

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

Instituto de Ciências Exatas

Programa de Pós-Graduação em Estatística

JEAN GUSTAVO GONÇALVES RIOS

**CONSTRUÇÃO DE *RANKING* DE DESEMPENHO ECONÔMICO E FINANCEIRO  
DAS COOPERATIVAS DE CRÉDITO DE MINAS GERAIS**

Belo Horizonte

2022

JEAN GUSTAVO GONÇALVES RIOS

**CONSTRUÇÃO DE *RANKING* DE DESEMPENHO ECONÔMICO E FINANCEIRO  
DAS COOPERATIVAS DE CRÉDITO DE MINAS GERAIS**

Monografia apresentada ao programa de Pós-graduação em Estatística do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do certificado de Especialista em Estatística.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Lopes de Oliveira

BELO HORIZONTE

2022

2022, Jean Gustavo Gonçalves Rios.  
Todos os direitos reservados

Rios, Jean Gustavo Gonçalves.

R586c      Construção de ranking de desempenho econômico e financeiro das cooperativas de crédito de Minas Gerais [recurso eletrônico] / Jean Gustavo Gonçalves Rios — 2022.

1 recurso online (43 f. il, color.): pdf.il.

Orientador: Guilherme Lopes de Oliveira.  
Monografia (especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Estatística.

Referências: 42-43.

1. Estatística. 2. Análise multivariada 3. Cooperativas de credito.. 4. Indicadores econômicos –Modelos estatísticos. I. Oliveira,Guilherme Lopes de.II. Universidade Federal de Minas Gerais I. Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Estatística .III.Título.

CDU 519.2 (043)

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Belkiz Inez Rezende Costa CRB 6/1510 Universidade Federal de Minas Gerais – ICEX



**Universidade Federal de Minas Gerais**  
**Instituto de Ciências Exatas**  
**Departamento de Estatística**  
**Programa de Pós-Graduação / Especialização**  
Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha  
31270-901 – Belo Horizonte – MG

E-mail: [pgest@ufmg.br](mailto:pgest@ufmg.br)  
Tel: 3409-5923 – FAX: 3409-5924

## **ATA DO 270<sup>a</sup>. TRABALHO DE FIM DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ESTATÍSTICA DE JEAN GUSTAVO GONÇALVES RIOS.**

Aos vinte e um dias do mês de dezembro de 2022, às 14:00 horas, com utilização de recursos de videoconferência a distância, reuniram-se os professores abaixo relacionados, formando a Comissão Examinadora homologada pela Comissão do Curso de Especialização em Estatística, para julgar a apresentação do trabalho de fim de curso do aluno **Jean Gustavo Gonçalves Rios**, intitulado: “Construção de *ranking* de desempenho econômico e financeiro das cooperativas de crédito de Minas Gerais”, como requisito para obtenção