrigações voluntárias e abertas a todas as pessoas que tenham capacidade de utilizar os seus serviços e dispostas a aceitar responsabilidades de associados, sem discriminação de gênero, social racial, política ou religiosa.
Controle democrático pelos associados	As cooperativas são organizações democráticas controladas por seus membros, que participam ativamente na definição de suas políticas e na tomada de decisões. Homens e mulheres que servem como representantes eleitos são responsáveis perante os membros. Nas cooperativas primárias, os membros têm direitos iguais de voto (um membro, um voto) e as cooperativas em outros níveis também são organizadas de forma democrática.
Participação econômica do associado	Os membros contribuem equitativamente e controlam democraticamente o capital de sua cooperativa. Pelo menos parte desse capital é, geralmente, propriedade comum da cooperativa. Os membros geralmente recebem uma remuneração limitada, se houver, sobre o capital subscrito como condição para ser membro. Os membros alocam os excedentes para qualquer ou todos os seguintes propósitos: desenvolvimento de sua cooperativa, possivelmente por meio da constituição de reservas, parte das quais, pelo menos, seria indivisível; beneficiar os associados na proporção de suas transações com a cooperativa; e apoiar outras atividades aprovadas pelos membros.
Independência e autonomia	As cooperativas são organizações autônomas e de autoajuda controladas por seus membros. Firmam-se acordos com outras organizações, inclusive governos ou levantam capital de fontes externas, o fazem em termos que garantem o controle democrático de seus membros e mantêm sua autonomia cooperativa.
Educação, treinamento e informação	As cooperativas oferecem educação e treinamento para seus membros, representantes eleitos, gerentes e funcionários, para que possa contribuir efetivamente para o desenvolvimento de suas cooperativas. Eles informam o público geral – especialmente os jovens e líderes de opinião – sobre a natureza e os benefícios da cooperação.
Cooperação entre cooperativas	As cooperativas atendem seus membros de maneira mais eficaz e fortalecem o movimento cooperativo, trabalhando em conjunto por meio de estruturas locais, nacionais, regionais e internacionais.
Preocupação com a comunidade	As cooperativas trabalham para o desenvolvimento sustentável de suas comunidades por meio de políticas aprovadas por seus associados.

Fonte: Adaptado de *International Cooperative Alliance, 2022*.

A finalidade dos mesmos é estabelecer um entendimento uniforme sobre a aplicação dos Princípios em termos contemporâneos, no século XX, sem fugir da razão finalística do cooperativismo, tal como o creditício (PINHEIRO, 2008).

A razão teleológica pressupõe um mundo de coisas, com objetivo do estado das coisas que existem, formando opiniões, desenvolvendo intenções com a finalidade de se entender o mundo.

Assim, no caso do cooperativismo, existe uma razão teleológica fundada, entre outras coisas, em uma razão prático-teleológica, qual seja: realizar os valores cooperativos.

De acordo com a ICA (2021), os valores cooperativos são seis: auto-ajuda, auto-responsabilidade, democracia, igualdade, equidade e solidariedade.

A auto-ajuda consiste na mutualidade de auxílio para a condição de autonomia da cooperativa, valorizando os seus esforços próprios. A auto-responsabilidade é a responsabilização própria da cooperativa pelos interesses dos associados e usuário. A democracia, igualdade e equidade representam o ambiente de justiça nas normas e funcionamento cooperativo. A solidariedade compreende a cooperação entre os associados e entre as cooperativas (ZYLBERSZTAJN, 1994; ABREU *et al*, 2018).

Drimer *et al* (1973, p. 28 e 29), existem valores espirituais e sociais do cooperativismo, sendo os seguintes: i) esforço próprio e ajuda mútua como condição para a autonomia; ii) solidariedade e cooperação entre os associados e entre cooperativas; iii) igualdade, democracia e participação; iv) justiça nas normas, equidade e liberdade; v) promoção humana e educação cooperativa; vi) coincidência com os interesses gerais da comunidade; vii) Mutualidade, retribuindo-se cada associado conforme o esforço dispensado.

Os membros da cooperativa de crédito, ditos associados, medem as suas ações a partir dos valores éticos de honestidade, abertura, responsabilidade social e cuidado com os outros associados (ICA, 2021).

Segundo Gutenberg (1964, p. 237),

há princípios de atuação político-empresarial que têm validade para todas as empresas, seja qual for o sistema econômico em que se desenvolva a empresa. Mas, há também, princípios que somente podem conceber-se no sistema econômico correspondente dentro do qual ocorre a atividade produtiva. Os valores do cooperativismo, seus princípios e processos

enunciados em primeiro lugar os consideramos independentes do sistema econômico. As do segundo grupo estão vinculadas ao sistema.³

Os valores do cooperativismo de crédito representam percepções que induzem inspirações e motivações para a ação cooperativa, sendo regida pelos seus princípios. Com isto, sem os valores, o cooperativismo seria “vazio” em termos de força e sentido, porque os mesmos fundamentam os princípios e as normas cooperativistas (KOUTSOMANOLI-FILIPPAKI, 2012).

Os valores do cooperativismo são universais e atemporais, estado presentes desde as origens do Movimento Cooperativistas, sendo os mesmos propostos nos Congressos da ICA em Estocolmo no ano de 1988; em Tóquio em 1992; em Manchester 1995.⁴

Quanto aos princípios, os mesmos vêm passando por algumas alterações durante os anos; mas que acabam sendo necessárias para o funcionamento do processo cooperativo.

De acordo com Pinheiro (2008), as cooperativas de crédito foram criadas no século XIX na Alemanha, conhecidas como cooperativas de Raiffeisen, tal como o seu criador de origem rural. As principais características das cooperativas correspondiam à responsabilidade ilimitada e à solidariedade dos associados, a singularidade dos votos dos sócios, independentemente da quantidade de quotas, a atuação em ramo específico etc. Este tipo de cooperativa ainda é comum na Alemanha.

Também no século XIX, Herman Schulze, na Alemanha, constituiu “associação de dinheiro antecipado”, sendo um tipo de cooperativa que passou a ser conhecida como cooperativa do tipo Schulze-Delitsch, a qual, atualmente, é conhecida como bancos populares alemães (PARÉ, 2010).

A diferença existente entre essas cooperativas do tipo Schulze-Delitsch e as cooperativas do tipo Raiffeisen era que as primeiras estabeleciam o retorno das

3 No original: “existen principios de actuación político-empresarial que son válidos para todas las empresas, independientemente del sistema económico en el que operen. Pero también hay principios que sólo pueden concebirse en el correspondiente sistema económico en el que se desarrolla la actividad productiva. Los valores del cooperativismo, sus principios y procesos expuestos en el primer grupo se consideran independientes del sistema económico. Los del segundo grupo están vinculados al sistema económico.”

⁴ Ao todo, foram 33 os Congressos da ICA, os quais são itinerantes em várias cidades do mundo, desde o primeiro realizado em 1895 em Londres e o 31º realizado em Manchester em 1995. O próximo Congresso da ICA está agendado para dezembro de 2021, na cidade de Seul, Coreia do Sul; com o tema “Aprofundando nossa identidade cooperativa” (*Deeepening our Cooperative Identity*).

sobras líquidas proporcionalmente ao capital, tendo atuação mais ampla do que determinada área e seus dirigentes eram remunerados (PARÉ, 2010).

Na Itália, ainda no século XIX, Luigi Luzzatti organizou a constituição de cooperativas, as quais não tinham a ideia de vínculo dos associados com a associação, com quotas de capital de pequeno valor, concessão de crédito de pequeno valor, garantias reais, não-remuneração dos dirigentes e responsabilidade limitada ao valor do capital subscrito. As cooperativas do tipo Luzzatti foram bastante populares no Brasil nas décadas de 1940 a 1960, com associados populares (PARÉ, 2010).

No âmbito das Américas, Alphonse Desjardins pensou na criação de cooperativas fundadas nos modelos propostos por Raiffeisen, Schultze-Delitzsche e Luzzatti, passaram a ser conhecidas com as chamadas “cooperativas de crédito mútuo”. A principal característica das mesmas é a existência de algum tipo de ligação entre os sócios, constituindo grupos homogêneos como os de clubes, trabalhadores da mesma fábrica, funcionários públicos etc.

2.1.3 Cooperativismo de Crédito e Recentes Aspectos no Brasil

No Brasil, o cooperativismo surge a partir de 1610 a parte das primeiras Reduções Jesuíticas, formando com uma sociedade com predomínio do auxílio mútuo, quando os interesses econômicos individuais acabaram cedendo espaço para o bem-estar geral da sociedade (PARÉ, 2010; BARROS *et al*, 2020).

Na visão de Meinen e Port (2014), em razão da Revolução Industrial ocorrida na Europa, muitas famílias, principalmente alemãs e italianas, emigraram para o Brasil com a finalidade de buscar melhores condições de vida. E, ao se instalarem muitos no Rio Grande do Sul, dentre eles estava o padre jesuíta Theodor Amstad, o qual fundou a *Bauerverein* (Associação de Agricultores) em 1899.

Foi apenas em 1902 que, em Nova Petrópolis, foi constituída a mais antiga cooperativa de crédito no Brasil: a Caixa de Economia e Empréstimos Amstad (*Sparkasse Amstad*), atual Sicredi Pioneira/RS (MEINEN, PORT, 2014, p. 35). Esta cooperativa era do tipo Raiffeisen, continuando a ser utilizada até hoje.

Após a criação da primeira cooperativa de crédito no Brasil, foram criadas outras no entorno do Município de Nova Petrópolis, formando uma rede de 62

cooperativas até 1964, sendo filiadas à Central das Caixas Rurais (FONTANA, 2013, p. 13), sendo que as mesmas eram do tipo Luzzatti.

Desde tal época, o cooperativismo passou a ser regulamentado pela legislação brasileira. A norma pioneira para o funcionamento das sociedades cooperativas foi o decreto legislativo nº 1.637, de 05 de janeiro de 1907. As sociedades cooperativas poderiam assumir as formas legais de sociedade anônima, sociedade em nome coletivo e sociedade em comandita simples ou por ações, tal como previsto no Código Comercial brasileiro de 1850 e legislação esparsa.

Em 1912, em Porto Alegre, foi fundada uma cooperativa central autorizada a atuar no segmento financeiro creditício. Foi apenas em 1920 que foi constituída uma federação de cooperativas de crédito no Brasil, sendo definido pelo decreto federal nº 22.239, de 19 de dezembro de 1932; da seguinte maneira (BRASIL, 1932):

Art. 30. As cooperativas de credito têm por objetivo principal proporcionar a seus associados credito e moeda, por meio da mutualidade e da economia, mediante uma taxa modica de juros, auxiliando de modo particular o pequeno trabalho em qualquer ordem de atividade na qual êle se manifeste, seja agricola, industrial, ou comercial ou profissional, e, acessoriamente, podendo fazer, com pessoas estranhas à, sociedade, operações de credito passivo e outros serviços conexos ou auxiliares do credito.

A partir disto, foram definidas as características dos tipos de cooperativas, com referência aos bancos centrais populares para financiamento de cooperativas; e aos bancos centrais agrícolas para financiamento de produtos agrícolas determinados; além de cooperativas locais, caixas rurais e bancos agrícolas municipais.

Nesta época, a intervenção estatal regulatória era feita pelo Ministério da Agricultura, em função do Brasil ser, no início do século XX, um sistema econômico primário-exportador, com foco na produção agrícola para atender a demanda de consumo interno e externo, ou seja, comércio local e exportação (PARÉ, 2010; BARROS *et al*, 2020).

Foi somente a partir de 1945 que a intervenção estatal das cooperativas de crédito se deu pela Superintendência da Moeda e do Crédito (Sumoc), em razão da diversificação da economia brasileira e o dinamismo do setor financeiro e bancário.

2.2 Mensuração de desempenho e eficiência em cooperativas de crédito

2.2.1 Eficácia, eficiência, desempenho e produtividade na gestão

Uma das categorias teóricas fundamentais debatidas no âmbito das Ciências das Decisões é sobre a combinação ótima entre recursos (*inputs*) em processos produtivos que tornem possível a geração máxima (ou otimizada) de resultados ou de produtos (*outputs*). Essa concepção corresponde à noção de eficiência, corresponde à aptidão de realizar determinada atividade produtiva ao seu ponto máximo com o mínimo de recursos, otimizando a relação insumos-produtos (BIALOSKORSKI, 1998).

A finalidade da eficiência como otimização da utilização de recursos está focada nos meios utilizados para se conseguir determinados fins. É nesse sentido que a eficiência pode ser: i) técnica; e ii) econômica (SILVA *et al*, 2017).

Determinada maneira de produzir é considerada eficiente tecnicamente quando se utilizam menores níveis de insumos possíveis para produzir um determinado nível de produção, ou quando se auferir maior nível de produção possível a partir de nível de insumos disponíveis (ÂNGULO-MEZA *et al*, 2018).

Assim, fala-se que determinado produtor é eficiente na utilização de insumos, quando o mesmo só consegue aumentar a produção do mesmo produto, com a diminuição na produção de outro.

Determinada atividade produtiva é mais eficiente, do ponto de vista econômico, quando, por meio de outro método, consegue-se uma quantidade de produto igual ao do segundo com menor custo, ou então quando, com o mesmo nível de custo, consegue-se auferir um nível de produção maior (LAZZARINI *et al*, 1999).

A eficiência econômica consiste na extensão da eficiência técnica, tendo-se em vista que, inclui, além dos aspectos físicos, as questões monetárias. Com isto, uma atividade produtiva tem condição necessária ter a máxima eficiência técnica (ÂNGULO-MEZA *et al*, 2018).

No entanto, uma organização tecnicamente eficiente pode ser ineficiente no sentido econômico, caso não se utilizem os recursos da melhor combinação possível, minimizando custos (MENEGÁRIO, 2000).

A eficácia, diferentemente da noção de eficiência, consiste em realizar as coisas certas, escolhendo-se os objetivos certos. Trata-se de uma concepção normativa sobre a consecução dos objetivos. Com isto, um gestor que escolhe determinado objetivo, de maneira inadequada ou que não abrange os objetivos adequados é um tomador de decisões ineficazes, ainda que consiga melhor relação custo-benefício (MENEGÁRIO, 2000; BARROS *et al*, 2020).

Do ponto de vista econômico-normativo, o melhor seria que determinada organização seja eficiente e eficaz, consubstanciando o que se chama de efetividade.

A mensuração da eficácia (vale dizer, do alcance de objetivos), em geral, utiliza-se a noção de produtividade média parcial, a qual pauta um produto e um insumo, tal como: crédito fornecido/usuário; adimplência de empréstimos/usuário. Percebe-se que se trata de grau de aproveitamento de recursos produtivos utilizados (MENEGÁRIO, 2000).

Contudo, os indicadores de produtividade média parcial apresentam restrições, tal como no caso da utilização de múltiplos insumos e produtos. Para resolver algumas inconsistências com a ideia de produtividade, utiliza-se o conceito de função de produção, originando a definição e a mensuração da eficiência (ZHU, 2003).

A partir da função de produção, apresenta-se a relação entre a quantidade de fatores de produção (insumos) e a máxima quantidade de produtos, pressupondo-se a ideia de produção mais eficiente (ZHU, 2003).

A função de produção é dada por:

$$Q = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n) \quad (1.1)$$

, onde Q é a quantidade de produção auferida e $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ são as quantidades de insumos utilizados na produção, sendo que n é a quantidade de fatores, sendo $n \in \mathbb{N}$, $n \neq 0$.

A função de produção (1.1), por várias vezes, é representada pela quantidade empregada de trabalho (L), capital (K) e outros insumos, mas, para simplificar, em

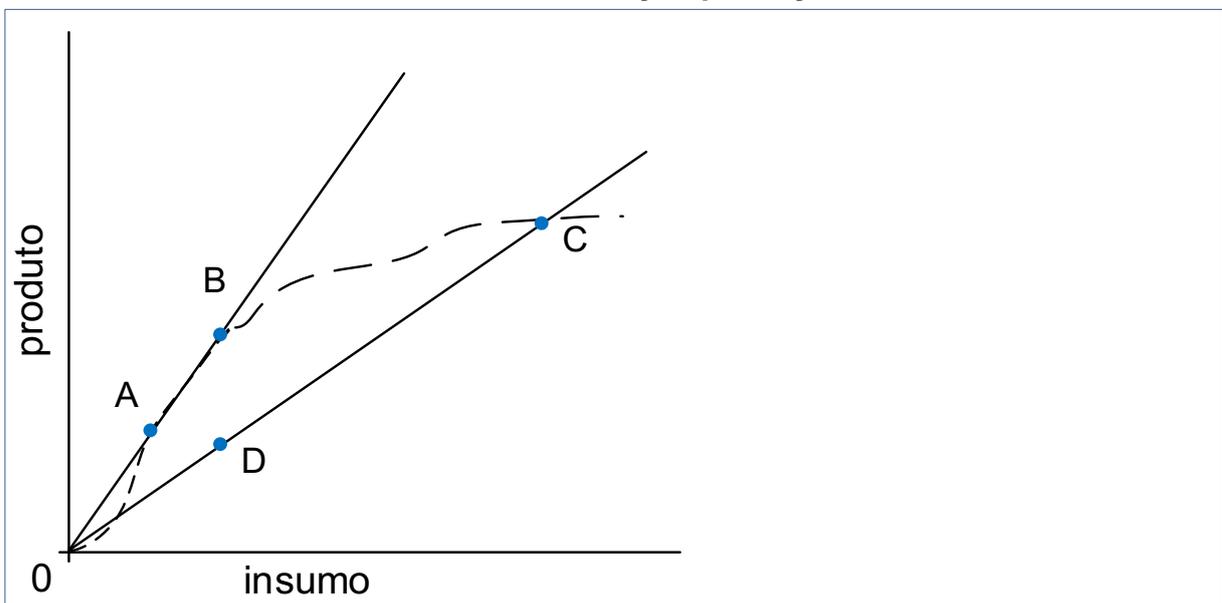
geral, é representada por $Q=f(L,K)$, ou seja, em função do trabalho (L) e do capital (K).

O Gráfico 2.1 apresenta a forma geral das curvas da função de produção com retornos crescentes de escalas (trecho 0A), retornos constantes (trecho AB) e retornos decrescentes (trecho B em diante). As alternativas existentes de produção são construídas pela área abaixo da curva de máxima produção, sendo um tipo de fronteiras de possibilidades de produção, concebido na teoria econômica.

Com isto, os pontos que representam as unidades produtoras A, B e C consistem em níveis de produção eficientes. Ao se passar do ponto A para o C, a produtividade média parcial diminui, e as unidades produtivas C e D têm a mesma produtividade, mas D é ineficiente.

Em geral, para a avaliação do desempenho de uma unidade produtiva em relação às outras existentes, a mensuração da produtividade média por recurso é inadequada, visando otimizar recursos utilizados (SOARES MELLO, 2004).

Gráfico 2.1 – Função produção



Fonte: Adaptado de Varian (2014).

Outra forma de avaliar a eficiência consiste nas possíveis combinações de fatores de produção, representando o nível de produção dado; convencionando chamar de método com orientação aos *inputs*. Além disto, a eficiência também pode ser analisada quando determinada unidade produtiva faz mais de um produto com

nível específico de insumos. Trata-se do método com orientação aos *outputs* (NORMAN *et al*, 1991).

Essa forma leva em consideração a relação entre a quantidade produzida e a quantidade utilizada de fatores de produção, usando-a para entender o conceito e medida de eficiência a representação por meio de uma curva chamada de isoquanta (VARIAN, 2014, p. 363).

A isoquanta se define como uma curva ligada por pontos que indicam as combinações de fatores de produção, gerando o mesmo nível de produção (VARIAN, 2014, p. 365)

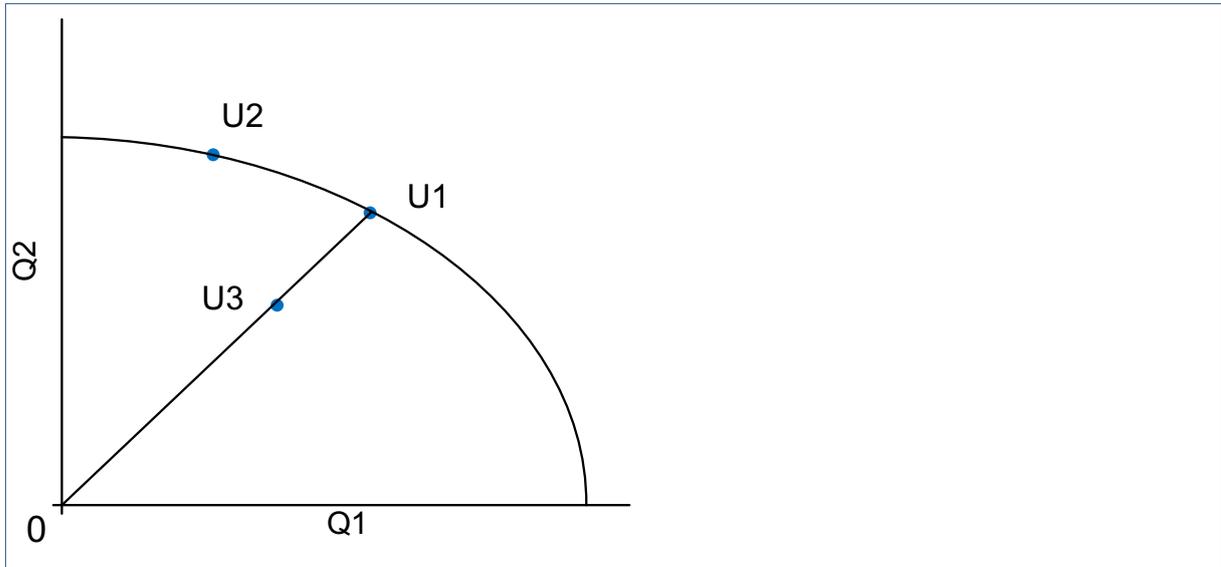
O Gráfico 2.2 demonstra as combinações dos fatores de produção X e Y que resultam no nível de produção, considerados outros fatores como constantes (*ceteris paribus*). Assim, pode-se alcançar o mesmo nível de produção em extremos como: utilização de tecnologia intensiva em mão-de-obra com pouco capital e muito trabalho humano; ou com a utilização de muitas máquinas e pouca mão-de-obra; ou alguma outra situação intermediária (VARIAN, 2014, p. 366).

Em geral, a isoquanta é simbolizada por uma curva convexa, em razão da relação de substituição dos insumos não ser perfeito, ou seja, a diminuição da utilização de um insumo representa quantidades maiores de outro insumo para se conservar o mesmo nível de produção. Quando a isoquanta representa as combinações mínimas de fatores produtivos necessários para se obter determinado nível de produção, a curva consiste em uma fronteira que representa o conjunto eficiente de produções.

A partir da análise do Gráfico 2.2, os pontos U_1 , U_2 e U_3 representam três unidades produtivas que combinam dois fatores de produção, X e Y, para transformá-los em determinado nível de produto. Percebe-se que apenas U_1 e U_2 são unidades produtivas eficientes, porque estão localizados na isoquanta. A unidade produtiva U_3 é ineficiente, porque tem uma pior combinação de fatores de produção quando comparado com outros pontos da curva.

Debreu (1951) e Farrell (1957) entendem que a unidade produtiva com um coeficiente de eficiência de 1 ou de 100% corresponde que o seu desempenho não possa ser melhorado por outra. Uma eficiência menor que 1 ou maior (a depender do método, orientado aos inputs ou aos outputs) indicaria o nível de ineficiência.

Gráfico 2.2 – Isoquanta



Fonte: Adaptado de Varian (2014).

Assim, pela orientação aos *inputs*, um coeficiente de 0,9 corresponde à unidade produtiva deverá reduzir o consumo de insumos em 10% para ser eficiente. Na situação de orientação aos *outputs*, um coeficiente de 1,20 corresponde que a unidade de produção deverá incrementar a produção em 20% para ser eficiente, o que corresponde a uma ferramenta relevante para mensuração desempenho em organizações.⁵

2.2.2 A Função da Mensuração de Desempenho e de Indicadores de Desempenho em Cooperativas de Crédito

As demonstrações financeiras divulgadas por organizações assumiram a finalidade de gerar informações para fins de avaliação do desempenho de entidades, permitindo que, por meio desses documentos, sejam extraídos os indicadores relacionados com o seu desempenho (SILVA, 2016).

Além das demonstrações financeiras e os indicadores, alguns setores divulgam outros relatórios, com informações adicionais as que já foram publicadas, com fundamento nas informações financeiras divulgadas e em questionários respondidos (GITMAN *et al*, 2015).

⁵ Existe outra forma de se mensurar a eficiência por meio da chamada “curva de isocusto”, correspondendo ao custo total da organização, mensurando-se a eficiência econômica por meio da relação monetária produto/insumo.

A gestão das cooperativas creditícias, que consiste em coleta de dados, geração de informações, tomada de decisão e ações decorrentes, é tratada na literatura, mas de maneira insuficiente (PEIXE *et al*, 2008). As investigações existentes são limitadas aos aspectos econômicos da gestão da cooperativa, avaliando custos, finanças e contabilidade; o que é relevante, mas sendo possível ampliar essas análises (PEIXE *et al*, 2008).

No condizente aos modelos integrados de análise econômico-financeira sobre a utilização de métodos quantitativos, é predominante a presença dos modelos paramétricos, especialmente na análise de regressão e na análise discriminante (MENEGÁRIO, 2000; BARROS *et al*, 2020).

Na análise econômico-financeira, são vários os indicadores que costumam ser utilizados, mas ficando variadas dúvidas: qual a diferença entre indicadores de desempenho e indicadores financeiros? Qual é a diferença entre modelos de avaliação de desempenho paramétricos e não-paramétricos? Qual é a utilização da Análise Envoltória de Dados a avaliação de desempenho do cooperativismo de crédito?

Indicador consiste em representação numérica que torna possível o monitoramento de determinado fenômeno mensurável (LAZZARINI *et al*, 1999). Os indicadores de desempenho podem ser instrumentos de desempenho voltados para a gestão de custos de produção, de lucros, servindo também para mensurar eventos abstratos (GITMAN *et al*, 2015).

No âmbito empresarial contemporâneo, a concorrência vem sendo incrementada aos poucos, evidentemente, a partir de estratégias e métodos para a tomada de decisão (PEIXE *et al*, 2008). Com isto, uma boa estratégia é utilizar indicadores financeiros, que representam uma medida quantitativa, com expressão em valores monetários, com resultado de ações conduzidas por empresas (PEIXE *et al*, 2008).

A partir disto, com o resultado dos indicadores financeiros, também tora-se possível analisar a capacidade de pagamento de dívidas, a dependência de capital de terceiros, a disponibilização de capital, os procedimentos implementados com o lucro.

É importante destacar que os indicadores financeiros, quando atrelado a outros indicadores de ambiente organizacional externo, permite uma comparação,

sendo possível avaliar erros e falhas que poderia levar a mais prejuízo financeiro na empresa (SOARES MELLO *et al*, 2004).

O processo de tomada de decisão de determinada empresa representa a escolha da melhor opção entre as disponíveis, correspondendo à ação de alocação de recursos produtivos com a finalidade de se chegar a um resultado mais eficiente e eficaz, com menor desperdício produtivo. Com isto, a utilização de índices financeiros pode ser um ponto de facilitação e auxílio na tomada de decisão (ZHU, 2003).

A utilização do índice deve ser feita de maneira conjunta com outros indicadores sob o aspecto dinâmico e em outras variáveis, e ponderados. Em outras palavras, a partir de teorias sobre técnicas de análise, torna-se possível considerar outros índices sob o aspecto dinâmico e em um contexto mais amplo de gestão, onde outros indicadores e variáveis (ZHU, 2003, p. 45).

Um equívoco gerencial em organizações é não utilizar indicadores financeiros como instrumento para apoiar a análise de desempenho. Com isto, a partir de técnicas de análise, o estudo do capital é inevitável para se avaliar a saúde financeira da empresa. É através dessa análise que, entre outras coisas, analisam-se os custos e as despesas, as fontes de financiamento da empresa, a rentabilidade, evolução do faturamento, passivo etc (GITMAN *et al*, 2015).

O indicador financeiro consiste em medida quantitativa, mensurada e representada em valor monetário, resultante de ações consubstanciadas pelas empresas, tais como: lucro, retorno sobre investimento etc (GITMAN *et al*, 2015).

Os indicadores financeiros possibilitam observar processos que resultam em tomadas de decisões. É relevante atentar para as atividades realizadas na empresa, garantindo que o indicador financeiro possa ter a finalidade de ser dados relevante para os sócios, investidores potenciais e partes interessadas dos *stakeholders* sobre a real situação da empresa junto ao seu ambiente externo (GITMAN *et al*, 2015).

Em suma, os indicadores financeiros e os indicadores de desempenho têm a finalidade assessorar o crescimento da empresa, mas com maneiras distintas, tal como elencado, exemplificativamente, no Quadro 2.2.

Quadro 2.2 – Algumas diferenças entre indicadores financeiros e indicadores de desempenho

Categoria	Indicador financeiro	Indicador de desempenho
Dinâmica	Busca dados já processados internamente na administração da empresa	Aponta possíveis falhas, aponta caminhos para solução de problemas
Resultados	Mostra dificuldades financeiras em valor pecuniário	Mensura um processo, podendo ser financeiro ou não
Destques	Destaca pontos positivos e negativos do período analisado	Destaca pontos positivos e negativos do período analisado

Fonte: Adaptado de GITMAN *et al*, 2015.

Conforme se percebe, um indicador financeiro aponta algumas falhas, trilha caminhos que possibilitam a resolução do problema e também para manter a boa performance geral da empresa. A base da mensuração é compreender um processo e, com isto, avaliar se existe, ou não, controle e a possibilidade de se aperfeiçoá-lo (COELLI *et ali*, 2005).

Um indicador financeiro procura conjecturar dados já existentes na administração da empresa, refletindo resultados e demonstrando as dificuldades financeiras em valores pecuniários, além dos pontos positivos e negativos de determinado período, embasando a mensuração da eficiência o que será feito adiante.

2.2.3 A questão da Mensuração de Desempenho e Eficiência

A mensuração das medidas de produtividade e de eficiência são relevantes e podem auxiliar na gestão das organizações. A quantificação da produtividade e da eficiência fornece mecanismos de controle gerencial porque provê ao tomador de decisão a perspectiva de quais seriam as ariáveis capazes de impulsionar tais mensurações por meio de comparações, ou seja, ao nível de *benchmarking*.

De acordo com Joe Zhu (2003), as operações negociais abrangem transformações as quais incluem a utilização de insumos, recursos produtivos. Tais insumos incorrem em produtos, tais como: mercadorias, serviços, vendas, satisfação do consumidor, fidelidade do fornecedor etc. No entanto, a questão relevante é analisar a eficiência do processo produtivo, considerando os insumos utilizados e os

produtos auferidos. A análise do desempenho auxilia a melhorar a produtividade, vale dizer, consiste em um instrumento de competitividade.

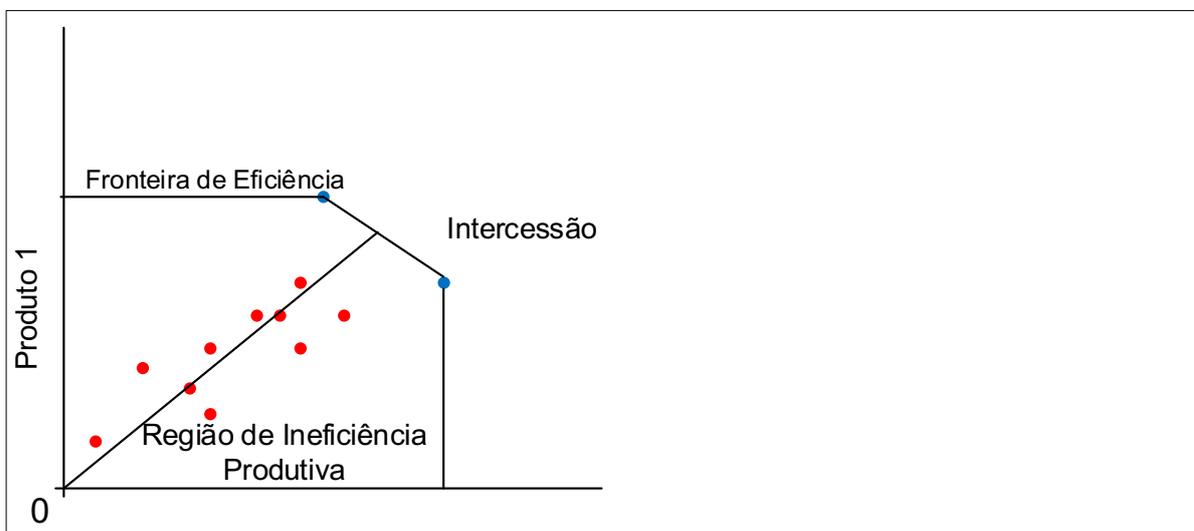
Zhu (2003) assevera que a avaliação de eficiência permite realizar:

- a) Mostrar forças e fraquezas da operação produtiva;
- b) Preparar de uma melhor maneira a empresa para a satisfação das necessidades dos clientes;
- c) Identificar as oportunidades para a melhoria dos processos produtivos, originando novos processos, produtos acabados e serviços.

De acordo com Koopmans (1951), uma atividade produtiva é considerada tecnicamente eficiente quando o incremento de determinado produto demanda uma diminuição mínima na produção de outro produto ou causa um aumento menor nas quantidades utilizadas de determinado insumo. Dito por outras palavras, uma atividade produtiva é considerada eficientemente produtiva quando se encontra sobre a sua fronteira eficiente de produção.

A fronteira eficiente representa a situação onde as quantidades máximas de produção podem ser alcançadas em dado nível de tecnologia e de disponibilidade de fatores de produção. Tendo-se em vista que existem limitações de recursos e de tecnologias, os níveis de produção também são limitados (EATON, EATON, ALLEN, 2011). Uma fronteira de eficiência pode ser representada, de maneira simplificada, a partir de dois produtos, 1 e 2, mostrado no Gráfico 2.3.

Gráfico 2.3 – Fronteira de eficiência produtiva representada



Fonte: Adaptado de Cooper *et al*, 2004.

Em cada um dos eixos cartesianos do Gráfico 2.3, existem representações. No eixo x, está representada a quantidade Q2 de produtos gerados. No eixo y, está representada a quantidade Q1 de produtos gerais. O conjunto de todos os pontos de produção consiste na “fronteira eficiente”, onde os abaixo da curva representam a ineficiência produtiva, ou seja, de quantidades que estão abaixo das possibilidades de produção econômica.

2.3 Análise Envoltória de Dados como ferramenta técnica aplicada na medição de desempenho organizacional

A finalidade do presente item é apresentar as linhas gerais e os conceitos do modelo de Análise Envoltória de Dados (2.3.1), os modelos teóricos da Análise Envoltória de Dados os passos utilizados para a subsunção do modelo (2.3.2) e a aplicação da DEA como ferramenta para a tomada de decisões no âmbito organizacional (2.3.3). A ideia geral é proporcionar uma visão panorâmica da técnica a ser empregada para o caso das cooperativas de crédito no Brasil.

2.3.1 Breves considerações sobre a Análise Envoltória de Dados

Entre as abordagens mais utilizadas para a determinação de fronteiras eficientes e os níveis de eficiência de unidades produtivas homogêneas, estão os métodos paramétricos e os não-paramétricos (ÂNGULO-MEZA, 2007, p. 23).

Os métodos paramétricos são os mais tradicionalmente utilizados. Fundamentam-se no uso da regressão múltipla, exigindo, antecipadamente, a definição da relação funcional teórica entre as variáveis utilizadas na análise. A partir de Unidades de Tomada de Decisão (DMUs) – os quais, na sua essência, são agentes produtivos -, estima-se uma função produção com os insumos utilizados como variáveis independentes e escolha de produtos ou indicadores de desempenho como variável dependente (COOPER *et ali*, 2004, p. 32).

Assim, no caso dos métodos paramétricos, a função de regressão pode ser utilizada, por exemplo, para a predição probabilística (COOPER *et ali*, 2004, p. 27). Exemplificativamente, dado determinada quantidade de insumos (número de funcionários ou área útil das instalações físicas de cooperativas de crédito) qual

seria o desempenho ou produção de serviços esperados (número de empréstimos concedidos)?

As previsões resultantes dos métodos paramétricos apresentam uma média do desempenho da amostra considerada. As diferenças entre o desempenho real de uma Unidade de Produção e o desempenho médio são determinados pelos resíduos da regressão realizadas, que acabam sendo negativos para as unidades com o pior desempenho. Como consequência, em razão de usar os valores médios, essa análise acaba sendo imprecisa das melhores práticas de gestão, por exemplo (COOPER *et al*, 2004).

Análises mais complexas usam métodos que modelam os resíduos em duas partes: i) uma que reflete os desvios sistemáticos; ii) outra que expressa os ruídos estatísticos. A partir disto, é possível se estimar a fronteira eficiente de produção e, por conseguinte, a distância entre ela e a produção observada como ineficiência técnica (COOPER *et al*, 2004).

Os métodos não-paramétricos focam na ideia de determinação da curva de eficiência por meio na concepção matemática da otimização, sem uma especificação de relação funcional entre insumos e produtos. No entanto, por ser uma técnica determinística, pode ser vulnerável a observações extremas e a erros de medidas (COOPER *et al*, 2004).

Foi com a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis*, DEA), método não-paramétrico, que os avanços teóricos se eram, principalmente a partir da continuação do método de fronteiras de Michael James Farrell, com a publicação de *Measuring the efficiency of design marketing units*, em 1978, no *European Journal of Operational Research* por Abraham Charnes, William Cooper e Edward Rhoders (1978).

A Análise Envoltória de Dados tem sido aplicada em pesquisas ao nível organizacional sobre eficiência na Administração Pública, em organizações sem fins lucrativos, em empresas de variados setores etc. Ademais, também tem sido aplicada para estudos ao nível departamental na área da saúde (clínicas, hospitais), educacional (escolas, faculdades, institutos de pesquisas, universidades), instituições financeiras (bancos, cooperativas, consórcios), tribunais judiciais, entre outros.

A proposta da AED é analisar o desempenho relativo de unidades de produção, denominadas de DMUs (*Decision Making Units*), as quais utilizam os

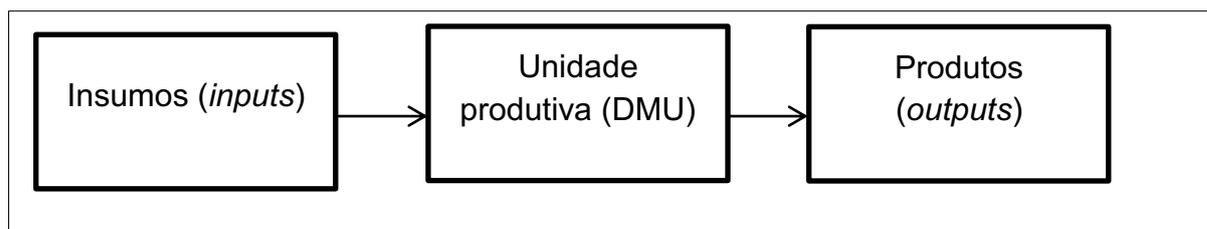
mesmos tipos de insumos para se produzir os mesmos produtos (bens e/ou serviços). Os insumos e os produtos podem assumir configurações como variáveis contínuas, ordinais ou categóricas; mas sempre quantitativas em diferentes unidades (R\$, quantidade de funcionários, anos, m²).

No contexto da análise da eficiência, a Análise Envoltória de Dados (DEA, *Data Envelopment Analysis*) é, sem dúvida, a técnica mais conhecida, sendo definida por problemas de programação linear, funcionando bem quando os desvios em relação à produção ótima são consequências apenas de ineficiências técnicas (COOPER; SEIFORD; ZHU; 2004, p. 15).

A Análise Envoltória de Dados tem como finalidade, calcular a eficiência de unidades produtivas (denominados de Unidades de Tomada de Decisão, ou DMUs, *Decision Making Units*), a partir do nível de recursos empregados (*inputs*, ou insumos) e de resultados obtidos (*outputs*, produtos), tal como apontado na estrutura de um processo produtivo na Figura 2.1.

A partir do cálculo, é possível a definição das DMUs eficiente e ineficientes. As DMUs consideradas eficientes estarão situadas na fronteira de eficiência, e as DMUs consideradas ineficientes estarão situadas abaixo da fronteira de eficiência (COOPER; SEIFORD; ZHU; 2004, p. 33).

Figura 2.1 - Estrutura de um processo produtivo simples



Fonte: Elaboração própria, 2022.

Além de apontar as DMUs que são plenamente eficientes, a DEA permite indicar as ineficientes, metas (*targets*) ótimas de produção e de consumo, a partir de dados observados nos casos de eficiência e com a facilidade de não impor alguma tecnologia arbitrária *a priori* (COOPER; SEIFORD; ZHU, 2004, p. 35).

Ademais, a DEA possibilita inferir a natureza dos retornos de escala em cada uma das DMUs e obter, para cada DMU ineficiente, quais seriam as referências virtuosas (*peers*), cujas combinações indicariam para a fronteira de eficiência (COOPER; SEIFORD; ZHU, 2004, p. 37).

A DEA otimiza cada observação individual, de tal maneira que é possível estimar uma fronteira eficiente composta por DMUs que detêm as melhores práticas dentro da amostra em avaliação (utilidades Pareto-eficientes). Com isso, essas unidades de produção auxiliam no *benchmark* para o conjunto de DMUs ineficientes.

Um conjunto de DMUs deve ter a mesma utilização de *inputs* e de *outputs*, devendo ser homogêneo, ou seja, as DMUs devem ser de categorias e natureza semelhante e elas devem ter autonomia na tomada de decisão (COOPER; SEIFORD; ZHU, 2004, p. 45).

No âmbito da DEA, a eficiência consiste, genericamente, na razão da soma ponderada de *outputs* ponderada pelos *inputs* necessários para gerar a produção. Em outras palavras, na fronteira de eficiência, estarão as DMUs cuja quantidade máxima de produção foi realizada por meio dos insumos utilizados.

Os pesos utilizados nas ponderações mencionadas e obtidos em DEA são obtidos por fundamentos de programação linear, atribuindo-se para cada DMU os pesos que maximizam a eficiência produtiva (COOPER; SEIFORD; ZHU, 2004, p. 45).

A vantagem da utilização da DEA em comparação com outros modelos de análise de produção é a sua capacidade de incluir múltiplos insumos (entradas, fatores de produção, *inputs*, recursos) e múltiplos produtos (*outputs*, saídas) para a determinação de uma medida de eficiência única, com ou sem a inclusão de julgamentos subjetivos pelos decisores (NORMAN; STOKER, 1991, p. 34).

Do ponto de vista tipológico, existem dois modelos principais de DEA utilizados na análise de um processo produtivo: o CCR e o BCC.

2.3.2 Tipologia dos Modelos de Análise Envoltória de Dados

2.3.2.1 Modelo DEA-CCR

O conceito de eficiência técnica de Michael James Farrell (1957) fundamentou a posterior concepção de Abraham Charnes, William W. Cooper e Edward Rhodes (1978), passando a considerar unidades tomadoras de decisão (DMU, *Decision Making Units*), com vários *inputs* e *outputs*. Os criadores do DEA sugeriram, inicialmente, uma abordagem como um modelo de programação fracionária,

passando depois para uma visão de programação linear, até chegar ao modelo DEA-CCR (HSU *et al*, 2006).

Charnes, Cooper e Rodhes (1978) compreenderam que o termo DMU seria apropriado porque auxiliaria na ênfase dos seus interesses focados na teoria da tomada de decisão para entidades sem fins lucrativos, ao invés das empresas e firmas industriais com finalidade de lucro.

Posteriormente, Rajiv Banker, Abraham Charnes e William W. Cooper (1984) compreenderam que a essência das principais utilizações do modelo DEA-CCR era para a avaliação do gerenciamento e a eficiência em entidades sem fins lucrativos, tais como escolas e hospitais. Em seguida, Min e Foo (2006) ampliam a semântica do termo DMU, considerando que o mesmo se relaciona com a coleção de empresas privadas, organizações sem fins lucrativos, departamentos, unidades administrativas e agrupamentos com objetivos parecidos, funções padronizadas e nichos de mercado.

A proposta de mensuração de eficiência feita por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) para qualquer DMU é dada pela maior razão entre outputs ponderados e inputs ponderados, submetidos à condições de que as razões de cada DMU sejam menores ou iguais a 1.

Nas investigações que utilizam a DEA, relevante é a escolha dos *inputs* e *outputs* a serem utilizados. Em outras palavras, a seleção de diferentes *inputs* e *outputs* pode resultar em grandes diferenças ao final.

De acordo com Hsu *et al* (2006), as eficiências produzidas pelos *inputs* são:

- a) **Eficiência técnica (ou geral)**, correspondente à capacidade de se produzir mais *outputs* por meio do uso de dados *inputs*. Em outras palavras, é a capacidade de consumir menores quantidades de inputs para se produzir determinada quantidade de *outputs*;
- b) **Eficiência alocativa**: relaciona-se com a utilização de variadas combinações de inputs na atividade produtiva da mesma quantidade de *outputs*. Para que a eficiência alocativa seja maior, é necessário utilizar a combinação mais econômica e que impacta nos menores custos de conversão produtiva;
- c) **Eficiência de produção**: corresponde ao produto entre eficiência técnica e eficiência alocativa;

- d) **Eficiência de escala:** originada na ideia de decomposição da eficiência técnica. A eficiência de escala mensura a razão entre a quantidade de *inputs* efetivamente utilizada pela unidade de produção em dado nível de produção. Quando a escala é muito pequena, os benefícios da economia de escala não estão sendo usufruídos pela unidade produtiva.
- e) **Eficiência técnica pura:** pode ser considerada como um reflexo de decisões gerenciais apropriadas. É obtida pela razão da eficiência técnica no DEA-CCR pela eficiência de escala, sendo que duas firmas operando na mesma escala de produção.

Outra questão-chave é analisar a quantidade de *inputs* e de *outputs* a serem considerados. Nas considerações de Eling (2006), a utilização de muitos *inputs* e *outputs* causa o aumento de DMUs que alcança o nível 1 de eficiência, dificultando a comparação com as demais unidades.

Ademais, a inclusão de muitos *inputs* e *outputs* pode artificializar os escores de eficiência, já que, com a adição de cada variável, cria-se uma nova dimensão para onde o modelo DEA procurará comparar com os pares. Destarte, as recomendações gerais são no sentido de se utilizar três DMUS para cada *input* e *output* na implementação da DEA (SIGALA *et al*, 2004; BARROS, 2006).

Há de se ressaltar que o modelo DEA-CCR, por definição, assume retornos constantes de escala, ou seja, que uma variação qualquer no consumo de insumos causa uma variação proporcional no nível de produtos, e pode, com isto, mensurar e explicar a eficiência geral. Porém, com os retornos decrescentes de escala, as economias resultantes são ignoradas pelo modelo, o que pode ser o caso se se avaliar o modelo DEA-BCC, proposto por Rajiv Banker, Abraham Charnes e William W. Cooper.

2.3.2.2 Modelo DEA-BCC

O modelo DEA-CCR foi idealizado por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) permite retornos constantes de escala e assume proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*.⁶

⁶ Visivelmente, trata-se da sigla dos sobrenomes dos seus criadores. Também é conhecido pela sigla CRS, *Constant Returns to Scale*.

O modelo DEA-BCC foi idealizado por Banker, Charnes e Cooper (1985) caracteriza-se pelos retornos variáveis à escala, substituindo o axioma da proporcionalidade pelo axioma da convexidade.⁷

Para tais modelos, são possíveis duas orientações radiais na procura pela fronteira de eficiência (NORMAN, STOKER, 1991, p. 39).

- i) Orientação a *inputs*, quando se deseja minimizar os recursos disponíveis, sem alteração do grau de produção; e
- ii) Orientação a *outputs*, quando a finalidade é aumentar a quantidade de produção, sem modificar as quantidades dos recursos usados.

O Gráfico 2.4 ilustra uma construção de fronteiras de eficiência por meio dos dois modelos de DEA.

Como o modelo CCR admite uma fronteira de eficiência com retornos constantes de escala, a reta representada no Gráfico 1 passa pela origem dos eixos cartesianos. Como o modelo BCC admite retornos variáveis de escala, a constatação mencionada não existe.

Dado esse exemplos, as unidades produtivas A, B, C, D, e F₁, estão localizadas sobre a fronteira de produção do modelo BCC, são eficientes no mesmo.

A unidade produtiva F₃ é eficiente no modelo CCR, porque está localizado nessa fronteira, mas não pertence à amostra analisada no modelo BCC, porque nenhuma unidade produtiva poderia estar localizada acima da fronteira de eficiência de nenhum modelo.

As unidades produtivas E, F₀, F₂ e G não seriam eficientes para os dois modelos, em razão da sua localização abaixo das fronteiras.

Exemplificativamente, analisando o Gráfico 1 de acordo com o modelo CCR, a DMU F₀ poderia alavancar o seu *output* até o nível de produção da suposta DMU F₂.

No modelo BCC, a mesma DMU F₀ poderia alavancar o seu *output* até o nível produtivo de F₁, utilizando os mesmos *inputs* da unidade produtiva F₂.

Na hipótese de retornos constantes (CCR), as duas orientações apontadas são semelhantes no condizente à determinação da mesma medida de eficiência.

⁷ Trata-se da sigla dos sobrenomes dos criados do modelo. Também é conhecida pela sigla VRS, *Variable Returns to Scale*.

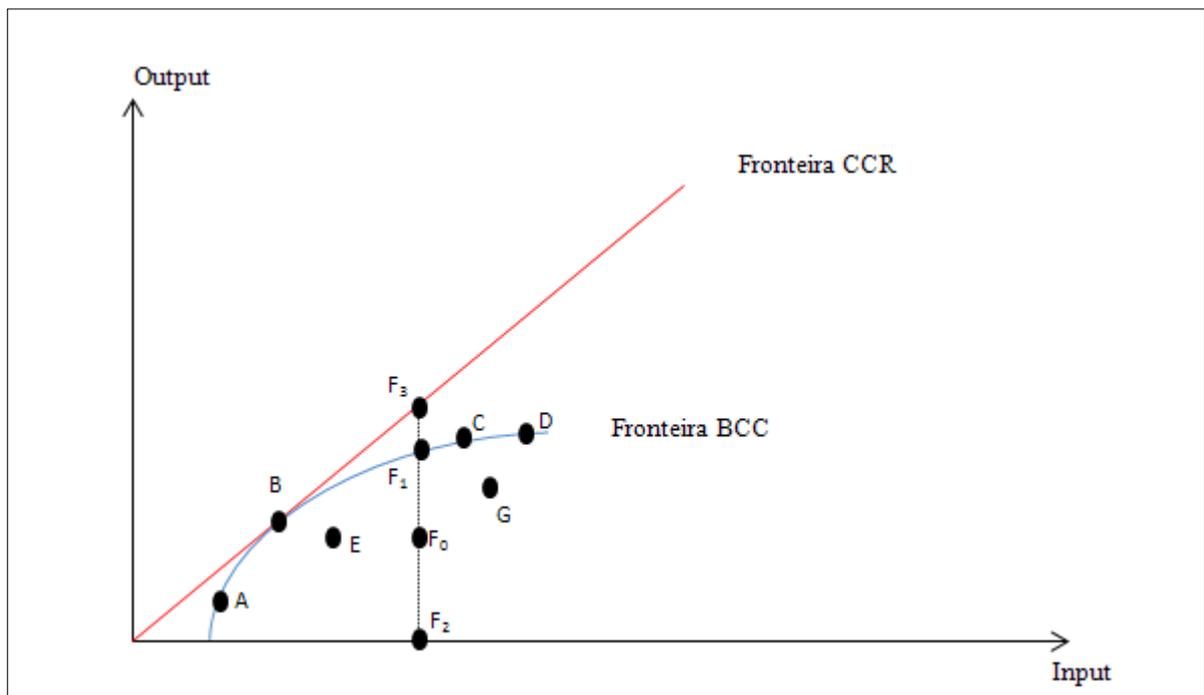
Assim, quando se considera o modelo com retornos constantes de escala (CCR), a eficiência da DMU F_0 no modelo orientado para produto (*output*) é a razão entre a distância $\overline{F_2F_0}$ e a distância $\overline{F_3F_2}$.

Contudo, ao se considerar o modelo com retornos variáveis de escala (VRS, BCC), a eficiência da unidade F_0 , quanto *output oriented*, compreende a razão entre a distância $\overline{F_2F_0}$ e a distância $\overline{F_2F_1}$.

Percebe-se ainda que, sobre a reta de representa a fronteira de eficiência CCR, a produtividade média é igual à produtividade marginal. Em outras palavras, a produtividade média é máxima ao longo da fronteira de eficiência. Tal constatação não ocorre sempre para a fronteira no modelo BCC.

Isso porque, conforme se percebe no Gráfico 2.4, apenas no ponto B (de interseção entre a reta CCR e a curva BCC), a produtividade média é igual à produtividade marginal. Na leitura de Banker (1993, p. 1267), o ponto B consistiria na escala ótima de produção, *most productive scale size* (MPSS).

Gráfico 2.4 – Curvas de fronteira de eficiências nos modelos CCR e BCC



Fonte: Adaptado de NORMAN, STOKER, 1991, p. 42.

No modelo CCR, todos os pontos da reta são ótimos, ao impor retornos constantes de escala, considerando-se que todos os insumos tenham sido

ajustados. Assim, o CCR é mais apropriado para análises de comportamento de unidades produtivas no longo prazo, porque todos os fatores podem ser ajustados.

O modelo BCC permite admitir que nem todos os *inputs* tenham sido ajustados, ou que alguns insumos sejam fixos. Por isso, acaba sendo mais adequado para análise de desempenho no curto prazo.

Tal como mencionado anteriormente, a eficiência no modelo CCR é (NORMAN, STOKER, 1991, p. 57):

$$efici\hat{e}ncia_{CCR} = \frac{\overline{F_2 F_0}}{\overline{F_3 F_2}} \quad (2.1)$$

A eficiência no modelo BCC é dada por:

$$efici\hat{e}ncia_{BCC} = \frac{\overline{F_2 F_0}}{\overline{F_2 F_1}} \quad (2.2)$$

Tendo-se como pressuposto que:

$$|\overline{F_3 F_2}| \geq |\overline{F_2 F_1}| \rightarrow efici\hat{e}ncia_{BCC} \geq efici\hat{e}ncia_{CCR} \quad (2.3)$$

Para um problema do tipo DEA, existem duas formulações equivalentes definidas por um problema de programação linear (PPL) (LINS, CALÔBA, 2006, p. 21): a do Envelope e a dos Multiplicadores.

A formulação do Envelope é definida por uma região viável de produção, sendo projetada cada DMU na fronteira dessa região. Nela, as DMUs ineficientes estão localizadas abaixo da fronteira de eficiência e as eficientes na fronteira, tal como a intuição apontada (LINS, CALÔBA, 2006).

A formulação dos Multiplicadores trabalha com a razão de somas ponderadas de produtos e insumos, com a ponderação escolhida, de maneira mais favorável para cada DMU. Em uma solução ótima, tais multiplicadores consistem nos preços sombra de *outputs* e *inputs*. formulações equivalentes definidas por um problema de programação linear (PPL) (LINS, CALÔBA, 2006).

O modelo DEA-CCR dos multiplicadores, *input-oriented*, é representado por (NORMAN, STOKER, 1991, p. 61):

$$Max\ efici\hat{e}ncia\ (DMU_o) = \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jo}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \quad (2.4)$$

sujeito a
$$\frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \leq 1,$$
 sendo $k = \{1, 2, \dots, n\}$

$$u_j \geq 0, \forall j$$

$$v_i \geq 0, \forall i$$

em que:

u_j = peso do *output* j

v_i = peso do *input* i

$k \in \{1, 2, \dots, n\}$ DMUs

$j \in \{1, 2, \dots, s\}$ *outputs* de cada DMU

$i \in \{1, 2, \dots, m\}$ *inputs* de cada DMU

y_{jk} = valor do *output* j d DMU k

x_{ik} = valor do *input* i da DMU k

Percebe-se, com isso, que crescimentos proporcionais de utilização *inputs* produzirão crescimentos também proporcionais no *output*.

Para o modelo CCR, *input-oriented*, do envelope leva-se em consideração variáveis de decisão, h_o e λ_k . Eis o modelo (NORMAN, STOKER, 1991, p. 66):

$$Min\ efici\hat{e}ncia(DMU_o) = h_o \quad (2.5)$$

sujeito a $h_o x_{io} \geq \sum_{k=1}^n \lambda_k x_{ik}, \forall i$ ou $h_o x_{io} - \sum_{k=1}^n \lambda_k x_{ik} \geq 0, \forall i$

$\sum_{k=1}^n \lambda_k y_{jk} \geq y_{jo}, \forall j$ ou $-y_{jo} + \sum_{k=1}^n \lambda_k y_{jk} \geq 0, \forall j$

sendo que $\lambda_k \geq 0, \forall k$

em que:

h_0 = eficiência da DMU₀

λ_k = projeção da DMU_k

$k \in \{1, 2, \dots, n\}$ DMUs

$j \in \{1, 2, \dots, s\}$ *outputs* de cada DMU

$i \in \{1, 2, \dots, m\}$ *inputs* de cada DMU

y_{jk} = valor do *output* j d DMU k

x_{ik} = valor do *input* i da DMU k

O modelo CRS do envelope, por meio das variáveis λ_k , indica as referências (*benchmarks*), as DMUs mais eficientes que servem de referência para uma DMU a ser analisada.

O modelo CRS, *output-oriented*, do envelope considera fixos os *inputs* e maximiza os *outputs*, razão pela qual é “orientado para o produto”.

Esse modelo é representado por (NORMAN, STOKER, 1991, p. 72):

$$\text{Max eficiência}(DMU_0) = h_0 \quad (2.6)$$

$$\text{sujeito a } x_{io} \geq \sum_{k=1}^n \lambda_k x_{ik}, \forall i \quad \text{ou} \quad x_{io} - \sum_{k=1}^n \lambda_k x_{ik} \geq 0, \forall i$$

$$\sum_{k=1}^n \lambda_k y_{jk} \geq h_0 y_{j0}, \forall j \quad \text{ou} \quad -h_0 y_{j0} + \sum_{k=1}^n \lambda_k y_{jk} \geq 0, \forall j$$

sendo que $\lambda_k \geq 0, \forall k$

em que:

$$h_0 = \frac{1}{\text{eficiência}(0)}$$

λ_k = projeção da DMU_k

$k \in \{1, 2, \dots, n\}$ DMUs

$j \in \{1, 2, \dots, s\}$ *outputs* de cada DMU

$i \in \{1, 2, \dots, m\}$ *inputs* de cada DMU

y_{jk} = valor do *output* j da DMU k

x_{ik} = valor do *input* i da DMU k

O modelo CRS, *output oriented*, dos multiplicares segue abaixo (NORMAN, STOKER, 1991, p. 77):

$$\text{Mín eficiência } h_o = \sum_{i=1}^m v_i x_{io} \quad (2.7)$$

$$\text{sujeito a } \sum_{j=1}^s u_j y_{j0} = 1$$

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \leq 0, \text{ sendo que } k = \{1, 2, \dots, n\}$$

$$u_j \geq 0, \forall j$$

$$v_i \geq 0, \forall i$$

em que:

u_j = peso do *output* j

v_i = peso do *input* i

$k \in \{1, 2, \dots, n\}$ DMUs

$j \in \{1, 2, \dots, s\}$ *outputs* de cada DMU

$i \in \{1, 2, \dots, m\}$ *inputs* de cada DMU

y_{jk} = valor do *output* j d DMU k

x_{ik} = valor do *input* i da DMU k

$$h_o = \frac{1}{\text{eficiência}(0)}$$

O modelo VRS, *input-oriented*, do envelope adiciona uma restrição, garantindo que o somatório dos λ_k 's seja igual à unidade. Eis o modelo (NORMAN, STOKER, 1991, p. 81):

$$\text{Min eficiência}(DMU_o) = h_o \quad (2.8)$$

$$\text{sujeito a } h_o x_{io} \geq \sum_{k=1}^n \lambda_k x_{ik}, \forall i \quad \text{ou} \quad h_o x_{io} - \sum_{k=1}^n \lambda_k x_{ik} \geq 0, \forall i$$

$$\begin{array}{ll} \sum_{k=1}^n \lambda_k y_{jk} \geq y_{j0}, \forall j & \text{ou} & -y_{j0} + \sum_{k=1}^n \lambda_k y_{jk} \geq 0, \forall j \\ \text{sendo } \sum_{k=1}^n \lambda_k = 1 & \text{e} & \lambda_k \geq 0, \forall k \end{array}$$

em que:

h_0 = eficiência da DMU₀

λ_k = projeção da DMU_k

$k \in \{1, 2, \dots, n\}$ DMUs

$j \in \{1, 2, \dots, s\}$ *outputs* de cada DMU

$i \in \{1, 2, \dots, m\}$ *inputs* de cada DMU

y_{jk} = valor do *output* j da DMU k

x_{ik} = valor do *input* i da DMU k

Idem para o modelo do envelope, *output oriented*, VRS (NORMAN, STOKER, 1991, p. 85):

$$\text{Max eficiência}(DMU_0) = h_0 \tag{2.9}$$

$$\text{sujeito a} \quad x_{i0} \geq \sum_{k=1}^n \lambda_k x_{ik}, \forall i \quad \text{ou} \quad x_{i0} - \sum_{k=1}^n \lambda_k x_{ik} \geq 0, \forall i$$

$$\sum_{k=1}^n \lambda_k y_{jk} \geq h_0 y_{j0}, \forall j \quad \text{ou} \quad -h_0 y_{j0} + \sum_{k=1}^n \lambda_k y_{jk} \geq 0, \forall j$$

$$\text{sendo } \sum_{k=1}^n \lambda_k = 1 \quad \text{e} \quad \lambda_k \geq 0, \forall k$$

em que:

$$h_0 = \frac{1}{\text{eficiência}(0)}$$

λ_k = projeção da DMU_k

$k \in \{1, 2, \dots, n\}$ DMUs

$j \in \{1, 2, \dots, s\}$ *outputs* de cada DMU

$i \in \{1, 2, \dots, m\}$ *inputs* de cada DMU

y_{jk} = valor do *output* j da DMU k

x_{ik} = valor do *input* i da DMU k

O modelo VRS dos multiplicadores, *input-oriented*, é dado por (NORMAN, STOKER, 1991, p. 89):

$$\text{Máx eficiência}(DMU_o) \sum_{j=1}^s u_j y_{jo} + u \quad (2.10)$$

$$\text{sujeito a } \sum_{j=1}^s v_j x_{i0} = 1$$

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} + u \leq 0, \text{ sendo } k = \{1, 2, \dots, n\}$$

$$\text{sendo que } u_j \geq 0, \forall j \quad \text{e} \quad v_i \geq 0, \forall i$$

em que:

$u \in \mathfrak{R}$, ou seja, u é irrestrito

u_j = peso do *output* j

v_i = peso do *input* i

$k \in \{1, 2, \dots, n\}$ DMUs

$j \in \{1, 2, \dots, s\}$ *outputs* de cada DMU

$i \in \{1, 2, \dots, m\}$ *inputs* de cada DMU

y_{jk} = valor do *output* j da DMU k

x_{ik} = valor do *input* i da DMU k

No caso do modelo *input-oriented*, os retornos de escala serão indicados de acordo com o valor de u . Com isso,

$u = 0$ representa retornos constantes de escala

$u > 0$ representa retornos crescentes de escala

$u < 0$ representa retornos decrescentes de escala

O modelo VRS, dos multiplicadores, *output-oriented*, é dado por (NORMAN, STOKER, 1991, p. 102):

$$\text{Min eficiência}(DMU_o) \sum_{j=1}^s v_i x_{i0} + v, \text{ sujeito a}$$

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{j0} = 1 \quad (2.11)$$

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} - v \leq 0, \text{ sendo } k = \{1, 2, \dots, n\}$$

sendo que $u_j \geq 0, \forall j$ e $v_i \geq 0, \forall i$

em que:

$v \in \mathfrak{R}$, ou seja, v é irrestrito

u_j = peso do *output* j

v_i = peso do *input* i

$k \in \{1, 2, \dots, n\}$ DMUs

$j \in \{1, 2, \dots, s\}$ *outputs* de cada DMU

$i \in \{1, 2, \dots, m\}$ *inputs* de cada DMU

y_{jk} = valor do *output* j da DMU k

x_{ik} = valor do *input* i da DMU k

No caso do modelo *output-oriented*, os retornos de escala serão indicados de acordo com o valor de v . Com isso,

$v = 0$ representa retornos constantes de escala

$v > 0$ representa retornos decrescentes de escala

$v < 0$ representa retornos crescentes de escala

A DEA possibilita o tratamento com variáveis aferidas em unidades de medidas diferentes, o que a eleva a condições privilegiadas em termos de estatística computacional (COOK, KRESS, SEIFORD, 1996, p. 121).

Ademais, fala-se que, devida à sua natureza não-lucrativa dos setores onde a DEA tem sido frequentemente utilizada, os fatores estudados são frequentemente não-econômicos e que, assim, os *inputs* e *outputs* frequentemente acabam representando fatores qualitativos (COOK, KRESS, SEIFORD, 1996, p. 23).

Na construção da fronteira estocástica, o modelo de DEA gera um *input* virtual e um *output* virtual, resultantes da combinação de todos os *inputs* e *outputs*, sendo

normalizados pelos preços-sombra (os pesos calculados) (LINS, CALÔBA, 2006, p. 11).

Os modelos de DEA permitem a avaliação de eficiência, dando atenção aos possíveis aumentos de produção (*output oriented models*, ou modelos orientados para a produção), ou as possíveis reduções do consumo de recursos (*input oriented models*, ou modelos orientados para o consumo) (COELLI, PRASADA RAO, O'DONNELL, BATTESE, 2005, p. 49).

2.3.2.3 Eficiências invertida, composta e normalizada

Ao serem invertidos os *outputs* e *inputs*, obtém-se a fronteira invertida (ENTANI *et al*, 2002), a qual pode ser interpretada de duas maneiras. A primeira é que a fronteira representa DMUs com as piores práticas gerenciais, chamada também de fronteira ineficiente (PIMENTA *et al*, 2005). A segunda maneira corresponde a que essas DMUs têm as melhores práticas, considerando-se o ponto de vista oposto (SOARES DE MELLO *et ali*, 2005).

Assim, a fronteira invertida possibilita uma análise mais refinada da eficiência porque avalia as DMUs naquilo que elas são ineficientes, ou seja, no que cada DMU deveria se especializar. Ademais, a fronteira invertida permite identificar as DMUs consideradas “falsas eficientes”, vale dizer, as DMUs que são avaliadas como eficientes por meio da fronteira padrão e consideradas ineficientes por meio da fronteira invertida, categorizando a “falsa eficiência” (PIMENTA *et al*, 2004).

Além da eficiência invertida, a DEA permite a apresentação da fronteira composta, sendo o resultado da análise da DMU por meio da ponderação entre os resultados da eficiência obtidos através das fronteiras padrão e invertida (ÂNGULO-MEZA *et al*, 2004). A fronteira composta é obtida por meio da média aritmética entre a eficiência padrão e o valor obtido da subtração da eficiência invertida pela unidade, dado pela equação:

$$\text{Eficiência composta} = ((\text{eficiência padrão} + (1 - \text{eficiência invertida})) / 2) \quad (2.12)$$

A eficiência composta normalizada é obtida pela divisão da eficiência composta pelo maior valor entre os valores de eficiência composta (ÂNGULO-MEZA *et al*, 2004), dado pela equação:

$$\text{Eficiência normalizada} = \text{eficiência composta} / \max(\text{eficiência composta}) \quad (2.13)$$

Os resultados encontrados por meio da eficiência composta, em geral, permitem uma melhor discriminação das DMUs, e também melhores quando interpretados em conjunto com a eficiência normalizada (também chamada de eficiência composta normalizada) (ÂNGULO-MEZA *et al*, 2004),

2.3.2.4 Modelo DEA-Malmquist

O modelo DEA-*Malmquist* parte do Índice de *Malmquist*, o qual tem muitas características desejáveis para fins de análise de eficiência. Dentre essas características, destaca-se a não-necessidade de definição do comportamento da função, tal como minimização de custos ou maximização de receitas (ZHU, 2003). Com isto, o modelo DEA-*Malmquist* acaba sendo relevante em casos onde os objetivos dos produtores são distintos, mesmo quando eles sejam desconhecidos (MALMQUIST, 1953).

Outra questão é sobre a capacidade do desmembramento das alterações de produtividade dentro da mudança no indicador de eficiência e de mudança tecnológica, permitindo, com isto, conhecer-se a natureza da mudança de produtividade (ZHU, 2003, p. 74).

Do ponto de vista de mensuração de produtividade de uma organização, existem dois tipos: o fator parcial de produtividade (FPP) e o fator total de produtividade (FTP).

O FPP representa apenas a relação entre a produção de um único produto e a quantidade de único insumo produtivo utilizado, tal como a oferta de crédito por pessoa (ZHU, 2003).

A FTP é um indicador que reflete o quanto de determinado produto é possível produzir a partir dos variados insumos empregados (ZHU, 2003). A título de exemplo, supondo que em determinado processo de produção, exista apenas 1 produto a partir do consumo de apenas 1 insumo em dois períodos de tempo t e $t+1$. Com isto, verifica-se o par de produção inicial, no primeiro período, dado por (x^t, y^t) , e o par de produção (x^{t+1}, y^{t+1}) no segundo período

A mensuração da FTP é dada por:

$$FTP = \frac{(y^{t+1}/x^{t+1})}{(y^t/x^t)} \quad (2.14)$$

, onde se reflete o quociente entre a produtividade no período $t+1$ e a produtividade no período t . No entanto, a dificuldade que existe na utilização do índice de FTP é quando existe mais de um insumo e mais de um produto.

No âmbito de função distância, o índice de produtividade FTP é dado pela seguinte equação:

$$FTP = \frac{D_p^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_p^t(x^t, y^t)} \quad (2.15)$$

, onde D_p^t representa a função distância relativa à tecnologia referência do período t .

Em outras palavras, considerando-se a tecnologia do período t , o índice de produtividade relativo ao período t é dado pela distância da DMU até a fronteira de produção, considerando os níveis de consumo e de produção no período t e considerando também os níveis dos mesmos insumos e produtos no período $t+1$.

O Índice FTP, denotado na equação (2.16), denomina-se de Índice de Produtividade de Malmquist com orientação a produto, tomando-se a tecnologia do período t como referência, vale dizer:

$$M_p^t(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D_p^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_p^t(x^t, y^t)} \quad (2.16)$$

Esse índice compara os dados de uma única DMU coletados em dois distintos períodos, t e $t+1$, a partir da mesma tecnologia aplicada, que é a do período t .

Podem ser utilizados os períodos de t e $t+1$ do Índice de Malmquist para se fazer um tipo de índice “ideal, tal como o índice de Fischer (FÄRE, GROSSKOPF, 2000).

O Índice ideal de Fisher é a média geométrica do Índice de Paasche e o Índice de Lapeyres que representa a maior e a menor variação do verdadeiro índice. A partir dessa média geométrica para essas variações, consegue-se uma melhor aproximação ao verdadeiro índice (ZHU, 2003).

Essa ideia também é utilizada para a média geométrica de t e $t+1$ dos Índices de *Malmquist* para se conceber o Índice de Produtividade de *Malmquist* Orientação Produção (M_p) assim:

$$M_p(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D_p^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_p^t(x^t, y^t)} \cdot \frac{D_p^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_p^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (2.17)$$

A apresentação do Índice de *Malmquist* no plano cartesiano é dada no Gráfico 02 abaixo. Existem duas fronteiras diferentes (duas curvas), constituídas cada qual no período t e no período $t+1$.

Foram representados no Gráfico 2.5, os pares (x^t, y^t) e (x^{t+1}, y^{t+1}) .

O Índice de *Malmquist* para a DMU no Gráfico 2.5 é dado por:

$$M_p(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{0c/0a}{0f/0e} \sqrt{\frac{0a/0d}{0b/0e}} \quad (2.18)$$

A expressão fora do radical no segundo termo da equação (2.18) permite mensurar a mudança de eficiência entre os períodos t e $t+1$.

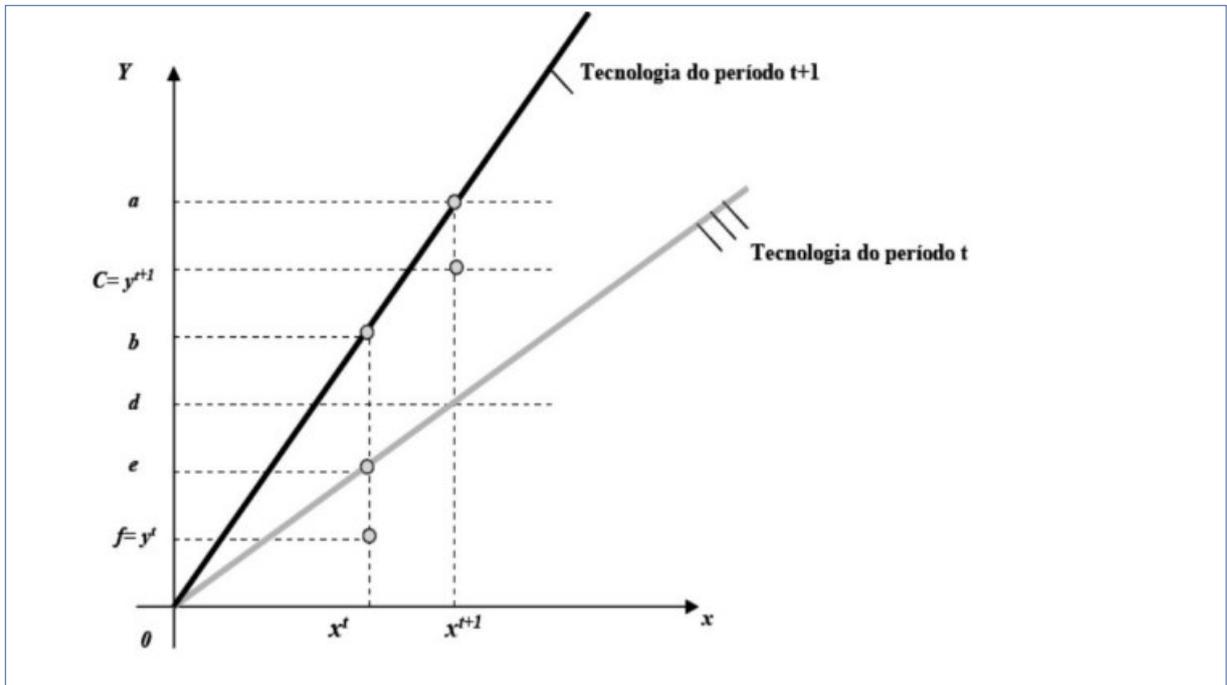
O numerador $0c/0a$ consiste na eficiência técnica de (x^{t+1}, y^{t+1}) relacionado ao período $t+1$. O denominador $0f/0e$ consiste na eficiência técnica de (x^t, y^t)

relacionado ao período t . Esse termo é denominado de componente da mudança de eficiência da mudança de produtividade.

A mudança de eficiência é concebida pela seguinte equação:

$$EFFCH = \frac{D_p^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_p^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (2.19)$$

Gráfico 2.5 – Índice de produtividade de Malmquist, orientação-produção



Fonte: Adaptado de Zhu, 2003.

Na parte da raiz quadrada do segundo termo da Equação (2.19) reflete os movimentos na fronteira das melhores práticas entre os períodos t e $t+1$. O numerador ${}^0a/{}_0d$ mensura o movimento vertical de x^{t+1} . O denominador ${}^0b/{}_0e$ mensura o movimento vertical avaliado em x^t . A média geométrica de ambos os movimentos passa a ser a mudança da tecnologia. Em geral, define-se a mudança da tecnologia pela seguinte equação:

$$TECH = \sqrt{\frac{D_p^t(x^{t+1}, y^{t+1}) D_p^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_p^t(x^t, y^t) D_p^{t+1}(x^t, y^t)}} \quad (2.20)$$

O produto entre EFFCH e TECH, ou seja, entre as equações (2.19) e (2.20) é igual a $M_p(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1})$. A melhoria na produtividade é demonstrada para valores de M_p maiores do que 1, e aceita-se o declínio na produtividade quando os valores são menores do que 1.

Essas mesmas interpretações podem ser observadas para os componentes da mudança de produtividade, EFFCH por TECH. Contempla-se que a melhoria na

produtividade pode vir acompanhada pela deteriorização em um dos componentes mensurados, e vice-versa.

O cálculo das funções distância envolve o cálculo da eficiência técnica com orientação à produção, considerando-se retornos constantes de escala.

2.3.2.5 Os estudos relacionados com a DEA e eficiência em cooperativas de crédito

No sentido de analisar o Estado Atual da Arte sobre Análise Envoltória de Dados e cooperativas de crédito, foi realizada uma pesquisa no repositório *Scopus Elsevier*. Para tal, foi utilizada a seguinte *string* de busca no repositório: ((TITLE-ABS-KEY (*credit* AND *union**) OR TITLE-ABS-KEY (*credit* AND *cooperativ**)) AND (TITLE-ABS-KEY (*dea*) OR TITLE-ABS-KEY (*data* AND *envelopment* AND *analysis*))). Foram encontrados 46 artigos científicos publicados no período 1996-2021.

A partir da leitura dos artigos encontrados nas bases de dados, foram analisados os artigos mais citados. Dentre as investigações observadas, acharam-se os mais relacionados com as medidas de ineficiência técnica (HIROFUMI, WEBER, 2009), utilização do modelo DEA com outros métodos como o *balanced scorecard* (TSER-YIETH *et al*, 2008), entre outros.

Nessa linha, no Brasil, destaca-se o trabalho de Silva *et al* (2021) sobre as maiores cooperativas de crédito no Brasil a partir de indicadores de desempenho econômico no modelo CAMEL e a DEA.

Dentre os artigos coletados, o Quadro 2.3 apresenta os dez primeiros mais citados, apresentando-os de maneira sucinta, de acordo com os autores, ano de publicação, título do artigo, assunto abordado, principais métodos utilizados e variáveis de estudo.

No âmbito da literatura brasileira, Höher *et al* (2019) asseveraram que a eficiência das cooperativas do Rio Grande do Sul no período de 2013-2016 foi de 76,32%, sendo que a maior média foi de 79,20% no ano de 2013, quando 17 cooperativas de crédito foram consideradas eficientes e a pior média ficou para o ano de 2014, com 73,37%. Nesse estudo, o sistema Sicredi apresentou 41,18% de cooperativas eficientes, e a Coop 35 com 100% de eficiência nos períodos analisados, sendo a *benchmarking* para as demais cooperativas.

Outra investigação relevante foi a de Bittencourt e Bressan (2018) que destacou a eficiência de cerca de 130 cooperativas de crédito no período de 2009-2014, a partir da Análise Envoltória de Dados. As variáveis utilizadas na pesquisa foram: depósitos totais, despesas de captação, despesas administrativas e outras despesas operacionais como *inputs*.

Quadro 2.3 - Artigos mais citados sobre a eficiência de cooperativas de crédito e Análise Envoltória de Dados

Autores	Ano de publicação	Título do artigo	Assunto abordado	Principais métodos utilizados	Variáveis de estudo
HIROFUMI, Fukuyama; WEBER, William L.	2009	<i>A directional slacks-based measure of technical inefficiency</i>	Medida radial de ineficiência técnica a partir de folgas em serviços financeiros	DEA baseado em folgas	3 <i>inputs</i> : mão de obra, capital físico de instalações e ativos fixos, fundos. 2 <i>outputs</i> : valores de empréstimos, investimentos em títulos.
TSER-YIETH, Chen; CHIE-BEIN, Chen; SIN-YING, Peng.	2008	<i>Firm operation performance analysis using Data Envelopment Analysis and balanced scorecard: a case study of a credit cooperative bank</i>	Seleção de indicadores que afetam a performance de operações em cooperativas de crédito	Comparação entre o <i>balanced scorecard</i> (BSC)	5 <i>inputs</i> e 4 <i>outputs</i> , incluindo empréstimo bancário, renda de taxas, número de funcionários, ativos bancários, depósitos bancários, ativos fixos.
SILVA, Tarciso Pedro; MAURÍCIO, Leite; GUSE, Jaqueline Carla; GOLLO, Vanderlei.	2017	<i>Financial and economic performance of major Brazilian credit cooperatives.</i>	Mensuração de performances financeira e econômica de 25 grandes cooperativas de crédito no Brasil	Modelo CAMEL e <i>balanced scorecard</i> , em conjugação com DEA	Utilização de 5 grupos de indicadores, totalizando 25 indicadores, tais como: endividamento dos empréstimos, crescimento dos empréstimos, taxas de juros sobre os depósitos, crescimento dos custos, retorno de empréstimos etc.
KOUTSOMANOLI-FILIPPAKI, Anastasia; MARGARITIS, Dimitris; STAIKORAS, Christos.	2012	<i>Profit efficiency in the European Union banking industry: A directional technology distance function approach.</i>	Mensuração da eficiência do lucro, eficiência técnica e eficiência alocativa de cooperativas de crédito em 25 Estados-membros da União Europeia	Aplicação de função distância tecnológica com o DEA	3 <i>inputs</i> : trabalho, capital físico e depósitos totais. 2 <i>outputs</i> : ganhos líquidos totais e provisões.

Fonte: Elaboração própria a partir da base de dados *Scopus Elsevier*, 2022.

Como *outputs*, foram utilizados os empréstimos, investimentos e sobras. A conclusão da pesquisa foi que a eficiência das cooperativas apresentou uma média de 70,38%, e as operações de crédito foram a principal variável para a os escores de eficiência (BITTENCOURT *et al*, 2018). A ineficiência das cooperativas de crédito foram explicadas pela utilização inadequada dos depósitos totais e das despesas de captação, quando se compara com as cooperativas eficientes, de acordo com Bittencourt *et al*, 2018.

Os resultados desse caso de cooperativas brasileiras de crédito sugeriam que os gestores das entidades pesquisadas promoveram ações para melhorar o desempenho, sendo encontradas cinco cooperativas eficientes para o período analisado (BITTENCOURT *et al*, 2018)

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O capítulo anterior tratou-se, panoramicamente, sobre a literatura sobre o cooperativismo de crédito e a questão da mensuração do desempenho e eficiência a partir da Análise Envoltória de Dados. A partir da investigação sobre a utilização de técnicas de DEA, de acordo com Soares Mello *et ali* (2004), ainda existem muitos questionamentos, problemas teóricos tratados, índices, estatísticas, procedimentos metodológicos e resultados obtidos sobre a DEA.

Não seria diferente a existência de tais problemas nas análises de desempenho e eficiência para cooperativas de crédito. Exemplificativamente, a definição das DMUs e a escolha dos *inputs* e *outputs*, de acordo com os propósitos de análise, podem impactar, diretamente, nos resultados. Com isto, neste capítulo, busca-se responder: quais seriam as diferenças entre as escolhas entre os *inputs* e *outputs* na Análise Envoltória de Dados? Quais resultados diferentes poderiam ser encontrados quando se altera os *inputs* e os *outputs*?

O capítulo encontra-se estruturado em 4 partes. A primeira parte (3.1) apresenta delineamentos e características da pesquisa. A segunda parte (3.2) trata sobre as etapas da pesquisa, permitindo a visualização dos passos seguidos na investigação. A terceira parte (3.3) expõe os procedimentos utilizados para a coleta dos dados. Por fim, a quarta parte (3.4) apresenta os procedimentos para a análise dos dados coletados.

3.1 Delineamentos e características da pesquisa

A pesquisa se caracteriza por ser descritiva e exploratória, com abordagem quantitativa. A pesquisa descritiva tem a possibilidade de contribuir para pesquisas futuras e, no caso de gestão, para tomada de decisão por meio do apoio em situações esclarecidas ou de informações confiáveis (MONSEN, VAN HORN, 2008; GRESSLER, 2003).

Em outras palavras, esta pesquisa possui finalidade descrita porque pretende descrever as características de um cenário formado por cooperativas de crédito no Brasil, estabelecendo a descrição de variáveis que formaram processos decisórios nas Unidades de Tomada de Decisão (GRAVETTER FORZANO, 2015; KUMAR, 2014; ZIKMUND *et al.*, 2012).

Além disto, a pesquisa é exploratória porque é resultado da tendência de realização de investigações sobre a temática gestão de cooperativas e análise de desempenho e tomada de decisões, como se pode perceber pela ampla citação de artigos e livros citados no capítulo de revisão de literatura.

De acordo com Marconi e Lakatos (2002), existem três finalidades básicas das pesquisas exploratórias em investigações empíricas: i) Contribuir para futuras pesquisas com maior precisão; ii) Realizar maior aproximação entre pesquisador e fato, fenômeno ou entorno pesquisado, ou seja, do objeto de pesquisa; iii) Colaborar com o esclarecimento e/ou mudança de conceitos.

Ademais, a pesquisa é quantitativa porque, em todas as suas fases, existe aplicação de técnicas estatísticas e matemáticas. É fundamentado nisto e nas variáveis utilizadas que se pode dizer que existe quantificação dos processos de tratamento dos dados e das informações geradas, incluindo a coleta e conversão dos dados, ajustes e complementação por meio de ferramentas estatísticas. A pesquisa quantitativa foi usada para os fins de definir as relações existentes entre as variáveis relacionadas com a gestão em cooperativas de crédito, tendo também reforçando o seu viés descritivo.

3.2 Etapas da pesquisa

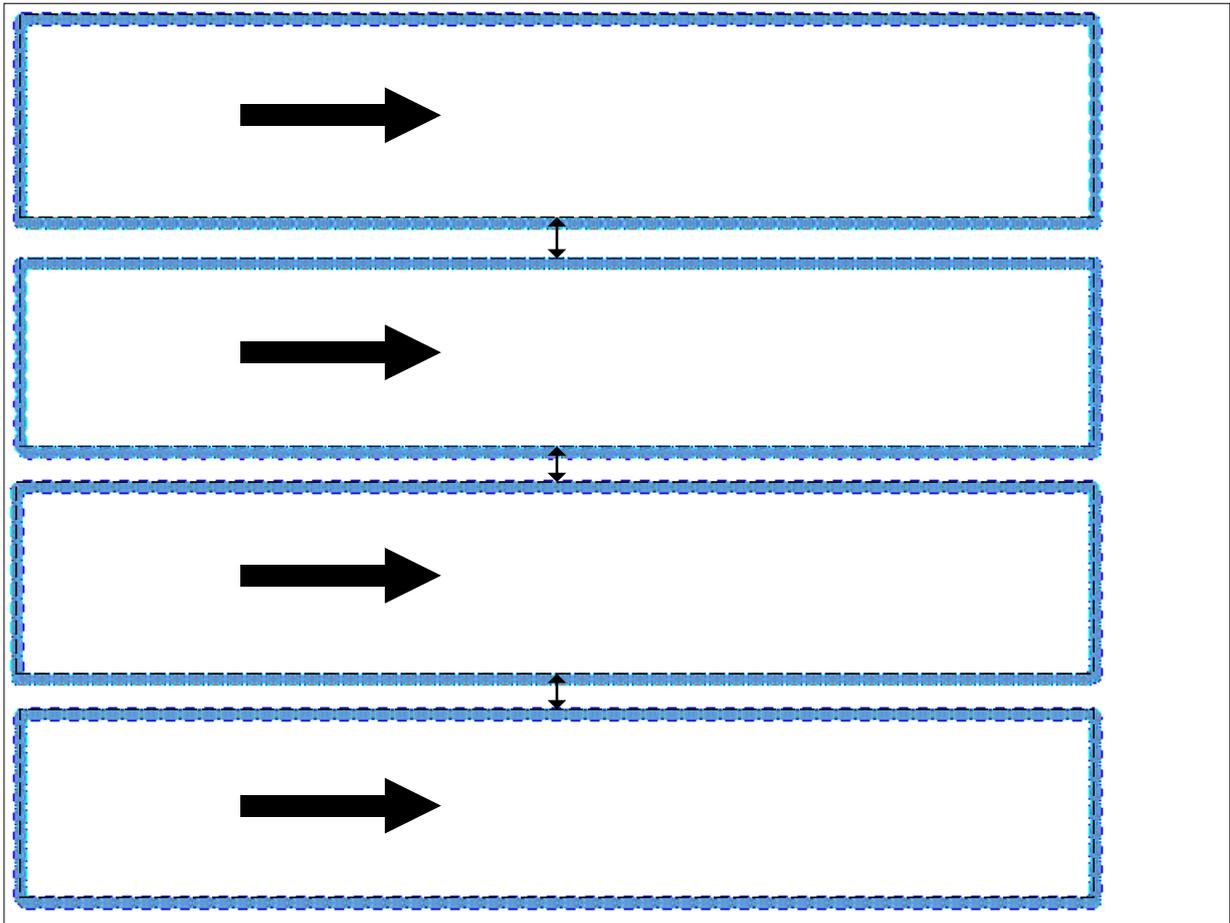
Tal como nos variados tipos de pesquisas quantitativas, no caso de estudos descritivos e exploratórios, é necessário se ter clareza sobre os objetivos da pesquisa e das estratégias que permitirão os resultados a que se pretendem.

De modo geral, o processo compreende quatro etapas principais: i) planejamento da pesquisa; ii) coleta e organização dos dados; iii) análise dos dados; e iv) interpretação dos dados. As finalidades da pesquisa, criados na fase de planejamento, devem estar articulados de tal maneira que se permita orientar as ações subsequentes do processo.

A fonte dos dados é secundária, a partir da base de dados disponível no Banco Central do Brasil, e que revelam dados quantitativos sobre diferentes valores compreendidos no contexto da gestão de cooperativas de crédito.

A Figura 3.1 sumariza as principais ações da pesquisa.

Figura 3.1 - Principais ações da pesquisa na parte de Método e Técnica



Fonte: Elaboração própria a partir do software *Microsoft Visio* 2013, 2022.

Em suma, foram estabelecidas as seguintes etapas da pesquisa:

- a) **Revisão bibliográfica:** a qual consiste na construção de um referencial teórico com a finalidade de compor seções que foram utilizados como base teórica em pesquisas nacionais e estrangeiras. Assim, foram analisados definições e fundamentos sobre a DEA, e tratamento específico dos dados para as cooperativas de crédito. O desenvolvimento deste tópico é de importância para as etapas posteriores porque é, por meio dela, que se pode evidenciar algumas lacunas de pesquisa existentes no âmbito do cooperativismo creditício.
- b) **Coleta de dados:** onde se implementou a reunião e a tabulação dos dados sobre as cooperativas de crédito, sendo que tais dados foram considerados como *inputs* e *outputs* do modelo DEA.
- c) **Aplicação do modelo DEA:** a partir de uma proposta de análise de decisão em termos de eficiência em cooperativas de crédito, com

embasamento na abordagem não-paramétrica, utilizando o modelo DEA-Malmquist;

- d) **Análise da eficiência:** após a aplicação do modelo DEA, foi conduzida uma análise de eficiência com o auxílio do pacote CRAN, usando o DEA, além de prover subsídios para análise da consistência dos resultados;
- e) **Discussão dos resultados e conclusões:** nesta etapa, foram exploradas as vantagens e as limitações do modelo DEA proposto, assim como a sua capacidade de avaliar problemas que envolvam tomadas de decisão em um contexto de cooperativismo de crédito.

A eficiência do desempenho operacional em cooperativas de crédito foi tratada na presente pesquisa por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA) como abordagem alternativa para mensuração das eficiências operacionais, por meio do Índice de *Malmquist*, proposto por Caves, Christensen, Diewert (1994), inspirado nos trabalhos de Malmquist (1953). Posteriormente, veio o modelo DEA proposto por Rajiv Banker, Abraham Charnes e William Cooper (1984), - chamado de modelo DEA-BCC, inspirando nas contribuições seminais de Gerard Debreu (1951), Koopmans (1951) e Farrell (1957). O método de Malmquist-DEA foi resultado da conjugação entre as duas abordagens, proposto por Färe *et alii* (1994), sendo o aplicado na investigação eficiência e desempenho de gestão em cooperativas de crédito.

Nesta investigação, a noção de eficiência considera a concepção de eficiência produtiva e fronteiras de produção eficiente, levando-se em consideração os insumos utilizados e os produtos gerados (KOOPMANS, 1951; LOVELL, 1993; ZHU, 2003).

Originalmente, a Análise Envoltória de Dados consiste em técnica de programação linear, não-paramétrica, desenvolvida por Abraham Charnes, William Cooper e Edwardo Rhodes (1978), a qual foi refinada por variados outros modelos, possibilitando identificar e compartilhar o conhecimento das melhores práticas de gestão. A finalidade é possibilitar a mensuração e a avaliação de desempenho superior em termos estratégicos, operacionais e táticos (BOGAN, ENGLISH, 1997; LOVELL, 1993, ZHU, 2003).

3.3 Procedimentos para coleta de dados

A literatura recomenda que a quantidade de DMUs seja, no mínimo, três vezes o número de variáveis de fatores (*inputs* e *outputs*) (ÂNGULO-MEZA *et ali*, 2007). Para a seleção das variáveis, aplicou-se a correlação de Pearson com a finalidade de separar os insumos e produtos mais significativos, tal como proposto Soares Mello *et ali* (2004).

Os métodos de seleção de variáveis devem ser considerados como mecanismos de apoio à decisão, possibilitando a orientação para a escolha final (ÂNGULO-MEZA *et ali*, 2007). A fase de seleção de variáveis tem a finalidade de identificar, entre as variáveis disponíveis no banco de dados, as que melhor descrevem o desempenho das DMUs em avaliação.

Essa etapa passa a ser necessária quando existir uma pequena quantidade de unidades produtivas a ser avaliada e com quantidade grande de variáveis de fatores de produção.

Na presente investigação, a escolha foi feita a partir dos indicadores que reflitam a qualidade de crédito e o uso de recursos administrativos, tais como: Ativo Permanente, Ativo Total, Patrimônio Líquido, Despesas Intermediárias Financeiras, Despesa com Pessoal, Despesas Administrativas, Operações de Crédito e Depósitos.

Tal como representado no Quadro 3.1, para as variáveis de *input*, foram usadas: Ativo Permanente, Despesas de captação, Despesas Administrativas. Como *outputs*, foram consideradas: Carteira de Créditos, Rendas de Operações de crédito.

Quadro 3.1 - Variáveis selecionadas para o modelo DEA utilizado

Variável	Legenda	Função
Ativo Permanente (conta 20000004)	AP	<i>Input</i>
Despesas de Captação (conta 81100008)	DC	<i>Input</i>
Despesas Administrativas (conta 81700006)	DA	<i>Input</i>
Classificação da Carteira de Créditos (conta 31000000)	CCC	<i>Output</i>
Rendas de Operações de Crédito (conta 71100001)	ROC	<i>Output</i>

Fonte: Elaboração própria do autor, 2022.

As variáveis selecionadas podem ser compreendidas quando se consideram as finalidades das cooperativas de crédito: realizar operações de crédito para os cooperados com o menor custo possível. Tal elemento é relevante para a avaliação da eficiência das cooperativas de crédito que tem a missão principal de conceder crédito.

3.4 Procedimentos para aplicação do modelo de análise de dados

Passa-se para a fase de análise dos dados como etapa seguinte, após os processos preparatórios anteriores dos dados coletados e processados. Com a finalidade de se garantir acurácia às análises, passa-se a avaliar as dimensões de desempenho das cooperativas de crédito de forma a evidenciar possíveis falhas e organizá-las, da melhor maneira para a aplicação das técnicas, ou seja, tornando-os adequados ao uso dos modelos.

Os dados utilizados foram do Banco Central do Brasil, especificamente os balancetes e balanços patrimoniais dos combinados cooperativos, representando o sistema organizado do cooperativismo de crédito no Brasil. Foram utilizados os balancetes combinados do Sistema Cooperativo, representando a combinação de ativos, passivos, receitas e despesas das entidades integrantes de um mesmo sistema. Do total de 41 Cooperativas de Crédito associadas, foi possível analisar os dados de 35 cooperativas, para manter a consistência das informações.

Em razão da ausência de dados completos, foram desconsideradas sete entidades: a) CCC dos Estados de MT, MS e Município de Caco; ii) Sicoob Central MT/MS; iii) CCCR Horizontes Novos; iv) CCC Noroeste Brasileiro Ltda.; v) CCCR Cresol Centrais SC/RS; vi) Credisis Central de Cooperativas de Crédito; vii) CCC Sicoob Central SC/RS.

Os dados disponibilizados foram balancetes gerados trimestralmente que contemplam informações dos saldos de todas as contas até o nível 3 dos balancetes patrimoniais dos 4 trimestres do ano de 2018, fornecidos pelo Banco Central do Brasil. Foram considerados esses dados, porque são recentes e estão disponíveis de forma completa, permitindo uma análise e teste preliminar do modelo DEA.

São informações que passaram por auditoria independente, conferindo-lhes a confiabilidade e a segurança necessárias.

Na definição das variáveis utilizadas, torna-se necessária, inicialmente, a compreensão e a definição das relações entre os insumos e produtos das cooperativas de crédito.

Tabela 3.1 - Correlação de variáveis utilizadas no método DEA (2018, 1º trimestre)

	AP201803	DA201803	DC201803	CCC201803	ROC201803
AP201803	1,0000				
DA201803	0,9676	1,0000			
DC201803	0,9447	0,9899	1,0000		
CCC201803	0,9639	0,9939	0,9923	1,0000	
ROC201803	0,9674	0,9976	0,9922	0,9979	1,0000

Fonte: Elaboração própria do autor, 2022.

Tabela 3.2 - Correlação de variáveis utilizadas no método DEA (2018, 2º trimestre)

	AP201806	DA201806	DC201806	CCC201806	ROC201806
AP201806	1,0000				
DA201806	0,9461	1,0000			
DC201806	0,9711	0,9896	1,0000		
CCC201806	0,9261	0,9939	0,9949	1,0000	
ROC201806	0,9678	0,9922	0,9976	0,9985	1,0000

Fonte: Elaboração própria do autor, 2022.

Tabela 3.3 - Correlação de variáveis utilizadas no método DEA (2018, 3º trimestre)

	AP201809	DA201809	DC201809	CCC201809	ROC201809
AP201809	1,0000				
DA201809	0,9498	1,0000			
DC201809	0,9722	0,9901	1,0000		
CCC201809	0,9655	0,9923	0,9950	1,0000	
ROC201809	0,9683	0,9928	0,9979	0,9980	1,0000

Fonte: Elaboração própria do autor, 2022.

Tabela 3.4 - Correlação de variáveis utilizadas no método DEA (2018, 4º trimestre)

	AP201812	DA201812	DC201812	CCC201812	ROC201812
AP201812	1,0000				
DA201812	0,9527	1,0000			
DC201812	0,9757	0,9908	1,0000		
CCC201812	0,9690	0,9923	0,9943	1,0000	
ROC201812	0,9715	0,9934	0,9977	0,9976	1,0000

Fonte: Elaboração própria do autor, 2022.

No modelo DEA, tratam-se das DMUs (*Decision Magement Unit*, Unidade de Tomada de Decisão), as quais são classificadas como *inputs* (insumos) e *outputs* (produtos).

Para as escolha das variáveis a serem utilizadas no método DEA, foi feita uma análise de correlação entre as variáveis de entrada e de saída, apresentada nas Tabelas 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4.

As Tabelas que apresentam as correlações entre as três variáveis de entrada e entre as duas variáveis de saída são bastante elevadas, significando que as variáveis contábeis escolhidas têm proporções semelhantes. Ademais, observam-se também correlações entre as cinco variáveis entre si.

Foi utilizado o modelo DEA-BCC (ou VRS, *Variable, Returns to Scale*, Retornos Variáveis de Escala) orientado para *output*, ou seja, em qual medida o output pode ser maximizado sem que o nível de *inputs* aumente. Foi utilizada a linguagem de programação R, com o IDE (*Integrated Development Environment*) do RStudio versão 1.4.1106, e o pacote “*deaR*” do repositório CRAN para a execução do modelo. A rotina de programação em R está incluída nos apêndices da pesquisa.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta os resultados alcançados (4.2), segundo os objetivos elencados para a investigação, sob a orientação da segunda macroetapa descrita na “Introdução”. Para tanto, é apresentada breve análise descritiva da amostra (4.1) e depois os resultados relacionados à contribuição metodológica do trabalho, ou seja, a aplicação da Análise Envoltória de Dados.

Em seguida, também são feitas as discussões (4.2), contextualizando a pesquisa exploratória realizada.

4.1 Análise descritiva da amostra

Nas Tabelas 4.1; 4.2; 4.3 e 4.4 são apresentadas as visões gerais sobre as variáveis escolhidas relacionadas com as 35 cooperativas de crédito associadas para os quatro trimestres do ano de 2018.

Percebe-se uma maior amplitude das Despesas Administrativas (DA) e Rendas de Operação de Crédito (ROC). A título de exemplo, a amplitude das Despesas Administrativas nos três primeiros meses do ano de 2018 foi de R\$ 1.318.430.837,00 para R\$ 2,895 bilhões no quarto trimestre.

Fica evidente que algumas cooperativas de crédito foram impactadas por essas variações, tal como identificado pela média de Despesas Administrativas no mesmo período.

Para o Ativo Permanente (AP), a média se manteve estável para os quatro trimestres, situando-se em torno de R\$ 300 milhões.

Visualiza-se que, em média, a Classificação de Carteiras de Crédito (CCC) passou a ter uma elevação de R\$ 5,7 bilhões para R\$ 6,5 bilhões no final do ano de 2018, sendo resultados gerais mais positivos para as cooperativas analisadas.

Tabela 4.1 - Estatísticas descritivas das variáveis consideradas na mensuração da eficiência (2018, 1º trimestre)

Variável	Obs.	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Amplitude	Desvio-padrão	Variância	Assimetria	Curtose
AP201803	35	2.94e+08	8.62e+07	1.187.222,00	1,99E+09	1.988.812.778,00	4.69e+08	2.20e+17	2,5433170	8,9068480
DA201803	35	1.52e+08	6.07e+07	1.569.163,00	1,32E+09	1.318.430.837,00	2.79e+08	7.78e+16	3,3012950	13,2128500
DC201803	35	8.28e+07	3.41e+07	234.542,60	7,58E+08	757.765.457,40	1.62e+08	2.62e+16	3,3996740	13,6497000
CCC201803	35	5.69e+09	2.46e+09	3,44E+07	4,98E+10	49.765.600.000,00	1.10e+10	1.21e+20	3,3484940	13,2023800
ROC201803	35	2.58e+08	1.30e+08	2.164.110,00	2,24E+09	2.237.835.890,00	4.77e+08	2.27e+17	3,3310670	13,2772100

Fonte: Elaboração própria do autor, 2022.

Tabela 4.2 - Estatísticas descritivas das variáveis consideradas na mensuração da eficiência (2018, 2º trimestre)

Variável	Obs.	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Amplitude	Desvio-padrão	Variância	Assimetria	Curtose
AP201806	35	3.07e+08	8.97e+07	1.159.358,00	2,09E+09	2.088.840.642,00	4.87e+08	2.37e+17	2,545814	8,983714
DA201806	35	3.09e+08	1.24e+08	3411433	2,61E+09	2.606.588.567,00	5.61e+08	3.15e+17	3,241554	12,754120
DC201806	35	1.68e+08	7.00e+07	469.269,40	1,53E+09	1.529.530.730,60	3.30e+08	1.09e+17	3,392101	13,551020
CCC201806	35	5.85e+09	2.64e+09	35.300.000,00	5,27E+10	52.664.700.000,00	1.13e+10	1.28e+20	3,399908	13,605090
ROC201806	35	5.29e+08	2.62e+08	4.340.188,00	4,60E+09	4.595.659.812,00	9.79e+08	9.58e+17	3,334357	13,299640

Fonte: Elaboração própria do autor, 2022.

Tabela 4.3 - Estatísticas descritivas das variáveis consideradas na mensuração da eficiência (2018, 3º trimestre)

Variável	Obs.	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Amplitude	Desvio-padrão	Variância	Assimetria	Curtose
AP201809	35	3.24e+08	1.70e+08	1121840	2,18E+09	2178878160	4.99e+08	2.49e+17	2,60028	9,27145
DA201809	35	1.69e+08	7.22e+07	2399593	1,40E+09	1397600407	3.00e+08	9.03e+16	3,25155	12,7869
DC201809	35	9.02e+07	3.92e+07	223356,6	8,07E+08	806776643,4	1.73e+08	3.00e+16	3,38347	13,535
CCC201809	35	6.38e+09	2.85e+09	4,61E+07	5,51E+10	55053900000	1.22e+10	1.48e+20	3,36044	13,2545
ROC201809	35	2.79e+08	1.31e+08	2874888	2,39E+09	2387125112	5.10e+08	2.60e+17	3,34572	13,3286

Fonte: Elaboração própria do autor, 2022.

Tabela 4.4 - Estatísticas descritivas das variáveis consideradas na mensuração da eficiência (2018, 4º trimestre)

Variável	Obs.	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Amplitude	Desvio-padrão	Variância	Assimetria	Curtose
AP201812	35	3.12e+08	9.31e+07	992249,6	2,25E+09	2,249E+09	5.29e+08	2.80e+17	2,653644	9,394924
DA201812	35	3.33e+08	1.25e+08	4677936	2,90E+09	2,895E+09	6.28e+08	3.95e+17	3,246924	12,738740
DC201812	35	1.75e+08	7.24e+07	452532,3	1,63E+09	1,63E+09	3.55e+08	1.26e+17	3,408123	13,609690
CCC201812	35	6.60e+09	2.64e+09	4,04E+07	5,84E+10	5,836E+10	1.32e+10	1.75e+20	3,338133	13,085110
ROC201812	35	5.48e+08	2.35e+08	5499756	4,83E+09	4,825E+09	1.05e+09	1.10e+18	3,328421	13,167980

Fonte: Elaboração própria do autor, 2022.

4.2 Resultados e discussões

Os resultados das cooperativas de crédito “eficientes” e “não-eficientes” são apresentados na Tabela 4.5. Verifica-se que, durante o ano de 2018, a variação de tais categorias praticamente foi constante.

Tabela 4.5 - Distribuição da eficiência do Sistema Cooperativo combinado brasileiro, por semestre/2018

	2018/03	2018/06	2018/09	2018/12
Eficientes	11	9	8	10
Não-eficientes	24	26	27	25
Total	35	35	35	35

Fonte: Elaboração própria com uso do RStudio pacote “deaR”, 2022.

Seguindo-se o método especificado com a utilização da Análise Envoltória de Dados, DEA-BCC, orientado a *output*, chegou-se aos escores (*ranks*) de eficiência, demonstrados na Tabela 4.6.

Foram analisados os quatro trimestres do ano de 2018, separadamente, com a finalidade de visualizar a dinâmica das eficiências durante o tempo.

Pode-se observar que no início do ano de 2018, foram 15 as cooperativas classificadas como eficientes, ou seja, na fronteira de produção.

Na análise das cooperativas que pioraram significativamente a sua eficiência operacional durante o ano de 2018, foram:

- a) DMU_27, passando da posição 1 para a posição 9 no conjunto analisado;
- b) DMU_31 que passou da posição 1 para a posição 8 do *ranking*.

Por outro lado, algumas cooperativas melhoram, contínua e significativamente, a sua eficiência no mesmo período, tais como:

- a) DMU_25;
- b) DMU_22;
- c) DMU_18.

Tabela 4.6 - Escores (*ranks*) de eficiência das Cooperativas de Crédito na fronteira padrão, por semestre/2018 (modelo DEA-BCC, orientado a *output*)

COOPERATIVA DE CRÉDITO	2018/03 RANK	2018/06 RANK	2018/09 RANK	2018/12 RANK
DMU_01	1	1	1	1
DMU_02	1	1	1	1
DMU_03	1	1	1	1
DMU_04	1	1	17	1
DMU_05	1	1	1	1
DMU_06	1	1	1	1
DMU_07	1	1	1	1
DMU_08	1	1	1	1
DMU_09	1	1	1	4
DMU_10	1	1	1	1
DMU_11	1	1	1	9
DMU_12	1	1	1	1
DMU_13	1	1	1	1
DMU_14	1	1	1	8
DMU_15	1	2	2	1
DMU_16	2	3	3	1
DMU_17	3	4	18	14
DMU_18	4	5	5	3
DMU_19	5	6	4	6
DMU_20	6	7	1	1
DMU_21	7	8	16	18
DMU_22	8	9	8	7
DMU_23	9	10	9	11
DMU_24	10	11	6	13
DMU_25	11	12	1	1
DMU_26	12	13	7	2
DMU_27	13	14	10	12
DMU_28	14	15	12	5
DMU_29	15	16	15	17
DMU_30	16	17	11	15
DMU_31	17	18	14	16
DMU_32	18	19	19	10
DMU_33	19	20	20	20
DMU_34	20	21	13	19
DMU_35	21	22	21	21

Fonte: Elaboração própria com uso do RStudio pacote “deaR”, 2022.

Tabela 4.7 - Eficiência técnica das Cooperativas de Crédito na fronteira padrão, por semestre/2018

	2018/03	2018/06	2018/09	2018/12	
COOPERATIVA DE CRÉDITO	EFIC.	EFIC.	EFIC.	EFIC.	MPR*
DMU_01	1	1	1	1	
DMU_02	1	1	1	1	
DMU_03	1	1	1	1	
DMU_04	1	1	1,382	1	
DMU_05	1	1	1	1	
DMU_06	1	1	1	1	
DMU_07	1	1	1	1	
DMU_08	1	1	1	1	
DMU_09	1	1	1	1,079	-
DMU_10	1	1	1	1	
DMU_11	1	1	1	1,183	-
DMU_12	1	1	1	1	
DMU_13	1	1	1	1	
DMU_14	1	1	1	1,141	-
DMU_15	1	1,032	1,021	1	
DMU_16	1,009	1,045	1,042	1	+
DMU_17	1,031	1,082	1,410	1,277	-
DMU_18	1,033	1,030	1,079	1,076	+
DMU_19	1,053	1,054	1,064	1,120	-
DMU_20	1,066	1,049	1	1	+
DMU_21	1,092	1,153	1,382	1,438	-
DMU_22	1,101	1,119	1,130	1,122	-
DMU_23	1,121	1,172	1,175	1,189	-
DMU_24	1,143	1,144	1,112	1,261	-
DMU_25	1,154	1,207	1	1	+
DMU_26	1,176	1,151	1,127	1,030	+
DMU_27	1,220	1,243	1,235	1,230	-
DMU_28	1,243	1,275	1,267	1,097	+
DMU_29	1,321	1,240	1,286	1,353	-
DMU_30	1,333	1,312	1,256	1,291	+
DMU_31	1,398	1,392	1,268	1,313	+
DMU_32	1,418	1,430	1,466	1,184	+
DMU_33	1,714	1,731	1,765	1,682	+
DMU_34	1,741	1,688	1,267	1,607	+
DMU_35	2,051	2,066	1,873	2,063	-

* MPR: Mudança de Posição Relativa considerando o primeiro trimestre do ano.

Fonte: Elaboração própria com uso do RStudio pacote "dear", 2022.

Outra categoria encontrada é a ade cooperativas de crédito que tiveram piora durante determinados períodos e recuperação posterior, tais como:

- a) DMU_32;

b) DMU_23.

Quando o aumento da produção é proporcional ao dos *inputs*, configuram-se os rendimentos constantes à escala (CRS, *Constant Returns to Scale*). Se o aumento dos *outputs* for superior ao aumento proporcional, existem rendimentos crescentes à escala (IRS, *Increasing Returns to Scale*). Caso o aumento seja inferior, existem rendimentos decrescentes à escala (DRS, *Decreasing Returns to Scale*).

Os dados trazidos na Tabela 4.7 apresentam as unidades produtivas na primeira coluna, e nas colunas seguintes os indicadores de eficiência técnica (EFIC.) para cada trimestre do ano de 2018. Esse indicador de eficiência técnica orientado a *outputs*, e, nesse lógica, é maior do que um. Se o indicador for igual a um, significado que determinada unidade produtiva é eficiente, e caso seja maior do que um é não-eficiente, para o modelo construído.

Em outras palavras, na Tabela 4.7, a DMU_35 (destacada em laranja) tem valores de eficiência técnica em torno de 2, o que significa que estão distante da fronteira de eficiência que é igual a 1. O mesmo acontece para outras DMUS, como a DMU_33 e a DMU_34.

Percebe-se que a DMU_25 passou do indicador de eficiência técnica de 1,154 no primeiro trimestre de 2018, para 1 no quarto trimestre de 2018. A possível leitura dessa variável é de melhora de eficiência técnica. Por outro lado, a DMU_11 teve uma piora na eficiência técnica, passando de 1 no primeiro trimestre de 2018 para 1,183 no quarto trimestre de 2018.

O Quadro 4.1 identifica as DMUs eficientes e as DMUs com Alto Nível de Eficiência (ANE), Médio Nível de Eficiência (MNE) e Baixo Nível de Eficiência (BNE), construindo-se essa classificação a partir da normalização dos dados da Tabela anterior, da eficiência técnica.⁸

Para todo o ano de 2018, foram 11 as DMUs localizadas na eficiência máxima, sendo consideradas as *benchmarks* para as demais 24 DMUs. Esses *benchmarks* são determinados pelas projeções das DMUs ineficientes na fronteira de eficiência, podendo ser analisadas nos Apêndices do presente trabalho.

⁸ Com a normalização, foram consideradas as seguintes faixas de valores da eficiência técnica orientada a *output*: EFICIENTE (valor de 1); ANE, com eficiência de 1 até 1,12; MNE, com eficiência de 1,13 até 1,42; BNE, com eficiência acima de 1,43.

A lógica é que, quanto maior for o indicador de eficiência técnica, mais distante está a unidade produtiva da fronteira de eficiência, podendo incrementar a sua posição.

Quadro 4.1 - Nível de eficiência técnica das Cooperativas de Crédito

COOPERATIVA DE CRÉDITO	2018/03	2018/06	2018/09	2018/12
	EFIC.	EFIC.	EFIC.	EFIC.
DMU_01	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE
DMU_02	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE
DMU_03	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE
DMU_04	EFICIENTE	EFICIENTE	MNE	EFICIENTE
DMU_05	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE
DMU_06	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE
DMU_07	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE
DMU_08	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE
DMU_09	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE	ANE
DMU_10	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE
DMU_11	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE
DMU_12	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE	ANE
DMU_13	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE
DMU_14	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE
DMU_15	EFICIENTE	ANE	ANE	MNE
DMU_16	ANE	ANE	ANE	ANE
DMU_17	ANE	ANE	MNE	ANE
DMU_18	ANE	ANE	ANE	EFICIENTE
DMU_19	ANE	ANE	ANE	ANE
DMU_20	ANE	ANE	EFICIENTE	ANE
DMU_21	ANE	ANE	MNE	MNE
DMU_22	ANE	ANE	ANE	EFICIENTE
DMU_23	ANE	ANE	ANE	ANE
DMU_24	ANE	ANE	ANE	MNE
DMU_25	ANE	ANE	EFICIENTE	ANE
DMU_26	ANE	ANE	ANE	MNE
DMU_27	MNE	MNE	MNE	MNE
DMU_28	MNE	MNE	MNE	MNE
DMU_29	MNE	MNE	MNE	MNE
DMU_30	MNE	MNE	MNE	MNE
DMU_31	MNE	MNE	MNE	MNE
DMU_32	MNE	MNE	BNE	ANE
DMU_33	BNE	BNE	BNE	BNE
DMU_34	BNE	BNE	MNE	BNE
DMU_35	BNE	BNE	BNE	BNE

Obs: ANE: Alto Nível de Eficiência; MNE: Médio Nível de Eficiência; BNE: Baixo Nível de Eficiência.

Fonte: Elaboração própria com uso do RStudio pacote “deaR”, 2022.

Tabela 4.8 - Eficiências das Cooperativas de Crédito (1º trimestre/2018)

COOPERATIVA DE CRÉDITO	Fronteira padrão	Fronteira invertida	Eficiência composta	Eficiência normalizada
DMU_01	1	1	0,500	0,727
DMU_02	1	1	0,500	0,727
DMU_03	1	1	0,500	0,727
DMU_04	1	1	0,500	0,727
DMU_05	1	0,844	0,578	0,841
DMU_06	1	1	0,500	0,727
DMU_07	1	0,630	0,685	0,996
DMU_08	1	0,954	0,523	0,761
DMU_09	1	0,625	0,687	1
DMU_10	1	1	0,500	0,727
DMU_11	0,742	1	0,371	0,540
DMU_12	1	1	0,500	0,727
DMU_13	1	1	0,500	0,727
DMU_14	1	1	0,500	0,727
DMU_15	1	0,742	0,629	0,915
DMU_16	1	0,798	0,601	0,875
DMU_17	1	1	0,500	0,727
DMU_18	1	0,993	0,504	0,733
DMU_19	0,574	1	0,287	0,418
DMU_20	0,709	0,843	0,433	0,630
DMU_21	0,908	0,877	0,516	0,750
DMU_22	0,877	1	0,439	0,638
DMU_23	1	1	0,500	0,727
DMU_24	1	1	0,500	0,727
DMU_25	0,867	0,733	0,567	0,825
DMU_26	1	0,895	0,553	0,804
DMU_27	1	1	0,500	0,727
DMU_28	0,986	0,653	0,666	0,969
DMU_29	1	0,715	0,642	0,935
DMU_30	1	1	0,500	0,727
DMU_31	1	0,795	0,603	0,877
DMU_32	1	0,817	0,592	0,861
DMU_33	1	1	0,500	0,727
DMU_34	0,584	1	0,292	0,425
DMU_35	0,892	1	0,446	0,649

Fonte: Elaboração própria com uso do RStudio pacote “deaR”, 2022.

A coluna da direita corresponde à Mudança de Posição Relativa (MPR) da unidade produtiva, considerando o primeiro trimestre e o quarto trimestre do ano.

Tabela 4.9 - Eficiências das Cooperativas de Crédito (2º trimestre/2018)

COOPERATIVA DE CRÉDITO	Fronteira padrão	Fronteira invertida	Eficiência composta	Eficiência normalizada
DMU_01	1	1	0,500	0,723
DMU_02	1	1	0,500	0,723
DMU_03	1	1	0,500	0,723
DMU_04	1	1	0,500	0,723
DMU_05	1	0,819	0,591	0,854
DMU_06	1	1	0,500	0,723
DMU_07	1	0,636	0,682	0,986
DMU_08	1	0,980	0,510	0,738
DMU_09	1	0,624	0,688	0,994
DMU_10	0,610	1	0,305	0,441
DMU_11	0,746	1	0,373	0,539
DMU_12	1	1	0,500	0,723
DMU_13	1	1	0,500	0,723
DMU_14	1	1	0,500	0,723
DMU_15	1	0,734	0,633	0,916
DMU_16	1	0,762	0,619	0,895
DMU_17	1	1	0,500	0,723
DMU_18	0,809	1	0,405	0,585
DMU_19	1	1	0,500	0,723
DMU_20	0,707	0,895	0,406	0,587
DMU_21	0,894	0,882	0,506	0,732
DMU_22	0,896	1	0,448	0,648
DMU_23	1	1	0,500	0,723
DMU_24	1	0,855	0,573	0,828
DMU_25	0,829	0,718	0,555	0,803
DMU_26	1	0,908	0,546	0,789
DMU_27	1	1	0,500	0,723
DMU_28	0,991	0,608	0,692	1,000
DMU_29	1	0,661	0,669	0,968
DMU_30	1	1	0,500	0,723
DMU_31	1	0,802	0,599	0,866
DMU_32	1	0,923	0,539	0,779
DMU_33	1	1	0,500	0,723
DMU_34	0,583	1	0,291	0,421
DMU_35	0,854	0,940	0,457	0,661

Fonte: Elaboração própria com uso do RStudio pacote “deaR”, 2022.

Das 35 cooperativas de crédito, foram 12 que pioraram a sua posição relativa e 11 que melhoraram. Foram 12 cooperativas de crédito que mantiveram a sua posição relativa.

Tabela 4.10 - Eficiências das Cooperativas de Crédito (3º trimestre/2018)

COOPERATIVA DE CRÉDITO	Fronteira padrão	Fronteira invertida	Eficiência composta	Eficiência normalizada
DMU_01	1	1	0,500	0,719
DMU_02	1	0,937	0,532	0,765
DMU_03	0,409	1	0,204	0,294
DMU_04	1	1	0,500	0,719
DMU_05	1	0,717	0,641	0,922
DMU_06	0,553	1	0,277	0,398
DMU_07	0,553	1	0,277	0,398
DMU_08	1	0,838	0,581	0,836
DMU_09	0,822	0,823	0,499	0,719
DMU_10	0,397	1	0,198	0,285
DMU_11	0,682	1	0,341	0,491
DMU_12	0,544	1	0,272	0,392
DMU_13	1	1	0,500	0,719
DMU_14	1	1	0,500	0,719
DMU_15	0,803	0,692	0,556	0,799
DMU_16	1	1	0,500	0,719
DMU_17	0,764	1	0,382	0,550
DMU_18	0,614	0,947	0,334	0,480
DMU_19	0,614	0,947	0,334	0,480
DMU_20	0,521	0,842	0,339	0,488
DMU_21	0,830	0,881	0,475	0,683
DMU_22	0,887	1	0,444	0,638
DMU_23	1	1	0,500	0,719
DMU_24	1	1	0,500	0,719
DMU_25	1	1	0,500	0,719
DMU_26	1	0,865	0,568	0,816
DMU_27	1	1	0,500	0,719
DMU_28	0,851	0,679	0,586	0,843
DMU_29	0,938	0,673	0,632	0,910
DMU_30	1	1	0,500	0,719
DMU_31	1	0,857	0,571	0,822
DMU_32	0,980	0,589	0,695	1
DMU_33	1	1	0,500	0,719
DMU_34	0,476	1	0,238	0,342
DMU_35	0,731	0,995	0,368	0,529

Fonte: Elaboração própria com uso do RStudio pacote “deaR”, 2022.

As Tabelas 4.8; 4.9; 4.10 e 4.11 apresentam o índice de eficiência com a aplicação da fronteira invertida.

Tabela 4.11 - Eficiências das Cooperativas de Crédito (4º trimestre/2018)

COOPERATIVA DE CRÉDITO	Fronteira padrão	Fronteira invertida	Eficiência composta	Eficiência normalizada
DMU_01	1	1	0,500	0,714
DMU_02	1	1	0,500	0,714
DMU_03	0,783	1	0,392	0,559
DMU_04	0,775	1	0,387	0,553
DMU_05	1	0,831	0,585	0,835
DMU_06	0,695	1	0,348	0,497
DMU_07	1	0,655	0,672	0,960
DMU_08	1	1	0,500	0,714
DMU_09	1	0,600	0,700	1
DMU_10	0,485	1	0,242	0,346
DMU_11	0,761	1	0,381	0,544
DMU_12	0,739	0,983	0,378	0,540
DMU_13	0,868	1	0,434	0,619
DMU_14	1	1	0,500	0,714
DMU_15	0,929	0,746	0,592	0,845
DMU_16	1	0,766	0,617	0,881
DMU_17	0,793	0,997	0,398	0,568
DMU_18	0,911	1	0,456	0,651
DMU_19	0,622	0,820	0,401	0,573
DMU_20	0,845	0,884	0,480	0,686
DMU_21	0,891	1	0,445	0,636
DMU_22	0,971	1	0,485	0,693
DMU_23	1	0,805	0,597	0,853
DMU_24	0,927	0,719	0,604	0,863
DMU_25	1	0,920	0,540	0,771
DMU_26	1	1	0,500	0,714
DMU_27	0,845	0,739	0,553	0,790
DMU_28	1	0,693	0,653	0,933
DMU_29	1	1	0,500	0,714
DMU_30	1	0,868	0,566	0,808
DMU_31	0,876	0,771	0,552	0,789
DMU_32	1	0,879	0,560	0,800
DMU_33	0,893	0,882	0,505	0,721
DMU_34	0,595	1	0,297	0,425
DMU_35	0,841	0,956	0,443	0,632

Fonte: Elaboração própria com uso do RStudio pacote “deaR”, 2022.

É relevante mencionar que essa fronteira permite ordenar as DMUs e evitar alguns dos problemas clássicos da aplicação do DEA, tal como DMUs eficientes ao considerar apenas um conjunto restrito de variáveis e DMUs eficientes à partida.

Com isso, pode-se observar um rearranjo dos níveis de eficiência em alguns casos para os quatro trimestres do ano de 2018.

Comparando-se os resultados obtidos, verifica-se variação expressiva de um trimestre para outro em determinadas cooperativas de crédito. Isso pode ter ocorrido por mudança na administração ou na forte variação da quantidade de Ativos Permanentes e Despesas aplicadas. O que mais chama a atenção são grupos de cooperativas que estiveram na fronteira eficiente durante o ano todo, e outras cooperativas que têm problemas com produtividade.

Foram calculados, inicialmente, o incremento das carteiras de créditos e das rendas de operação de crédito para período analisado, utilizando *DEA-Malmquist*, segundo a proposta de Rolf Färe, Shawna Grosskopf, Mary Norris e Zhongyang Zhang (1994). A partir disto, foram construídas as médias para os indicadores, sendo que tais valores representam um sumário do incremento da produtividade das 35 unidades para os quatro trimestres de 2018; Os valores foram obtido por meio do pacote “deaR”, incluindo os comandos “read_malmquist” e “malmquist_index”.

A Tabela 4.12 apresenta a média de produtividade das DMUS para os quatro trimestres do ano de 2018, possibilitando avaliar quais cooperativas de crédito tiveram aumento de produtividade (destacados em cinza) ou diminuição de produtividade (sem destaques).

Pode-se observar que a Tabela 4.12 denota um decréscimo médio de 1,1%; no ano de 2018 na produtividade das cooperativas de crédito, a partir da análise da média dos índices de Malmquist. Ao observar-se cada valor das DMUs, verifica-se que a DMU_18, DMU_03 e DMU_30 obtiveram os maiores crescimento de produtividade total na amostra, com 18%; 14,4% e 13,3% em média, respectivamente. A Mudança Técnica (TC) contribuiu bastante para tal resultado.

Ademais, a Tabela 4.12 permite avaliar a decomposição dos índices de produtividade em diferentes períodos de tempo, analisando-se a variação da eficiência técnica e mudanças tecnológicas.

Tabela 4.12 - Média do Índice de Malmquist e suas decomposições (trimestres de 2018)

COOPERATIVA DE CRÉDITO	Índice de Malmquist (MI)	Mudança Técnica (TC)	Mudança de Eficiência Pura (PECH)	Mudança de Escala de Eficiência (SECH)
DMU_01	0,945	0,945	1,000	0,997
DMU_02	0,944	0,933	1,000	0,999
DMU_03	1,144	1,190	0,942	1,026
DMU_04	0,970	0,977	1,011	0,983
DMU_05	1,029	1,029	1,000	1,000
DMU_06	0,880	0,962	0,914	1,011
DMU_07	0,928	0,927	1,035	1,000
DMU_08	0,921	0,924	1,000	0,997
DMU_09	0,992	0,992	1,000	1,000
DMU_10	0,978	0,974	1,001	0,997
DMU_11	0,989	0,941	1,022	1,012
DMU_12	0,989	0,984	0,994	1,013
DMU_13	0,956	0,960	0,997	0,996
DMU_14	0,949	0,975	1,000	0,973
DMU_15	0,965	0,977	0,987	1,006
DMU_16	0,965	0,962	1,000	1,000
DMU_17	0,941	0,956	0,970	0,996
DMU_18	1,180	1,061	1,045	1,051
DMU_19	1,042	1,007	1,051	1,010
DMU_20	1,030	0,965	1,068	1,002
DMU_21	0,960	0,983	0,994	0,984
DMU_22	0,910	0,938	1,046	0,929
DMU_23	1,026	0,932	1,004	1,098
DMU_24	0,941	0,963	0,976	0,993
DMU_25	1,071	0,982	1,054	1,004
DMU_26	1,045	1,045	1,000	1,000
DMU_27	0,967	1,023	0,948	0,977
DMU_28	1,048	1,024	1,022	1,001
DMU_29	0,915	0,993	1,000	0,927
DMU_30	1,131	1,030	1,000	1,088
DMU_31	0,931	0,987	0,959	0,984
DMU_32	0,980	0,958	1,000	1,018
DMU_33	1,008	1,025	0,980	1,004
DMU_34	1,003	0,995	1,007	1,002
DMU_35	0,928	0,944	0,981	1,001
Média	0,989	0,985	1,000	1,002

Fonte: Elaboração própria com uso do RStudio pacote “deaR”, 2022.

Assim, a decomposição do Índice de Malmquist permite a avaliação das alterações nos índices de produtividade, porque possibilita a identificação de progresso ou regresso tecnológico, e da melhora ou piora na eficiência técnica, ou dos dois concomitantemente.

Além dos índices de Malmquist, a Tabela 4.12 contém, para os diferentes períodos analisados, as variações de Mudança Técnica (ou tecnológica), Mudança de Eficiência Pura (PECH) e Mudança de Escala de Eficiência (SECH) das 35 cooperativas de crédito.

Em relação à Mudança de Técnica, percebe-se que a cooperativa DMU_03 teve uma mudança na tecnologia, considerando-se os *inputs* avaliados, tanto que os resultados de produtividade dessa entidade também se destacam no Índice de *Malmquist*. Tais mudanças na gestão, provavelmente, eram voltadas para melhores rendimentos de produtividade.

Para da Mudança da Escala de Eficiência (SECH) conclui-se que as unidades que mais contribuíram para a mudança de fronteira foram DMU_23 e DMU_30.

Tabela 4.13 - Estatísticas descritivas do Índice de *Malmquist* e suas decomposições (trimestres de 2018)

	Índice de Malmquist (MI)	Mudança Técnica (TC)	Mudança de Eficiência Pura (PECH)	Mudança de Escala de Eficiência (SECH)
Média	0,989	0,985	1,000	1,002
Mínimo	0,629	0,673	0,723	1,002
Máximo	1,672	1,452	1,382	1,288
Desvio-padrão	0,229	0,194	0,084	0,058

Fonte: Elaboração própria com uso do RStudio pacote “deaR”, 2022.

Para os três semestres, os resultados gerais do Índice de Malmquist (MI), das mudanças técnicas ou tecnológicas (TC), da eficiência técnica pura (PECH) e da eficiência de escala (SECH) estão resumidos na Tabela 4.13.

A análise comparativa entre as eficiências das cooperativas de crédito permitiu identificar algumas categorias de cooperativas, as quais poderiam ser divididas em 3 classes:

- a) O grupo de cooperativas que tiveram incremento da eficiência operacional, as quais podem ser consideradas como *benchmark* para o mercado;
- b) O grupo de cooperativas que tiveram atenuação da eficiência operacional;
- c) O grupo de cooperativas que tiveram modulação (variação) da eficiência operacional.

Em geral, em torno de 1/3 das cooperativas analisadas estiveram situadas na fronteira de eficiências, considerando-se as 35 analisadas. Com isso, como *benchmark* de eficiência técnica, são 12 cooperativas de crédito que operaram na fronteira eficiente.

Para as demais cooperativas, uma das possíveis explicações para as alterações dos níveis de eficiência é dada na aplicação dos recursos, *inputs* utilizados.

Analisando o caso específico da “DMU_07”, o seu desempenho teve uma atenuação da eficiência no 3º trimestre de 2018, mas com recuperação posterior. Uma análise minuciosa dos dados possibilita verificar que ocorreu uma diminuição das despesas administrativas (DA, *input*) em aproximadamente 29,66%; da mesma forma as despesas com captação (DC, *input*) diminuíram em aproximadamente 52,40%. Com isso, ocorreu uma diminuição das Receitas de Captação de Crédito (RCC) em cerca de 33,76%; o que representaria uma violação da finalidade principal de uma cooperativa que são as operações de crédito.

Essa explicação também pode ser utilizada no caso de cooperativas de crédito que aumentaram a sua eficiência no desempenho de 2018. O caso da cooperativa “DMU_25” ilustra esse fato, tendo-se em vista que piorou o seu desempenho nos dois primeiros trimestres do ano, mas recuperando em seguida. Analisando-se os dados dessa cooperativa, perceberam-se o aumento do Ativo Permanente (AP), 229,82%; despesas administrativas (DA), 44,83%, e diminuição das Despesas com Captação, 16,75%.

Levando-se em consideração a literatura abrangida anteriormente (Capítulo 2 “Referencial teórico”), especialmente, Lazzarini *et ali* (1999), Menegário (2000), Silva *et ali* (2017), Peixe *et ali* (2008), Höher *et ali* (2019); os resultados encontrados reforçam a distinção entre os conceitos de eficiência e de produtividade. Isso porque

para os resultados achados, a variação de produtividade nem sempre coincidiu com a variação da eficiência das cooperativas de crédito analisadas.

Assim, por exemplo, ao se avaliar os Índices de Malmquist, percebe-se que as cooperativas DMU_03 e DMU_18 tiveram os maiores crescimento de produtividade total da amostra, sendo de 18% e 14,4%, em média, respectivamente. A Mudança Técnica (TC) de tais cooperativas contribuiu bastante para o resultado, sendo de 1,190 e 1,061, respectivamente. No entanto, essas duas cooperativas não tiveram a Eficiência Técnica em 100% durante o período.

Essa constatação reforça as teorias fundamentais de eficiência técnica de Färe *et alii* (1994) e de produtividade de Malmquist (1953). Quando se trata de produtividade, em geral, relaciona-se com um fator de produção, ou seja, o número de unidades de *output* produzidas por unidade de *input* utilizada (LOVELL, 1993).

Assim, para o caso concreto, as cooperativas de crédito DMU_01 e DMU_02 são tecnicamente eficientes, estando na fronteira de produção com 100% de eficiência. No entanto, ao analisar a sua produtividade, de acordo com o Índice de *Malmquist*, ainda podem ser capaz de melhorar a sua produtividade, por meio da exploração de economias de escala, tal como teorizado por Coelli *et alii*, 2005.

Os casos das cooperativas DMU_23 e DMU_30 podem ser destacados porque, embora tenham experimentado aumento da produtividade (de 2,5% e 13,1%; respectivamente), as mesmas têm elevado nível de eficiência, a melhoria na eficiência em 3% se deu apenas para a DMU_30.

No caso da DMU_23, ocorreu a piora da eficiência pura técnica (PECH) e retrocesso técnico (diminuição do indicador de mudança técnica, TE). No entanto, a eficiência de escala foi incrementada em 9,8%. Tais achados reforçam as teorias de Färe *et alii* (1994) que desagregou a variação da eficiência técnica em dois componentes: a mudança da eficiência técnica pura (PECH, *Pure Efficiency Change*) relacionada com a fronteira em ambiente com retornos variáveis de escala; e a mudança na eficiência de escala (SECH).

Os resultados da investigação constataam que as variações na produtividade total dos fatores das cooperativas de crédito dependem de três vertentes: i) variações na eficiência técnica; ii) Variações na eficiência de escala; iii) variações no progresso tecnológico, tal como apontado pela literatura sobre cooperativas de crédito (BITTENCOURT *et alii*, 2018).

A utilização do Índice de *Malmquist* se deu para mensurar os ganhos na produtividade total dos fatores, com orientação ao *output*, assumindo a existência de retornos variáveis de escala (modelo BCC). Os resultados obtidos do modelo DEA-Malmquist permitem avaliar em cotejo a produtividade total dos fatores.

Para os três semestres de análise, a maior diminuição na produtividade total dos fatores foi para a cooperativa DMU_06, especialmente em função da queda acentuada na sua eficiência técnica pura.

Em função do exposto, pode-se concluir que o retrocesso tecnológico foi a principal causa da diminuição da produtividade das cooperativas de crédito analisadas. Com isso, dos 35 sistemas de cooperativas de crédito apenas 9 conseguiram registrar ganhos em razão dos avanços tecnológicos (mudança técnica maior do que 1). Em 8 delas, o valor é muito baixo, estando entre 0,7% e 6,1%. A cooperativa de crédito DMU_03 foi a que obteve maior ganho, 19%.

Os resultados ainda evidenciam as relações que a literatura faz sobre a integração de análise entre a eficiência técnica do modelo DEA e os indicadores do modelo DEA-*Malmquist*, embora este último não venha sendo tanto aplicado na análise de eficiência de cooperativas de crédito (BITTENCOURT *et ali*, 2018; HÖHER *et ali*, 2019).

O aumento na componente Mudança Técnica (TC), tal como aconteceu para a cooperativa de crédito DMU_03, pode ser uma evidência de recuperação da sua produção em relação à fronteira eficiente (*catching up*). Já a melhor na componente Mudança na Eficiência Técnica Pura (PECH), tal como se deu para o DMU_20 destaca a existência de inovação tecnológica.

Com isso, os resultados, em complementação à literatura sobre eficiência em cooperativas de crédito, permitiu separar o efeito da recuperação em relação à fronteira (*catching up*) dos deslocamentos da fronteira, representando dois fenômenos distintos.

Sobre os insumos analisados, obtiveram-se demonstrações que as cooperativas de crédito que aumentaram tanto o seu Ativo Permanente (AP) e as suas Despesas Administrativas (DA), as suas operações de crédito aumentaram, salvo o caso da DMU_07, onde as Receitas de Operação de Crédito Diminuíram. Nesse caso, ocorreu perda de eficiência no 3º trimestre de 2018, com recuperação posterior.

Para as cooperativas de crédito, é possível obter maior produtividade por meio do incremento da eficiência técnica se não estiver atuando na fronteira de produção. Quando a cooperativa de crédito está produzindo no limite da tecnologia existente, os ganhos de produtividade só são possíveis em razão do progresso técnico.

Em resumo, de acordo com os resultados, se uma cooperativa de crédito alterou a sua produtividade ao longo do período analisado, isso se deve em razão de um ou de alguns desses fatores: i) Mudança da tecnologia ou da fronteira do setor (*frontier shift*); ii) Mudança na eficiência técnica da cooperativa de crédito (*catch-up*); iii) Mudança na eficiência de escala; iv) Mudança na eficiência técnica pura.

5. CONCLUSÃO

Os procedimentos realizados nesta investigação tiveram como objetivo a análise da gestão de recursos produtivos em cooperativas de crédito, a partir da Análise Envoltória de Dados. A eficiência das organizações cooperativas vem se expandindo cada vez mais como campo de estudos científicos, por compreender tema que abrange o mercado financeiro e seus desdobramentos.

Nesse sentido, esta investigação apresentou como objetivo geral, analisar se, e em que medida, condicionantes de recursos gerenciados (utilizados) influenciam o desempenho de cooperativas de crédito. A opção metodológica foi pelo uso da Análise Envoltória de Dados, pelo modelo BCC, orientado a *outputs* e o modelo DEA-*Malmquist*. Essas ferramentas se caracterizam como de elevada contribuição aos processos de tomada de decisão sobre o desempenho e a produtividade de unidades homogêneas e autônomas.

Foi possível utilizar ambas as abordagens, e também a conjugação de análise de ambas, tendo-se em vista que o DEA-BCC e o DEA-*Malmquist* se fundamentam na classificação e na ordenação, a partir de *rankings* e escores, do objeto de estudo avaliado, cumprindo-se o objetivo geral da pesquisa, qual seja: analisar como os condicionantes de recursos gerenciados (utilizados) influenciam no desempenho de cooperativas de crédito.

A proposta inicial desta investigação, desdobrada em três macroetapas, pode evidenciar o quanto essa abordagem promoveu um bom ajuste entre teoria fundamental, aplicação da técnica de DEA e análise dos resultados.

Com a finalidade de gerar indicadores de eficiência da utilização dos recursos produtivos utilizados, passou-se a avaliar os *inputs* e os *outputs* gerenciados pelas cooperativas de crédito, realizando um dos objetivos específicos colocados inicialmente na investigação.

No condizente aos *inputs* e *outputs* avaliados, a definição de *rankings* e escores, considerando-se as trinta e cinco cooperativas de crédito associadas participantes da análise, permitiu a identificação de possíveis causas pontuais de ineficiência técnica pura incorridas, principalmente a parte da análise das fronteiras padrão, invertida, composta e normalizada.

Realizando-se um dos objetivos específicos da pesquisa, a avaliação do Índice de *Malmquist* permitiu avaliar a mudança na tecnologia e os impactos na

produtividade dos trinta e cinco sistemas de cooperativas de crédito. De acordo com o Índice de *Malmquist*, as unidades que mais contribuíram para a mudança de fronteira foram DMU_23 e DMU_30.

No entanto, deve-se ressaltar que existem restrições quanto à utilização da técnica e o nível de inferência dos resultados. Assim, por exemplo, se deu para as não-eficiências identificadas nas simulações, sendo algumas de natureza técnica e outras ineficiências de escala.

Implementando um dos objetivos específicos da pesquisa, ou seja, de identificar e discutir os resultados individuais e comparativos, os baixos níveis de eficiência técnica se deram em todo o período analisado, especialmente, para DMU_34, DMU_19, e DMU_10. Os altos níveis de eficiência técnica foram encontrados, por exemplo, para DMU_01, DMU_02, e DMU_05.

Para o caso da cooperativa DMU_25, destacou-se que pela melhoria no seu *ranking* de eficiência no período, depois de aumento do Ativo Permanente (AP), 229,82%; despesas administrativas (DA), 44,83%, e diminuição das Despesas com Captação, 16,75%.

O modelo DEA permite uma análise com variadas facetas da eficiência na gestão de cooperativas de crédito, tais como: crescimento ou decréscimo de vendas, revisão de metas. Entre as variadas possibilidades de aplicação da técnica da DEA, destaca-se também a avaliação de custos de produção entre períodos e em ciclos financeiros, além de variadas aplicações econômicas, financeiras e operacionais.

A utilização de dois modelos de análise de eficiência (DEA-BCC e DEA-*Malmquist*) permitiu a descoberta de eficiências não evidentes, em primeiro momento de análise descritiva dos dados. Após os resultados do modelo DEA, foram encontradas 11 cooperativas de crédito sempre na fronteira de eficiência e 3 cooperativas sempre na faixa de baixa eficiência.

Nesse sentido, a produtividade das cooperativas de crédito pode ser influenciada pelo progresso tecnológico e pela mudança no indicador de eficiência técnica, essa última originada da utilização dos insumos da atividade produtiva. O progresso tecnológico e a eficiência técnica podem atuar em sentidos opostos, anulando-se mutuamente, ou até mesmo estarem no mesmo sentido, somando-se.

Os ganhos de produtividade estão relacionados com a posição da empresa diante da fronteira de eficiência, provendo uma variação da eficiência técnica de

acordo com difusão tecnológica ou outros fatores conjecturais, sendo importante para a tomada de decisões.

A aplicação do modelo DEA consiste em ferramenta de análise e diagnóstico, e não de previsão, do tipo inferencial. No entanto, uma análise refinada dos resultados pode fornecer indicações importantes sobre as tendências de resultados em gestão futura.

Deve-se observar que este estudo tem natureza exploratória, com a finalidade de familiarizar pesquisa voltadas para o cooperativismo de crédito, e a compreensão mais completa sobre o tema no Brasil.

A ideia é preencher as lacunas que existem nos estudos existentes sobre o cooperativismo.

Os resultados oriundos da aplicação da Análise Envoltória de Dados devem ser consideradas com cautela, para proporcionar proveitosas considerações em sede exploratória. Algumas limitações da pesquisa residem no uso limitado de insumos e produtos, o que denota que os resultados são parciais.

Embora devam ser interpretados com cautela, os resultados obtidos pode ser referência para investigações mais detalhadas, as quais podem inferir as razões para a ineficiência e as variações das eficiências em cooperativas de crédito.

Uma das limitações do presente estudo é a consideração da eficiência a partir de variáveis operacionais e de venda de maneira global, e que poderia demandar pesquisas futuras que desmembrassem essas duas óticas. Com isso, seria possível avaliar a eficiência operacional, a eficiência de vendas e a eficiência global (operacional e de vendas), avaliando metas diferentes no processo de gestão de cooperativas de crédito.

Essa desagregação de variáveis a partir de três modelos de eficiência permitiria uma desagregação de variáveis, levando a descobertas de eficiências não evidentes e à explicação de ineficiências.

Ademais, também como sugestão para trabalhos futuros seria considerar uma avaliação de eficiência econômico-financeira mais próxima da realidade com abordagens envolvendo autofinanciamento, endividamento, capacidade operacional, avaliação de resultados e desempenho dos produtos/negócio.

Futuras pesquisas poderiam auxiliar sobre a gestão de cooperativas de crédito e seus desempenhos a partir da inclusão e/ou exclusão de variáveis de *input* e/ou *output*, e também do estudo sobre a presença de folgas (excessos nos

insumos) que podem apontar limitações de ganhos de eficiência, principalmente a partir da mudança técnica.

Por fim, reforçando os achados teóricos das pesquisas sobre eficiência em cooperativas de crédito, a análise de eficiência no uso de recursos é pertinente na contemporaneidade. Os métodos baseados na DEA reconhecem e utilizando a diversidade gerencial, considerando cada unidade de decisão (DMU) como entidade única, possibilitando avaliações flexíveis por meio das avaliações individualizadas.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Emmanuel Sousa de; KIMURA, Herbert; ARAÚJO NETO, Luiz Medeiros de; PENG, Yaohan. Efficiency of the Brazilian credit unions: a joint evaluation of economic and social goals. **Latin American Business Review**, vol. 19, n. 2, p. 107-129, 2018.
- ANGULO MEZA, Lúdia; BIONDI NETO, L.; SOARES DE MELLO, João Carlos Correia Baptista; COELHO, P. H. G. **FSDA – Free Software for Decision Analysis (SLAD – Software Livre de Apoio à Decisão)**: a software package for Data Envelopment Analysis Models. In: Memórias del XII Congresso Latino-iberoamericano de investigación operativa, CLAIO, 2004.
- ANGULO MEZA, Lúdia; SOARES DE MELLO, João Carlos Correia Baptista; GOMES, Eliane Gonçalves; FERNANDES, Artur José Silva. Seleção de variáveis em DEA aplicada a uma análise do mercado de energia eléctrica. **Investigação Operacional**, v. 27, p. 21-36, 2007.
- ANGULO-MEZA, Lúdia; GONZÁLEZ-ARAYA, Marcela; IRIARTE, Alfredo; REBOLLEDO-LEIVA, Ricardo; MELLO, João Carlos Soares de. A multiobjective DEA model to assess the eco-efficiency of agricultural practices within the CF + DEA method. **Computers and electronics in agriculture**, p. 01-11, 2018.
- ASSAF NETO, Alexandre. **Mercado financeiro**. 14. Ed. São Paulo: GEN/Atlas, 2018.
- BANKER, Rajiv D. Maximum likelihood, consistency and DEA: a statistical foundation. **Management Science**, v. 39, n. 10, p. 1265-1273, 1993.
- BANKER, Rajiv; CHARNES, Abraham; COOPER, William W. Some models of estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, vol. 30, p. 1078-1092, 1984.
- BARROS, Carlos Pestana. Productivity growth in the Lisbon police force. **Public Organization Review**, Dordrecht, v. 6, n. 1, p. 21-35, 2006.
- BARROS, Manuela Gonçalves; MORAES, Marcelo Botelho da Costa; SALGADO JUNIOR, Alexandre Pereira; SOUZA JUNIOR, Marco Antonio Alves de. Efficiency of credit unions in Brazil: an analysis of the evolution in financial intermediation and banking service. **RAUSP Management Journal**. Vol. 55, n. 3, p. 289-308, 2020.

- BIALOSKORSKI NETO, Sigismundo. A nova empresa cooperativa. **Agroanalysis – Revista de Economia Agrícola da FGV**, São Paulo, vol. 18, n. 1, 1998, p. 48.
- BIALOSKORSKI NETO, Sigismundo. **Economics and management of cooperative organizations**. São Paulo: Atlas, 2012.
- BIALOSKORSKI NETO, Sigismundo. Utilização de redes neurais artificiais para avaliação sócio-econômica: uma aplicação em cooperativas. **Revista de Administração (USP)**, São Paulo, vol. 41, n. 01, p. 59-68, 2006.
- BIALOSKORSKI NETO, Sigismundo; NAGAMO, Marcelo Seido; MORAES, Marcelo Botelho da Costa. Utilização de redes neurais artificiais para avaliação socioeconômica: uma aplicação em cooperativas. **Revista de Administração da USP**, vol. 41, n. 1, p. 59-68, 2006.
- BITTENCOURT, Wanderson Rocha; BRESSAN, Valéria Fully Gama. Eficiência em cooperativas de crédito: 2009 a 2014. **Revista de extensão e estudos rurais**, vol. 7, n. 1, p. 252-276, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rever/article/view/3363> - Acesso em: 12 jun. 2022.
- BITTENCOURT, Wanderson Rocha; BRESSAN, Valéria Gama Fully; GOULART, Clayton Peixoto; BRESSAN, Aureliano Angel; COSTA, Davi Rogério de Moura; LAMOUNIER, Wagner Moura. Rentabilidade em bancos múltiplos e cooperativas de crédito brasileiros. **RAC**, vol. 21, p. 22-40, 2017.
- BOGAN, Christopher E.; ENGLISH, Michael J. **Benchmarking: aplicações práticas e melhoria contínua**. Rio de Janeiro: Makron Books, 1997.
- BRASIL. **Decreto nº 22.239, de 19 de dezembro de 1932**. Diário Oficial da União. Seção 1, Rio de Janeiro: DF, 1932. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d22239.htm - Acesso em: 11 jul. 2021.
- CAVES, Douglas W.; CHRISTENSEN, Laurits R.; DIEWERT, Walter E. Multilateral comparisons of output, input and productivity using superlative index numbers. **The economics journal**, vol. 92, p. 73-86. 1982.
- CHARNES, Abraham; COOPER, William W.; RODHES, Edwardo. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, vol. 2, p. 429-444, 1978.

- COELLI, Timothy J.; PRASADA RAO, D. S.; O'DONNELL, Christopher J.; BATTESE, George E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. New York: Springer, 2005.
- COOK, Wade D.; KRESS, Moshe; SEIFORD, L. Data Envelopment Analysis in the presence of both quantitative and qualitative factors. **Journal of the operational research society**, v. 47, p. 945-953, 1996.
- COOPER, William W.; SEIFORD, Lawrence M.; ZHU, Joe. **Handbook on Data Envelopment Analysis**. Norwell: Kluwer Academic Publishers, 2004.
- DEBREU, Gerard. The coefficient of resource utilization. **Econometrica**, vol. 19, p. 273-292, 1951.
- DRIMER, Alcía K.; DRIMER, Bernardo. **Las cooperativas: fundamentos, história, doctrina**. Buenos Aires: INTERCOOP, 1973.
- EATON, B. Curtis; EATON, Diane F.; ALKEN, Douglas W. **Microeconomics: theory and applications**. 8th ed. New York: Pearson Education Canada, 2011.
- ELING, Martin. Performance measurement of hedge funds using data envelopment analysis. **Financial Markets and Portfolio Management**, Boston, v. 20, n. 4, p. 442-471, 2006.
- ENTANI, Tomoe; MAEDA, Yutaka; TANAKA, Hideo. Dual models of interval DEA and its extensions to interval data. **European Journal of Operational Research**, vol. 136, p. 32-45, 2002.
- FÄRE, Rolf; GROSSKOPF, Shawna; LOVELL, Charles Albert Know. **Production Frontiers**. Cambridge (GB): Cambridge University Press, 1994.
- FÄRE, Rolf; GROSSKOPF, Shawna; LOVELL, Charles Albert Know. **The Measurement of Efficiency and Production**. Boston: Kluwer-Nijhoff, Publishing, 1985.
- FÄRE, Rolf; GROSSKOPF, Shawna; NORRIS, Mary; ZHANG, Zhongyang. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. **American Economic Review**, vol. 84, p. 66-83, 1994.
- FARRELL, Michael James. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, vol. 120, n. 03, p. 253-281, p. 1957.
- FONTANA, Elaine. **Trajetória dos 25 anos de cooperação e desenvolvimento da Sicredi Altos da Serra RS/SC**. Porto Alegre: Sescoop/RS, 2013.

- GITMAN, Lawrence J.; ZUTTER, Chad J. **Principles of managerial finance**. 7th ed. London: Pearson, 2015.
- GRAVETTER, Frederick J.; FORZANO, Lori-Ann B. **Research methods for the behavioral sciences**. London: Cengage Learning, 2015.
- GRESSLER, Lori Alice. **Introdução à pesquisa**. São Paulo: Loyola, 2003.
- GUTENBERG, Erich. **Economia de la empresa: teoría y práctica de la gestión empresarial**. Bilbao: Universidad de Deusto, 1964.
- HIROFUMI, Fukuyama; WEBER, William L. A directional slacks-based measure of technical inefficiency. **Socio-economic Planning Sciences**, vol. 43, n. 4, p. 274-287, 2009.
- HÖHER, Ricardo; SOUZA, Osmar Tomaz de; FOCHEZATTO, Adelar. Análise de eficiência: um estudo nas cooperativas financeiras do Rio Grande do Sul. **Revista de Gestão e organizações cooperativas**, vol. 6 n. 11, p. 257-276, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/rgc/article/view/35988> – Acesso em: 11 jun. 2022.
- HSU, C.; SHEN, M.; CHEN, M.; CHAO, C. A study on the relationship between corporate governance mechanisms and management effectiveness. **The Business Review**, Cambridge, v. 6, n. 1, p. 208-17, dez. 2006.
- INTERNATIONAL COOPERATIVE ALLIANCE (ICA). **What is a cooperative?**, 2021. Disponível em: [International Cooperative Alliance | ICA](https://www.ica.coop/) – Acesso em: 10 jul. 2021.
- KOOPMANS, Tjalling Charles. An analysis of production as an efficient combination of activities. *In*: KOOPMANS, Tjalling Charles (ed.). **Activity analysis of production and allocation: proceeding of a conference**. London: John Wiley and Sons Inc., 1951, p. 33-97.
- KOUTSOMANOLI-FILIPPAKI, Anastasia; MARGARITIS, Dimitris; STAIKORAS, Christos. Profit efficiency in the European Union banking industry: A directional technology distance function approach. *Journal of productivity analysis*, vol. 37, n. 3, p. 277-293, 2012.
- KUMAR, Ranjit. **Research methodology: a step by step guide for beginners**. 4. ed. London: Sage, 2014.

- LAZZARINI, S. G.; BIALOSKORSKI NETO, Sigismundo; CHADDAD, F. R. Decisões financeiras em cooperativas: fontes de ineficiência e possíveis soluções. **Gestão da Produção**, vol. 6, n. 3, p. 257-268, 1999.
- LINS, Marcos Pereira Estellita; CALÔBA, Guilherme Marques. **Programação linear: com aplicações em teoria dos jogos e avaliação de desempenho (data envelopment analysis)**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.
- LOVELL, Charles Albert Know. **The measurement of productive efficiency**. New York: Oxford University Press, 1993.
- MALMQUIST, Sten. Index numbers and indifference surfaces. **Trabajos en Estadística**, vol. 4, p. 209-242, 1953.
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- MEINEN, Ênio; PORT, Márcio. **Cooperativismo financeiro: percurso histórico, perspectivas e desafios**. Brasília: Confefbras, 2014.
- MENEGÁRIO, Alexandre Hattner. **Emprego de indicadores sócio-econômicos na avaliação financeira de cooperativas agropecuárias**. 2000, 121 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, Piracicaba, 2000. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/111132/tde-11032002-104853/pt-br.php> - Acesso em: 10 mar. 2021.
- MIN, Hoke; FOO, Seong Jong. Benchmarking the operational efficiency of third party logistics providers using data envelopment analysis. **Supply Chain Management**, Bradford, v. 11, n. 3, p. 259-65, 2006.
- MONSEN, Elaine R.; VAN HORN, Linda. **Research: successful approaches**. Chicago: American Dialectic Associati, 2008.
- NORMAN, Michael; STOKER, Barry. **Data Envelopment Analysis: the Assessment of Performance**. Chichester: John Wiley, 1991.
- PARÉ, Abel Moreira. **Intercooperação: a formação de redes flexíveis como estratégia competitiva inteligente**. Porto Alegre: Sescop/RS, 2010.
- PEIXE, Julines Bega; PROTIL, Roberto Max. **Avaliação da eficiência das cooperativas agroindustriais paranaenses: uma abordagem econômica e social utilizando DEA**. SOBER XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2008. Disponível em:

<https://ageconsearch.umn.edu/record/113959/files/690.pdf> – Acesso em: 10 jul. 2022.

PIMENTA, Hugo Luís do Nascimento; MACEDO, MELLO, João Carlos Correia Baptista Soares de. Decisão de realização de investimentos em tecnologia da informação com análise envoltória de dados. **Revista Produção Online**, vol. 4, n. 2, p. 1-16, 2004.

PIMENTA, Hugo Luís do Nascimento; MELLO, João Carlos Correia Baptista Soares de. Modelo DEA-Savage para análise de eficiência do parque de refino brasileiro. **SBPO, XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, 2005, Disponível em: http://www.producao.uff.br/conteudo/rpep/volume52005/RelPesq_V5_2005_05.pdf – Acesso em: 24 jul. 2022.

PINHEIRO, Marcos Antonio Henriques. **Cooperativas de crédito**: história da evolução normativa no Brasil. 6. ed. Brasília: BCB, 2008. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/content/publicacoes/outras_publicacoes/alfa/livro_cooperativas_credito.pdf - Acesso em: 11 jul. 2021.

PINHO, Diva Benevides; AMARAL, Cicely Moitinho. **Cooperativas brasileiras de trabalho**: atividade solidária, criação de emprego e qualidade de vida. São Paulo: FAPESP/UNIMED do Brasil/IPE/FIPE, 1993.

SIGALA, Marianna; AIREY, David; JONES, Peter; LOCKWOOD, Andrew. ICT paradox lost? A stepwise DEA methodology to evaluate technology investments in tourism settings. **Journal of Travel Research**, Boulder, v. 43, n. 2, p. 180-192, 2004.

SILVA, José Pereira. **Gestão e análise de risco de crédito**. 9. Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

SILVA, Tarcisio Pedro; MAURÍCIO, Leite; GUSE, Jaqueline Carla; GOLLO, Vanderlei. Financial and economic performance of major Brazilian credit cooperatives. **Contaduría y Administración**, vol. 62, n. 5, p. 1442-1459, 2017.

SOARES DE MELLO, João Carlos Correia Baptista; GOMES, Eliane Gonçalves; ÂNGULO MEZA, Lúcia; LINS, Marcos Pereira Estellita. Selección de variables para el incremento del poder de discriminación de los modelos DEA. **Revista de la Escuela de Perfeccionamiento En Investigación Operativa**, vol. 24, p. 40-52, 2004.

- SOARES DE MELLO, João Carlos Correia Baptista; GOMES, Eliane Gonçalves; ÂNGULO MEZA, Lúcia; BIONDI NETO, K.; SANT'ANNA, A. P. Fronteiras DEA difusas. **Investigação operacional**, vol. 25, n. 1, p. 2005.
- TSER-YIETH, Chen; CHIE-BEIN, Chen; SIN-YING, Peng. Firm operation performance analysis using Data Envelopment Analysis and balanced scorecard: a case study of a credit cooperative bank. **International Journal of Productivity and performance management**, vol. 57, n. 7, p. 523-539, 2008.
- VARIAN, Hal R. **Intermediate microeconomics: a modern approach**. 9th ed. New York: W. W. Norton & Company, 2014.
- ZHU, Joe. **Quantitative models for performance evaluation and benchmarking: data envelopment analysis with spreadsheets and DEA excel solver**. Boston: Kluwer Academic Press, 2003.
- ZIKMUND, William G.; BABIN, Barry; CARR, John C.; GRIFFIN, Mitch. **Business research methods**. London: Cengage Learning, 2012.
- ZYLBERSZTAJN, Décio. Organização de cooperativas: desafios e tendências. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 23-32, 1994.

APÊNDICES

APÊNDICE A.1 - *Script* de programação em linguagem R

GRÁFICO A.1 – DISTRIBUIÇÃO DAS EFICIÊNCIAS DAS COOPERATIVAS DE CRÉDITO, ANALISADAS POR SEMESTRE/2018

GRÁFICO A.2 - NÚMERO DE VEZES DAS COOPERATIVAS DE CRÉDITO NO CONJUNTO DE REFERÊNCIAS, ANALISADAS POR SEMESTRE/2018

TABELA A.1 - ALVOS DAS COOPERATIVAS DE CRÉDITO ANALISADAS (2018, 1º TRIMESTRE)

TABELA A.2 - ALVOS DAS COOPERATIVAS DE CRÉDITO ANALISADAS (2018, 2º TRIMESTRE)

TABELA A.3 - ALVOS DAS COOPERATIVAS DE CRÉDITO ANALISADAS (2018, 3º TRIMESTRE)

TABELA A.4 - ALVOS DAS COOPERATIVAS DE CRÉDITO ANALISADAS (2018, 4º TRIMESTRE)

GRÁFICO A.3 – Escores de EFICIÊNCIA PADRÃO (fronteira padrão) das Cooperativas de Crédito analisadas

GRÁFICO A.4 – Escores de EFICIÊNCIA INVERTIDA das Cooperativas de Crédito analisadas

GRÁFICO A.5 – Escores de EFICIÊNCIA COMPOSTA das Cooperativas de Crédito analisadas

GRÁFICO A.6- Escores de EFICIÊNCIA NORMALIZADA das Cooperativas de Crédito analisadas

TABELA A.1 - Índice de Malmquist e suas decomposições (1º trimestre/2018-2º trimestre/2018)

TABELA A.2 - Índice de Malmquist e suas decomposições (2º trimestre/2018-3º trimestre/2018)

TABELA A.3 - Índice de Malmquist e suas decomposições (3º trimestre/2018-4º trimestre/2018)

GRÁFICO A.7 - ÍNDICE DE MALMQUIST (MI) E ÍNDICES DE DECOMPOSIÇÃO DE FÁRE *et ali* (1994)

APÊNDICE A.1 - *Script* de programação em linguagem R

```
# UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
# DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE GESTÃO E ECONOMIA
# PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO (PPGA/UTFPR)
# MESTRADO ACADÊMICO EM ADMINISTRAÇÃO
# LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE DADOS EM GESTÃO E ECONOMIA (LADGE)
# COORDENADOR: PROF. DR. RODRIGO ALVES SILVA
# DISCENTE: MARTINHO MARTINS BOTELHO (mestrando, turma 2020)
# TÍTULO DA PESQUISA: EFICIÊNCIA E "BENCHMARKS" DE DESEMPENHO DE #
# COOPERATIVAS DE
# CRÉDITO: EVIDÊNCIAS A PARTIR DO MERCADO BRASILEIRO
```

```
#####
#####
```

```
# Objeto da pesquisa: Estudos e utilização do modelo DEA "output-oriented"
# (orientação a produto) com análise de eficiência, seguindo os estudos de Charnes,
# Cooper & Banker (1978)
##
```

```
# Finalidade: O objetivo é aplicar o modelo de Análise Envoltória de Dados
# para mensurar a eficiência e os benchmarks de Cooperativas de Crédito
relacionados
```

```
# a 4 trimestres do ano de 2018 (estimação feita trimestralmente).
```

```
# retornos variáveis de escala (VRS)
```

```
#####
#####
```

```
#####
#####
```

```
##### INSTALAÇÃO DOS PACOTES PRINCIPAIS
```

```
#####
```

```
#####
#####
```

```
install.packages("readxl")
install.packages("ggplot2")
install.packages("ggrepel")
install.packages("dearR")
install.packages("xlsx")
```

```
#####
#####
```

```
##### CARREGAMENTO DOS PACOTES PRINCIPAIS
```

```
#####
```

```
#####
#####
```

```
#Carregamento do pacote para importar arquivos no formato .xlsx
```

```
library(readxl)
```

```
# Carregamento do pacote para geração de gráficos
```

```
library(ggplot2)
```

```
# Carregamento do pacote para melhor visualização de dados
```

```
library(ggrepel)
```

```
# Carregamento do pacote para a Análise Envoltória de Dados (DEA)
```

```

library(deaR)
# Carregamento do pacote para salvar arquivos em planilha de Excel .xlsx
library(xlsx)

# importação dos dados em planilha excel
dados_201803 <-
read_excel("D:/Dropbox/UTFPR_PPGA/defesa_dissertacao/dados_201803.xlsx")
view(dados_201803)

*****/ VARIÁVEIS UTILIZADAS "INPUT" (ENTRADA)
*****/AP - Ativo Permanente (conta 20000004)
*****/DC - Despesas de Captação (conta 81100008)
*****/DA - Despesas Administrativas (conta 81700006)

*****/ VARIÁVEIS UTILIZADAS "OUTPUT" (SAÍDA)
*****/CC - Classificação da Carteira de Créditos (conta 31000000)
*****/ROC - Rendas de Operações de Crédito (conta 71100001)

# ESTIMAÇÃO DO MODELO DEA, VRS (Retornos Variáveis de Escala), orientado a
produto
# ("output oriented", oo), sendo 3 variáveis de "input" e 2 variáveis de
# "output"
dados<-read_data(dados_201803, ni=3, no=2)
result<-model_basic(dados, orientation = "oo", rts = "vrs")

# CALCULANDO AS EFICIÊNCIAS, SALVANDO EM ARQUIVO .CSV
eficiencias(result)
write.csv(eficiencia, file = "D:/eficiencias.csv")

# CALCULANDO OS ALVOS, FOLGAS E LAMBIDAS
targets(result)
alvos<-targets(result)
write.csv(alvos, file="D:/alvos.csv")

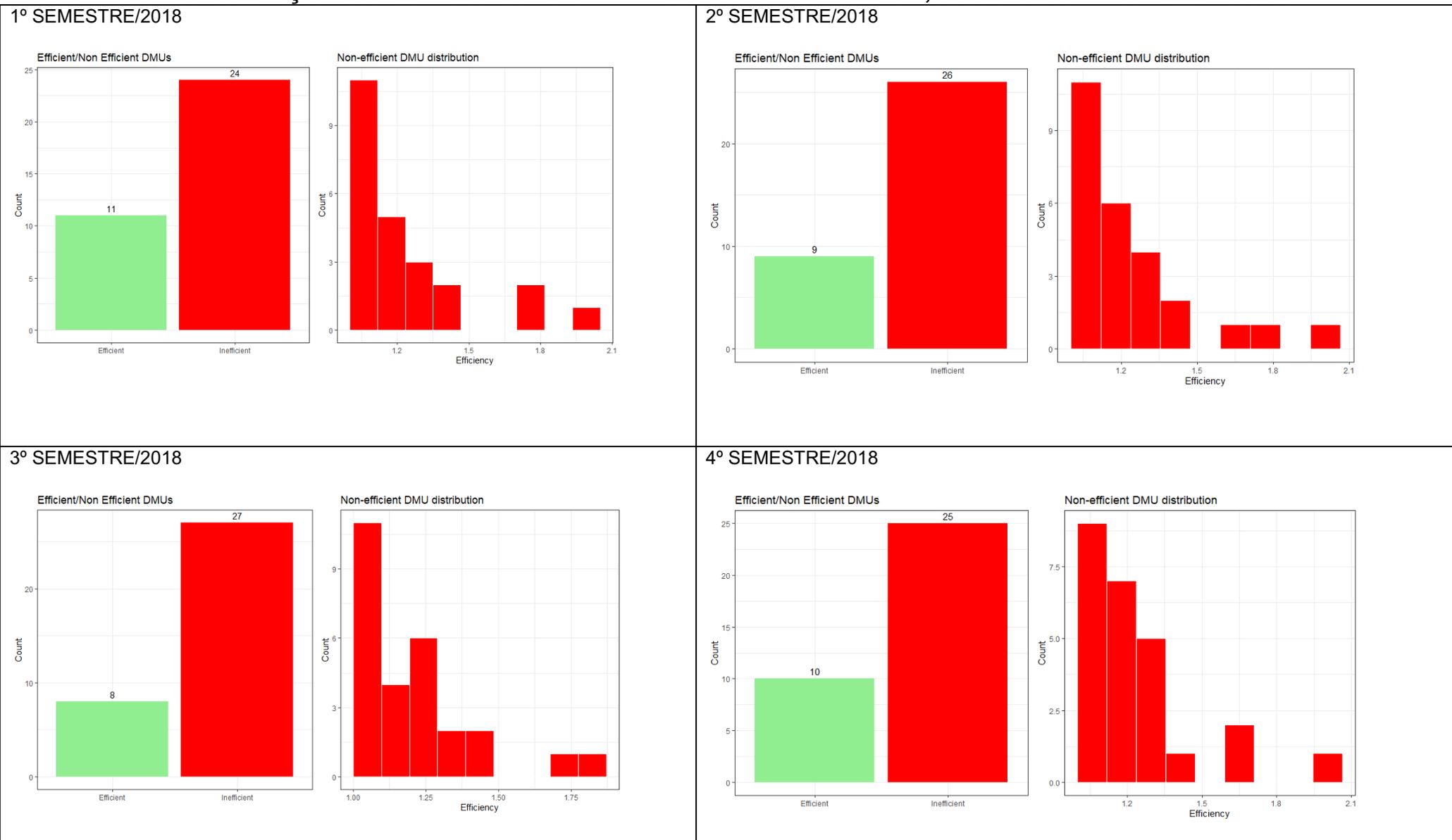
lambdas(result)
plot(result)
references(result)

# Calculando o Índice de Malmquist, orientado a produto ("oo")
dados_malmq<-read_malmquist(dados_malmq_r_v02, percol=2, dmus=1,
arrangement="vertical", inputs=3:5, outputs=6:7)
result_malmquist<-malmquist_index(dados_malmq, orientation = "oo", rts="vrs",
tc_vrs=TRUE)
plot(result_malmquist)

rts(result)
slacks(result)
summary(result, exportExcel = TRUE)

```

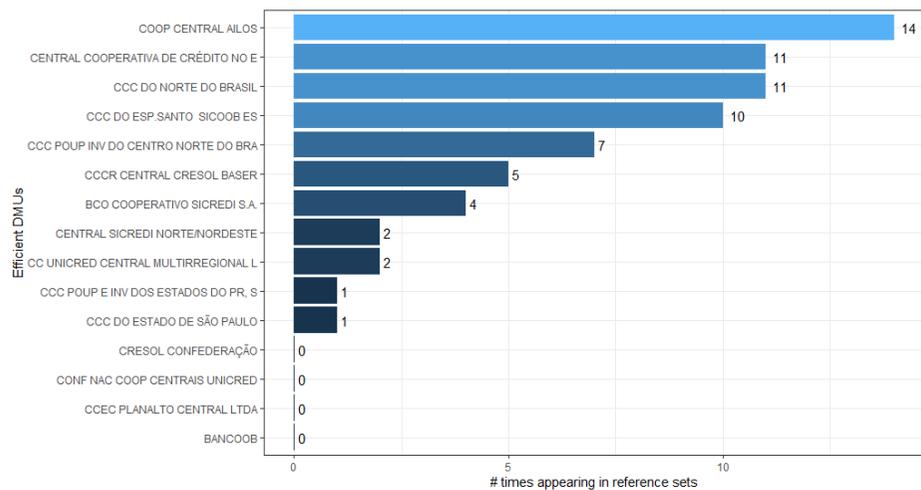
GRÁFICO A.1 - DISTRIBUIÇÃO DAS EFICIÊNCIAS DAS COOPERATIVAS DE CRÉDITO, ANALISADAS POR SEMESTRE/2018



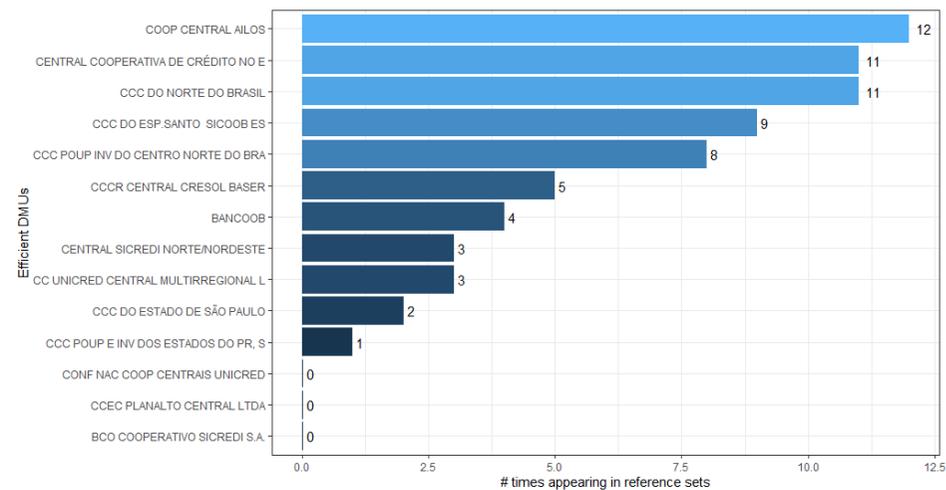
Fonte: Elaboração própria com uso do RStudio pacote “dear”, 2022.

GRÁFICO A.2 - NÚMERO DE VEZES DAS COOPERATIVAS DE CRÉDITO NO CONJUNTO DE REFERÊNCIAS, ANALISADAS POR SEMESTRE/2018

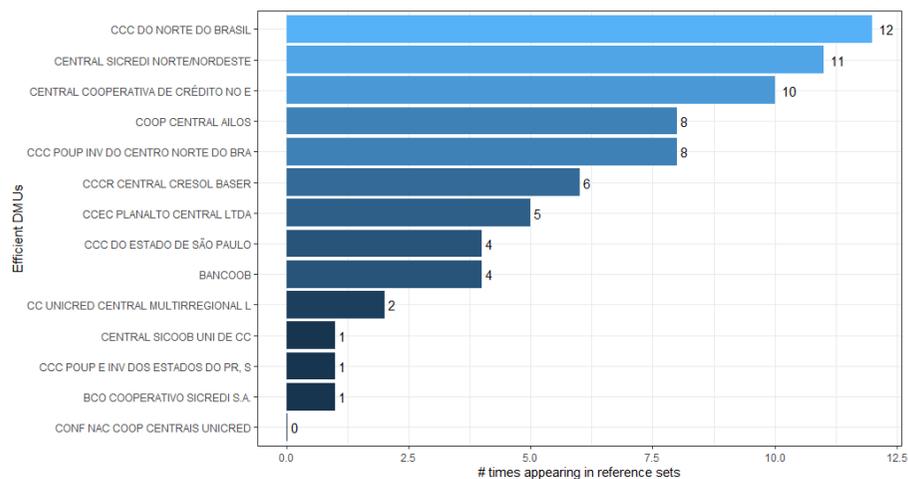
1º SEMESTRE/2018



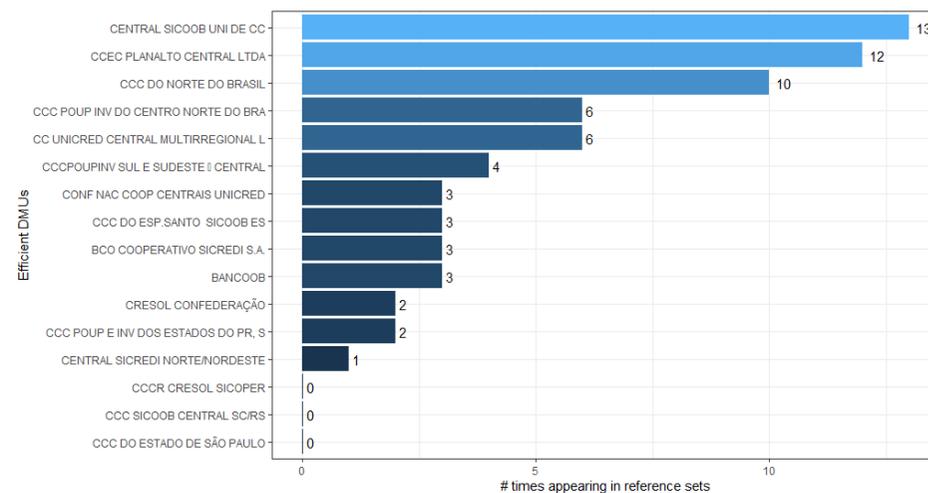
2º SEMESTRE/2018



3º SEMESTRE/2018



4º SEMESTRE/2018



Fonte: Elaboração própria com uso do RStudio pacote “dear”, 2022.

TABELA A.1 - ALVOS DAS COOPERATIVAS DE CRÉDITO ANALISADAS (2018, 1º TRIMESTRE)

COOPERATIVA DE CRÉDITO	Alvo (AP201803)	Alvo (DA201803)	Alvo (DC201803)	Alvo (CCC201803)	Alvo (ROC201803)
DMU_01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DMU_02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DMU_03	3.076.907,40	3.023.533,85	862.623,26	89.804.411,87	5.234.883,06
DMU_04	40.394.680,70	23.968.507,87	6.091.023,49	951.107.572,16	48.183.668,85
DMU_05	21.215.941,48	35.381.378,80	24.439.004,97	1.191.116.972,01	51.346.354,76
DMU_06	158.160.277,01	68.262.502,78	27.044.399,59	3.130.949.653,06	144.576.021,40
DMU_07	172.488.034,30	65.796.477,76	45.604.980,50	3.806.465.912,38	168.287.076,71
DMU_08	452.270.325,50	126.782.891,50	96.952.200,93	7.012.415.540,01	276.373.498,90
DMU_09	86.165.272,83	50.117.391,52	12.927.850,21	2.021.267.527,00	101.906.672,60
DMU_10	43.931.733,22	20.145.220,79	13.144.682,52	1.040.346.869,89	48.792.593,77
DMU_11	327.208.836,93	148.769.543,90	83.620.018,48	6.981.031.336,21	299.392.501,23
DMU_12	168.218.434,70	87.543.473,48	33.100.167,82	3.408.186.024,63	171.680.752,04
DMU_13	526.779.005,21	225.398.978,90	85.122.203,96	8.877.145.395,54	386.336.227,95
DMU_14	773.666.818,50	353.139.115,60	117.980.087,70	10.232.236.170,17	523.378.867,30
DMU_15	177.823.360,20	82.511.366,48	24.600.255,54	3.253.798.720,68	156.584.577,34
DMU_16	397.259.254,20	143.186.346,70	35.920.987,81	5.719.195.348,01	249.561.092,40
DMU_17	458.211.386,20	158.538.461,10	111.924.673,03	8.154.035.563,85	329.346.632,65
DMU_18	174.699.435,60	103.529.189,41	45.990.567,57	3.847.944.207,77	204.429.304,09
DMU_19	6.244.002,25	8.550.749,19	4.742.864,06	277.545.925,47	16.379.871,33
DMU_20	32.347.882,71	29.155.534,11	16.429.239,52	1.094.189.281,71	63.057.314,97
DMU_21	46.368.351,80	40.543.145,92	19.053.963,75	1.702.504.621,48	74.829.312,47
DMU_22	52.007.670,14	58.846.377,73	29.977.111,25	2.236.664.047,83	104.030.524,75
DMU_23	783.920.219,39	405.991.272,62	214.334.967,11	17.121.144.521,62	717.515.932,81
DMU_24	73.450.813,13	55.914.656,42	10.550.917,71	2.604.204.719,10	79.285.155,36
DMU_25	24.933.078,20	18.195.430,11	7.813.466,83	774.895.804,68	34.981.294,99
DMU_26	187.545.389,69	43.181.439,73	37.497.503,43	2.250.123.346,05	113.425.452,40
DMU_27	1.187.222,19	1.569.163,16	234.542,56	34.399.920,47	2.164.110,38
DMU_28	76.278.779,62	39.126.071,83	24.362.561,21	1.901.879.127,81	92.748.146,79
DMU_29	81.302.355,45	60.662.636,07	46.546.503,70	2.672.586.286,00	134.701.002,80
DMU_30	138.981.108,60	178.970.262,30	133.841.640,20	5.189.413.275,01	229.021.964,10
DMU_31	68.811.531,85	93.916.097,60	59.896.478,77	3.223.788.861,00	203.752.315,60
DMU_32	210.590.198,80	91.005.488,98	27.235.660,52	4.208.079.615,01	149.866.880,10
DMU_33	28.996.361,12	17.913.376,50	4.809.893,54	698.280.427,05	35.844.236,74
DMU_34	31.002.044,23	25.245.874,08	10.518.417,89	942.106.343,09	51.380.728,96
DMU_35	49.224.225,07	31.747.766,09	23.377.895,15	1.456.489.584,49	71.768.481,35

Fonte:

Elaboração própria com uso do RStudio pacote "dear", 2022.

TABELA A.2 - ALVOS DAS COOPERATIVAS DE CRÉDITO ANALISADAS (2018, 2º TRIMESTRE)

COOPERATIVA DE CRÉDITO	Alvo (AP201806)	Alvo (DA201806)	Alvo (DC201806)	Alvo (CCC201806)	Alvo (ROC201806)
DMU_01	2.087.175.760,00	2.605.249.401,00	1.526.663.002,00	52.683.238.417,00	4.595.476.308,00
DMU_02	1.877.728.853,00	2.237.419.140,00	1.339.790.390,00	45.700.003.486,00	3.893.466.038,00
DMU_03	3.240.364,71	6.502.888,71	1.761.367,52	96.965.209,56	10.833.632,50
DMU_04	40.805.934,54	47.857.115,49	12.212.842,78	1.011.177.772,24	96.458.606,67
DMU_05	22.018.419,74	71.004.436,80	49.156.343,11	1.256.905.237,28	105.701.198,31
DMU_06	169.829.808,49	142.243.151,10	56.779.068,92	3.346.804.373,22	304.945.947,98
DMU_07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DMU_08	480.629.919,50	257.665.563,60	199.304.548,40	7.398.955.055,01	557.717.595,20
DMU_09	89.655.913,38	102.620.246,50	26.682.523,70	2.213.627.122,02	209.961.036,50
DMU_10	46.037.767,39	42.335.883,09	26.697.180,62	1.067.652.009,48	100.482.336,54
DMU_11	333.286.200,02	306.693.436,10	173.869.630,80	7.107.534.453,34	626.056.821,82
DMU_12	171.802.425,70	166.128.169,56	53.338.440,87	3.345.547.743,28	325.372.282,82
DMU_13	526.847.836,42	453.318.081,11	170.867.841,21	8.755.000.992,98	799.288.127,07
DMU_14	797.163.638,10	729.197.228,80	241.404.564,50	9.949.622.008,02	1.062.792.642,00
DMU_15	185.463.322,10	169.304.877,70	51.342.570,13	3.444.129.447,26	329.179.902,28
DMU_16	400.999.172,80	288.520.348,50	76.380.412,59	5.792.234.644,00	528.756.135,60
DMU_17	503.319.738,48	339.351.107,00	239.471.308,11	8.798.593.225,98	697.747.517,05
DMU_18	190.351.587,40	216.738.488,20	93.330.447,79	4.072.032.913,23	429.944.064,66
DMU_19	6.051.562,45	16.628.354,49	8.947.276,59	266.835.620,47	30.639.016,87
DMU_20	33.431.628,71	60.201.521,44	33.167.150,63	1.131.703.104,66	127.852.832,53
DMU_21	46.487.743,64	80.395.089,38	51.621.696,07	1.754.023.854,21	152.447.088,74
DMU_22	51.765.478,26	120.196.137,40	67.340.821,95	2.271.802.390,03	220.533.753,46
DMU_23	803.802.348,46	846.700.815,40	429.479.985,10	17.130.353.031,23	1.511.362.147,40
DMU_24	77.368.080,37	104.512.545,60	22.433.062,17	2.694.178.147,01	153.557.119,50
DMU_25	24.939.494,78	36.953.744,76	16.597.265,21	814.911.357,78	70.116.516,01
DMU_26	194.837.264,99	87.383.667,74	73.055.195,16	2.302.427.259,06	225.630.736,20
DMU_27	1.159.357,94	3.411.432,60	469.269,36	35.271.509,98	4.340.188,48
DMU_28	83.482.113,20	78.397.460,45	49.911.592,64	1.971.651.894,95	187.183.183,63
DMU_29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DMU_30	140.889.421,70	360.389.002,80	267.799.675,80	5.347.584.236,03	467.202.375,90
DMU_31	75.636.680,77	195.073.557,90	118.883.747,10	3.361.485.674,00	413.854.228,70
DMU_32	254.986.787,37	201.412.747,30	57.930.293,67	4.439.840.966,66	356.074.970,55
DMU_33	30.036.064,20	36.816.276,66	9.942.626,57	760.328.972,25	73.692.468,94
DMU_34	31.237.807,97	50.608.899,14	21.384.547,84	961.680.266,06	103.691.313,26
DMU_35	52.554.268,64	68.226.084,80	48.606.144,09	1.606.779.739,17	152.391.568,56

Fonte: Elaboração própria com uso do RStudio pacote "dear", 2022.

TABELA A.3 - ALVOS DAS COOPERATIVAS DE CRÉDITO ANALISADAS (2018, 3º TRIMESTRE)

COOPERATIVA DE CRÉDITO	Alvo (AP201809)	Alvo (DA201809)	Alvo (DC201809)	Alvo (CCC201809)	Alvo (ROC201809)
DMU_01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DMU_02	1.932.106.614,00	1.207.565.759,00	699.602.570,80	50.966.021.964,00	2.050.377.869,00
DMU_03	3.758.692,16	4.360.893,75	1.043.194,14	125.662.192,77	6.931.606,50
DMU_04	36.526.319,07	23.737.813,49	6.371.733,18	995.458.180,75	47.020.985,06
DMU_05	22.223.283,83	36.838.593,44	26.447.592,13	1.303.995.748,00	55.841.888,06
DMU_06	73.993.361,43	42.665.909,69	12.968.626,63	1.858.486.709,39	87.252.148,70
DMU_07	73.993.361,43	42.665.909,69	12.968.626,63	1.858.486.709,39	87.252.148,70
DMU_08	495.521.663,30	141.522.132,40	111.275.236,20	7.443.219.854,09	282.909.858,50
DMU_09	90.663.587,36	56.366.254,95	15.773.264,33	2.447.160.865,04	114.525.129,60
DMU_10	45.829.543,10	21.662.096,57	13.544.134,56	926.516.843,41	48.612.639,53
DMU_11	290.096.481,53	155.024.777,70	92.791.533,10	6.469.129.094,50	301.834.100,49
DMU_12	180.102.472,40	88.155.444,47	28.134.354,41	3.716.269.589,39	168.821.815,51
DMU_13	524.144.274,35	236.445.072,20	91.883.821,27	9.633.891.324,65	410.481.164,52
DMU_14	819.351.828,90	401.713.025,10	133.961.339,80	11.336.752.384,15	555.809.534,50
DMU_15	191.248.541,50	93.974.497,49	30.449.043,14	3.906.544.093,36	178.161.307,81
DMU_16	404.371.312,90	153.852.009,50	43.067.709,33	6.567.230.502,02	274.350.385,10
DMU_17	472.976.188,43	183.439.417,80	128.855.819,00	8.564.225.073,83	353.110.492,23
DMU_18	200.402.268,90	118.439.126,70	51.152.249,67	4.495.473.525,76	224.720.003,80
DMU_19	200.402.268,90	118.439.126,70	51.152.249,67	4.495.473.525,76	224.720.003,80
DMU_20	42.719.124,86	28.672.709,18	16.918.579,25	1.171.854.190,65	63.309.826,05
DMU_21	49.620.543,22	42.633.595,16	23.282.563,76	1.843.098.311,67	80.800.439,37
DMU_22	52.383.308,50	62.705.506,04	35.005.828,43	2.288.851.325,56	110.366.661,46
DMU_23	830.526.515,50	449.877.801,21	227.423.512,50	18.362.381.348,37	778.119.712,54
DMU_24	82.272.068,11	53.518.382,80	13.817.848,45	2.850.369.401,04	84.212.646,80
DMU_25	82.272.068,11	53.518.382,80	13.817.848,45	2.850.369.401,04	84.212.646,80
DMU_26	199.209.232,70	44.782.955,12	36.527.406,30	2.371.927.567,05	113.142.089,80
DMU_27	1.121.839,93	2.399.592,85	223.356,58	46.079.332,60	2.874.888,43
DMU_28	170.108.798,10	78.001.708,57	48.542.477,89	3.436.492.543,04	172.350.273,80
DMU_29	83.251.684,06	72.223.725,34	49.786.960,72	2.899.753.381,07	165.609.173,90
DMU_30	145.849.081,70	189.767.456,00	143.060.899,40	5.547.011.973,00	242.489.602,80
DMU_31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DMU_32	257.297.917,68	104.536.096,60	34.866.679,71	4.854.954.188,02	183.639.978,38
DMU_33	29.943.157,53	20.149.729,87	5.537.027,64	827.332.584,85	39.525.084,75
DMU_34	31.454.303,26	26.932.608,83	11.589.971,63	1.027.406.764,53	52.978.419,31
DMU_35	53.829.102,37	38.107.647,43	21.951.151,34	1.657.202.532,68	80.122.131,28

Fonte: Elaboração própria com uso do RStudio pacote "dear", 2022.

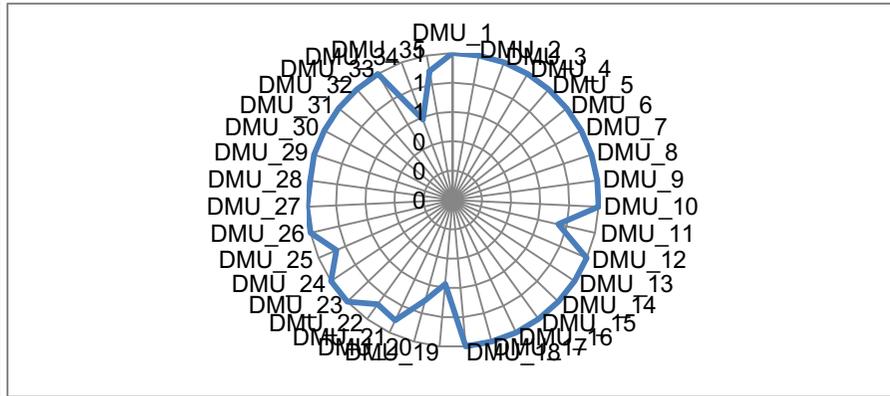
TABELA A.4 - ALVOS DAS COOPERATIVAS DE CRÉDITO ANALISADAS (2018, 4º TRIMESTRE)

COOPERATIVA DE CRÉDITO	Alvo (AP201812)	Alvo (DA201812)	Alvo (DC201812)	Alvo (CCC201812)	Alvo (ROC201812)
DMU_01	2.252.121.258,00	2.895.878.564,00	1.634.823.749,00	58.437.086.031,00	4.831.499.364,00
DMU_02	2.059.184.922,00	2.500.658.670,00	1.441.323.262,00	56.062.914.388,00	4.243.526.141,00
DMU_03	2.860.754,50	7.410.599,78	2.065.720,62	98.517.333,21	12.489.767,93
DMU_04	36.601.413,17	48.347.217,05	12.720.141,02	1.074.317.659,13	97.752.578,85
DMU_05	23.253.207,96	75.441.074,93	53.498.794,90	1.356.610.355,03	113.598.386,90
DMU_06	68.941.622,52	88.968.428,35	25.972.707,42	2.021.627.093,03	186.216.765,36
DMU_07	192.966.774,60	148.077.758,40	99.367.687,98	4.135.128.164,09	352.444.695,41
DMU_08	504.236.747,80	291.458.286,50	221.714.665,90	7.784.466.081,01	572.641.361,70
DMU_09	90.663.641,82	114.646.405,40	31.344.961,25	2.643.966.723,04	237.811.841,20
DMU_10	32.061.623,66	44.323.506,14	26.701.946,64	920.721.597,34	108.917.626,73
DMU_11	291.767.901,17	318.877.203,20	186.495.098,60	7.340.957.485,67	643.564.250,23
DMU_12	156.103.120,95	157.983.919,10	50.036.499,60	3.633.249.614,92	317.530.554,91
DMU_13	543.716.243,44	487.490.002,40	184.891.869,00	10.566.002.413,92	826.874.004,53
DMU_14	880.379.099,50	837.429.798,20	278.428.910,40	12.548.671.398,01	1.151.039.632,00
DMU_15	196.998.348,10	192.527.089,40	61.541.441,41	4.412.402.921,28	365.538.935,16
DMU_16	414.750.865,00	313.510.724,80	87.504.954,56	7.420.079.470,03	553.764.537,80
DMU_17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DMU_18	2.941.192,23	10.772.222,73	4.962.386,18	153.147.822,37	14.938.484,47
DMU_19	28.087.601,14	44.080.218,78	24.207.895,31	921.641.358,10	102.380.303,59
DMU_20	56.477.956,88	95.813.849,52	51.517.139,91	2.136.885.261,20	177.813.941,98
DMU_21	53.378.264,83	125.318.774,40	73.048.309,93	2.361.580.193,65	191.922.908,10
DMU_22	873.295.353,20	939.123.212,30	458.254.040,00	19.911.746.973,60	1.578.625.409,97
DMU_23	92.528.610,48	108.745.832,30	26.934.258,86	3.123.182.801,00	167.927.057,90
DMU_24	28.455.188,11	40.613.949,90	15.261.556,73	984.466.625,08	71.591.996,19
DMU_25	204.916.026,90	92.435.847,23	72.374.749,27	2.406.366.934,00	227.670.269,60
DMU_26	992.249,62	4.677.936,29	452.532,26	40.437.043,47	5.499.756,40
DMU_27	189.605.181,70	205.239.558,80	107.455.883,70	4.616.373.117,32	444.600.123,23
DMU_28	87.994.254,80	140.897.026,40	95.297.239,48	2.822.739.130,00	374.713.296,20
DMU_29	154.953.376,32	391.774.629,83	286.648.201,39	5.903.060.291,72	495.792.535,61
DMU_30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DMU_31	31.331.039,47	41.931.610,13	11.009.297,85	921.711.173,91	84.331.016,78
DMU_32	139.849.626,30	217.534.728,10	69.851.882,08	5.198.336.680,11	313.780.778,81
DMU_33	31.763.834,05	42.414.654,20	11.053.560,79	933.862.821,70	85.219.840,56
DMU_34	31.310.812,94	52.678.404,34	22.890.246,92	1.072.658.641,34	102.653.047,02
DMU_35	53.742.967,74	77.768.525,05	37.996.732,07	1.808.237.838,72	163.462.337,41

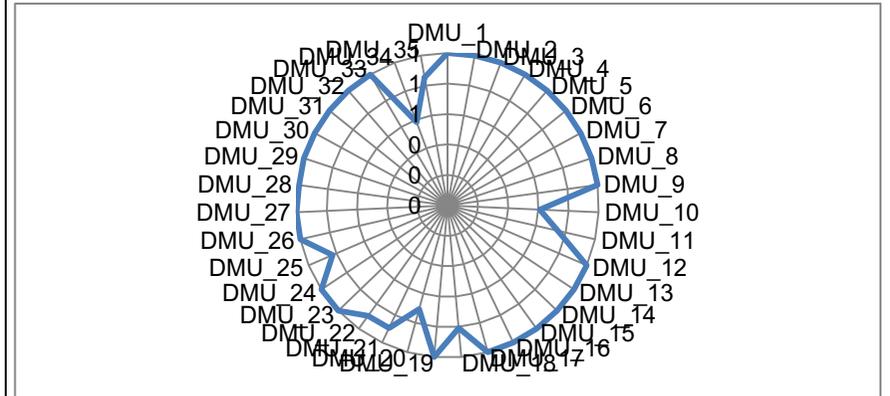
Fonte: Elaboração própria com uso do RStudio pacote "dear", 2022.

GRÁFICO A.3 - Escores de EFICIÊNCIA PADRÃO (fronteira padrão) das Cooperativas de Crédito analisadas

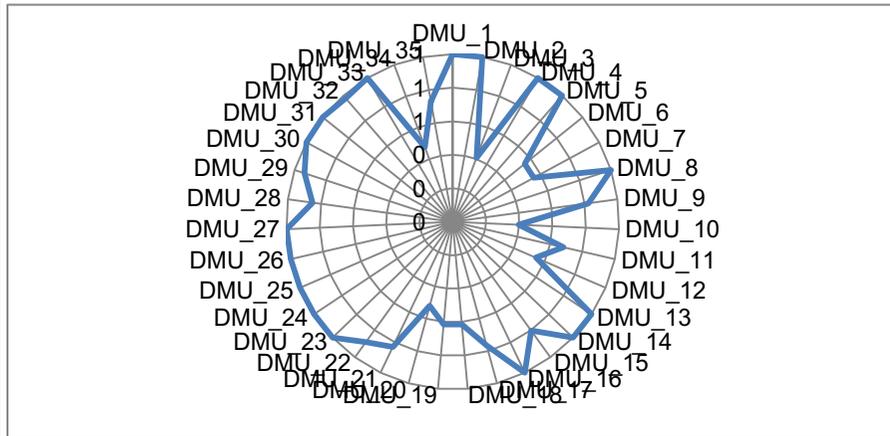
1º SEMESTRE/2018



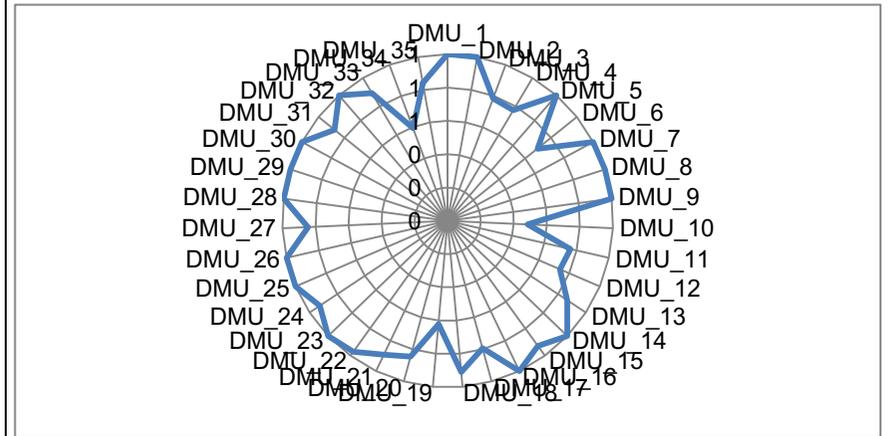
2º SEMESTRE/2018



3º SEMESTRE/2018



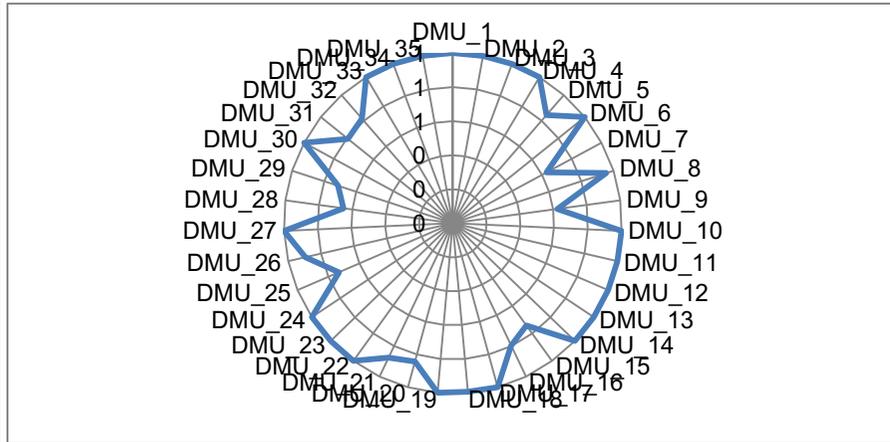
4º SEMESTRE/2018



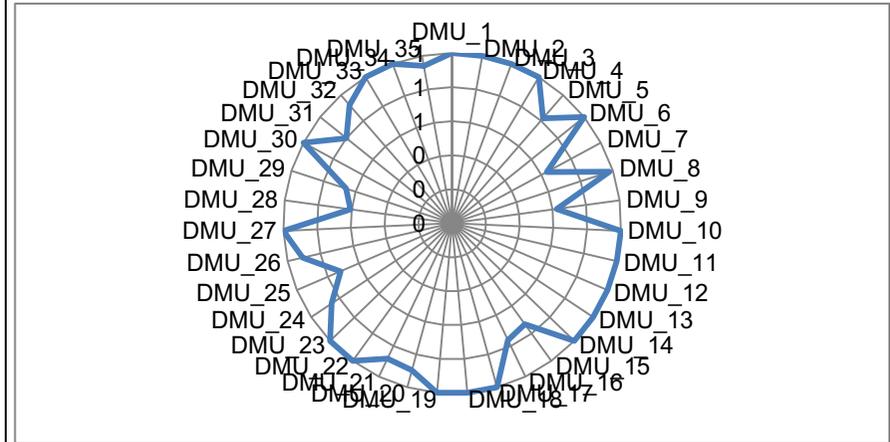
Fonte: Elaboração própria com uso do RStudio pacote "deaR", 2022

GRÁFICO A.4 - Escores de EFICIÊNCIA INVERTIDA das Cooperativas de Crédito analisadas

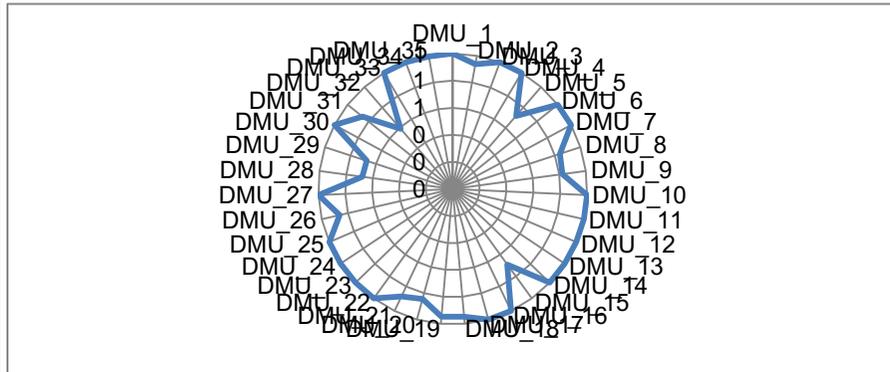
1º SEMESTRE/2018



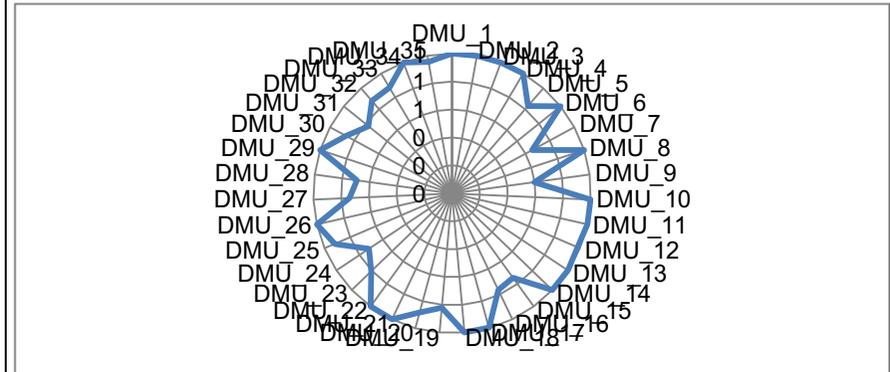
2º SEMESTRE/2018



3º SEMESTRE/2018



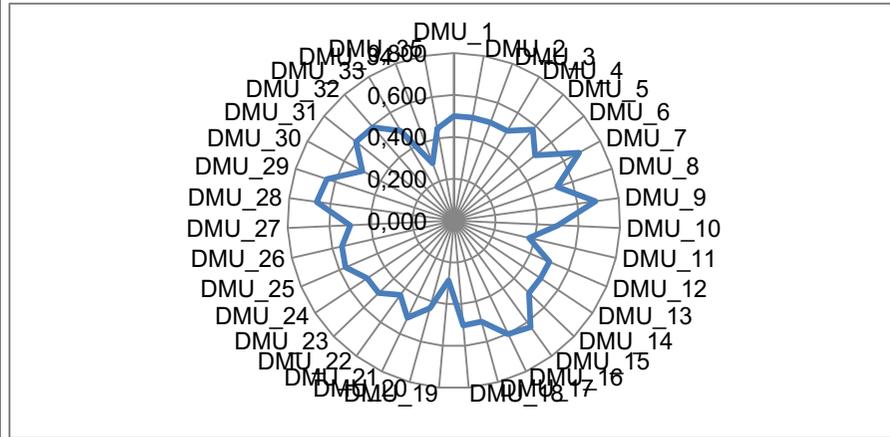
4º SEMESTRE/2018



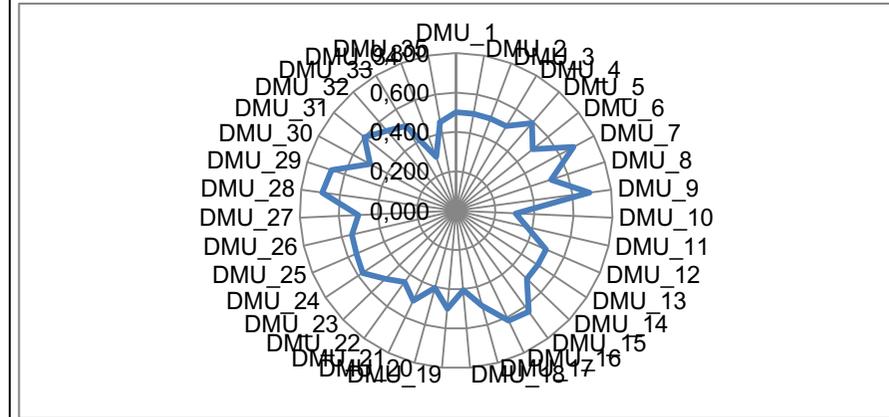
Fonte: Elaboração própria com uso do RStudio pacote “deaR”, 2022

GRÁFICO A.5 - Escores de EFICIÊNCIA COMPOSTA das Cooperativas de Crédito analisadas

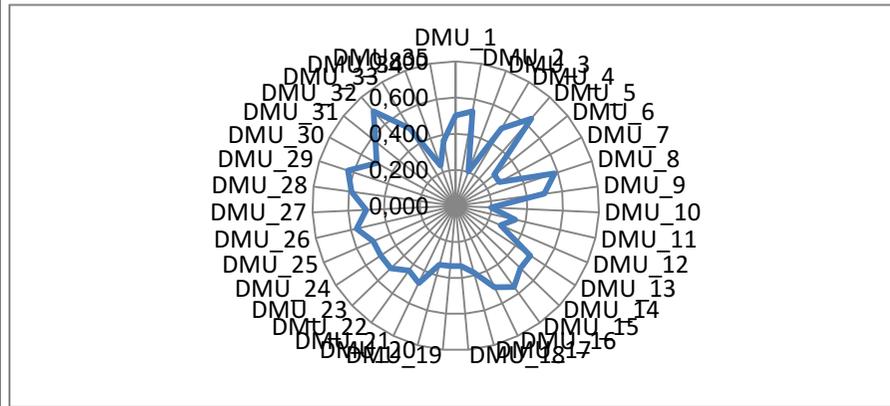
1º SEMESTRE/2018



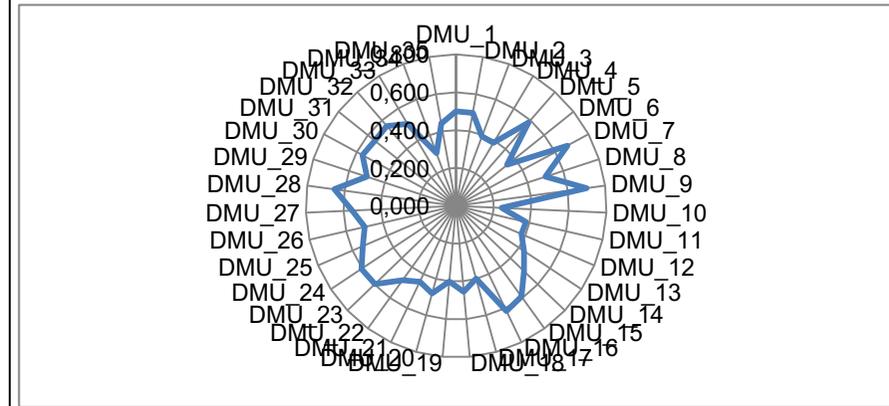
2º SEMESTRE/2018



3º SEMESTRE/2018



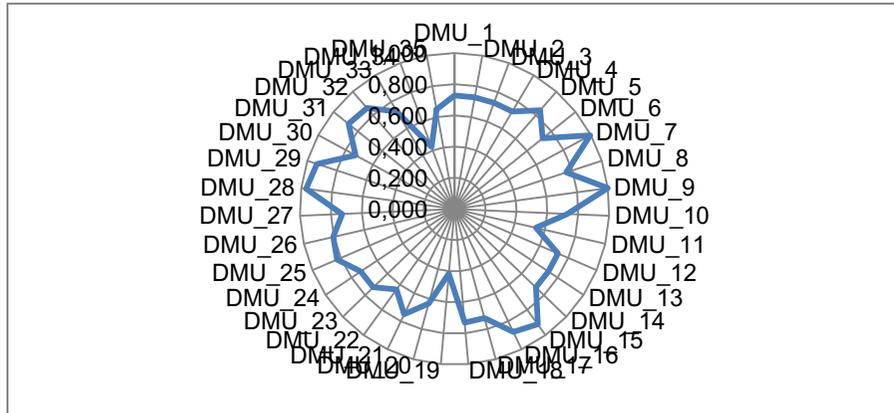
4º SEMESTRE/2018



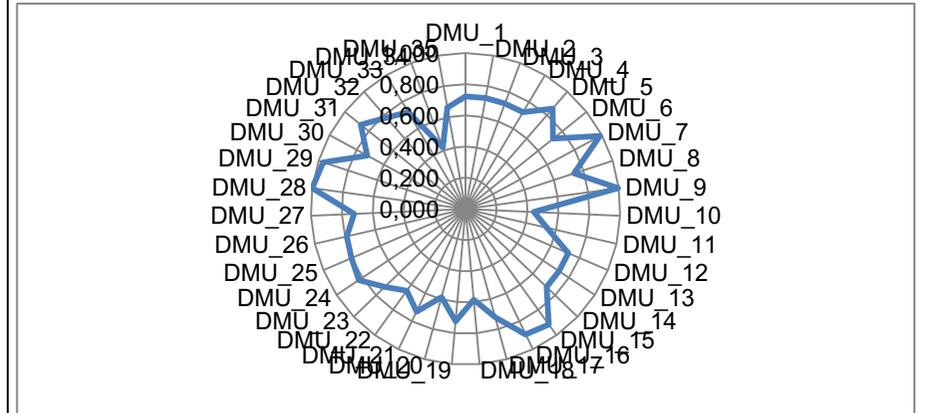
Fonte: Elaboração própria com uso do RStudio pacote “deaR”, 2022.

GRÁFICO A.6 - Escores de EFICIÊNCIA NORMALIZADA das Cooperativas de Crédito analisadas

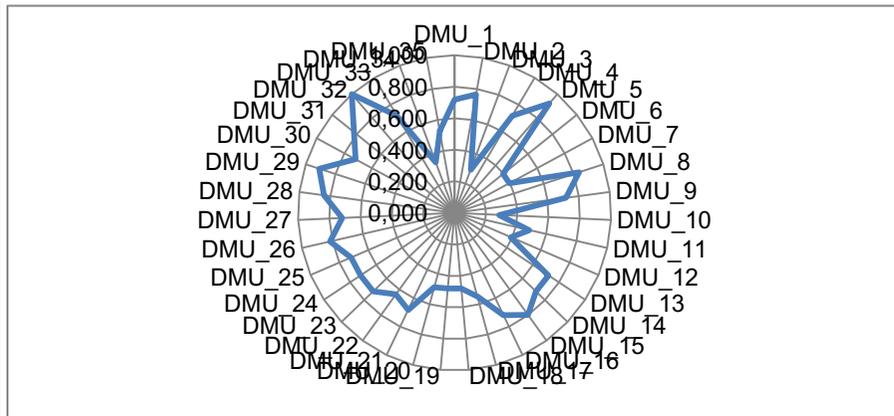
1º SEMESTRE/2018



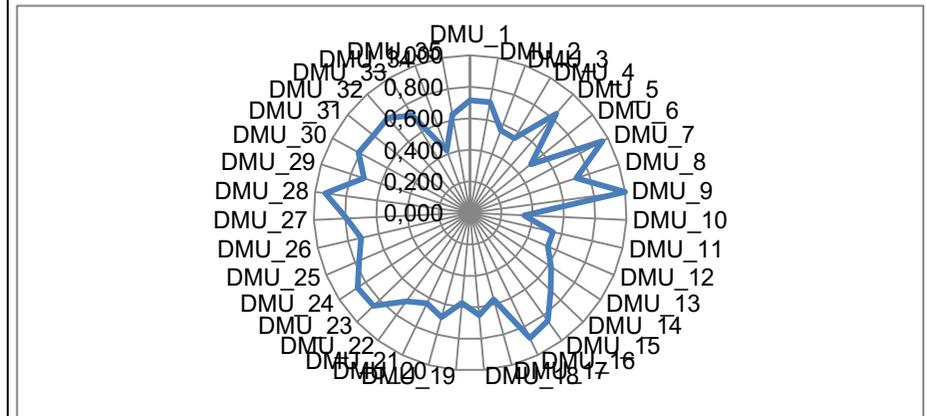
2º SEMESTRE/2018



3º SEMESTRE/2018



4º SEMESTRE/2018



Fonte: Elaboração própria com uso do RStudio pacote "deaR", 2022.

TABELA A.1 - Índice de Malmquist e suas decomposições (1º trimestre/2018-2º trimestre/2018)

COOPERATIVA DE CRÉDITO	Índice de Malmquist (MI)	Mudança Técnica (TC)	Mudança de Eficiência Pura (PECH)	Mudança de Escala de Eficiência (SECH)
DMU_01	0,801	0,780	1,000	1,026
DMU_02	0,716	0,755	1,000	0,949
DMU_03	1,281	1,374	0,953	0,979
DMU_04	0,950	0,934	1,016	1,000
DMU_05	1,056	1,056	1,000	1,000
DMU_06	0,778	0,815	0,947	1,007
DMU_07	0,743	0,743	1,000	1,000
DMU_08	0,699	0,673	1,000	1,039
DMU_09	0,904	0,904	1,000	1,000
DMU_10	0,875	0,879	0,993	1,003
DMU_11	0,801	0,790	1,004	1,010
DMU_12	0,988	0,924	1,066	1,003
DMU_13	0,810	0,804	0,982	1,025
DMU_14	0,843	0,860	1,000	0,981
DMU_15	0,892	0,871	1,002	1,022
DMU_16	0,787	0,807	1,000	0,975
DMU_17	0,759	0,761	0,999	0,998
DMU_18	0,888	0,890	0,975	1,024
DMU_19	1,193	1,162	1,031	0,996
DMU_20	0,975	0,986	0,992	0,998
DMU_21	0,843	0,855	0,984	1,002
DMU_22	0,937	0,944	1,022	0,972
DMU_23	0,736	0,762	0,966	1,001
DMU_24	0,719	0,719	1,000	1,000
DMU_25	0,791	0,831	0,956	0,997
DMU_26	0,760	0,760	1,000	1,000
DMU_27	1,157	1,157	1,000	1,000
DMU_28	0,865	0,852	1,016	0,999
DMU_29	0,859	0,859	1,000	1,000
DMU_30	0,995	1,007	1,000	0,988
DMU_31	1,167	1,167	1,000	1,000
DMU_32	0,631	0,714	0,969	0,913
DMU_33	1,072	1,072	0,999	1,002
DMU_34	0,952	0,969	0,990	0,993
DMU_35	0,768	0,804	0,957	0,999
Média	0,886	0,893	0,995	0,997

Fonte: Elaboração própria com uso do RStudio pacote “deaR”, 2022.

TABELA A.2 - Índice de Malmquist e suas decomposições (2º trimestre/2018-3º trimestre/2018)

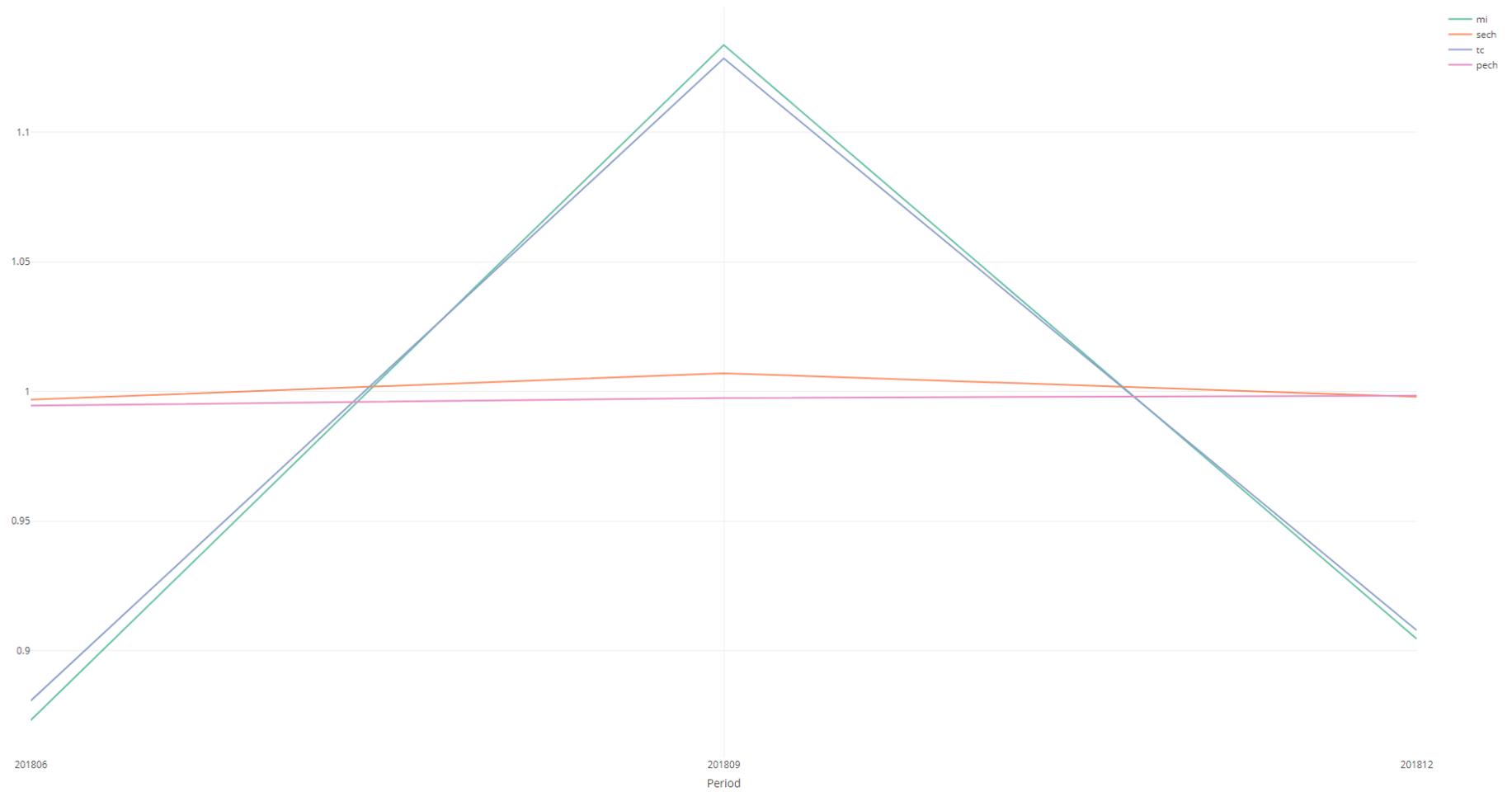
COOPERATIVA DE CRÉDITO	Índice de Malmquist (MI)	Mudança Técnica (TC)	Mudança de Eficiência Pura (PECH)	Mudança de Escala de Eficiência (SECH)
DMU_01	1,266	1,249	1,000	1,013
DMU_02	1,363	1,277	1,000	1,067
DMU_03	0,683	0,756	0,767	1,177
DMU_04	1,038	1,060	1,044	0,938
DMU_05	0,912	0,912	1,000	1,000
DMU_06	1,042	1,218	0,834	1,027
DMU_07	0,849	1,179	0,723	0,996
DMU_08	1,401	1,406	1,000	0,996
DMU_09	1,146	1,146	1,000	1,000
DMU_10	1,222	1,113	1,103	0,995
DMU_11	1,406	1,240	1,099	1,032
DMU_12	1,050	1,067	0,964	1,022
DMU_13	1,267	1,248	1,006	1,009
DMU_14	1,138	1,171	1,000	0,972
DMU_15	1,133	1,197	0,955	0,991
DMU_16	1,311	1,287	1,000	1,019
DMU_17	1,351	1,242	1,029	1,057
DMU_18	1,137	1,125	1,006	1,005
DMU_19	1,060	0,868	1,333	0,917
DMU_20	0,950	0,980	0,975	0,994
DMU_21	1,100	1,112	0,990	0,999
DMU_22	1,001	1,009	1,021	0,972
DMU_23	1,391	1,280	1,003	1,084
DMU_24	1,442	1,442	1,000	1,000
DMU_25	1,672	1,367	1,207	1,014
DMU_26	1,297	1,297	1,000	1,000
DMU_27	1,115	1,115	1,000	1,000
DMU_28	1,235	1,202	1,049	0,980
DMU_29	1,062	1,062	1,000	1,000
DMU_30	0,938	0,948	1,000	0,989
DMU_31	0,773	0,773	1,000	1,000
DMU_32	1,495	1,452	1,011	1,019
DMU_33	0,946	0,970	0,991	0,984
DMU_34	1,035	1,043	0,981	1,012
DMU_35	1,147	1,153	0,997	0,997
Média	1,154	1,142	1,003	1,008

Fonte: Elaboração própria com uso do RStudio pacote “deaR”, 2022.

TABELA A.3 - Índice de Malmquist e suas decomposições (3º trimestre/2018-4º trimestre/2018)

COOPERATIVA DE CRÉDITO	Índice de Malmquist (MI)	Mudança Técnica (TC)	Mudança de Eficiência Pura (PECH)	Mudança de Escala de Eficiência (SECH)
DMU_01	0,767	0,806	1,000	0,952
DMU_02	0,753	0,767	1,000	0,982
DMU_03	1,469	1,441	1,105	0,923
DMU_04	0,923	0,938	0,973	1,011
DMU_05	1,121	1,121	1,000	1,000
DMU_06	0,821	0,853	0,961	1,001
DMU_07	1,191	0,858	1,382	1,004
DMU_08	0,663	0,693	1,000	0,956
DMU_09	0,927	0,927	1,000	1,000
DMU_10	0,838	0,930	0,908	0,994
DMU_11	0,759	0,793	0,965	0,992
DMU_12	0,928	0,961	0,951	1,016
DMU_13	0,792	0,827	1,004	0,954
DMU_14	0,865	0,894	1,000	0,968
DMU_15	0,870	0,862	1,003	1,006
DMU_16	0,797	0,792	1,000	1,007
DMU_17	0,711	0,865	0,882	0,933
DMU_18	1,514	1,168	1,155	1,123
DMU_19	0,874	0,992	0,789	1,117
DMU_20	1,165	0,928	1,238	1,014
DMU_21	0,938	0,981	1,007	0,950
DMU_22	0,793	0,861	1,094	0,842
DMU_23	0,951	0,755	1,042	1,208
DMU_24	0,661	0,728	0,927	0,979
DMU_25	0,749	0,749	1,000	1,000
DMU_26	1,078	1,078	1,000	1,000
DMU_27	0,629	0,799	0,845	0,932
DMU_28	1,043	1,018	1,000	1,025
DMU_29	0,825	1,057	1,000	0,781
DMU_30	1,460	1,134	1,000	1,288
DMU_31	0,851	1,020	0,876	0,953
DMU_32	0,812	0,709	1,021	1,122
DMU_33	1,007	1,034	0,950	1,025
DMU_34	1,020	0,972	1,049	1,000
DMU_35	0,869	0,874	0,989	1,006
Média	0,927	0,920	1,003	1,002

Fonte: Elaboração própria com uso do RStudio pacote “deaR”, 2022.

GRÁFICO A.7 - ÍNDICE DE MALMQUIST (MI) E ÍNDICES DE DECOMPOSIÇÃO DE FÁRE *et ali* (1994)

Fonte: Elaboração própria com uso do RStudio pacote “deaR”, 2022.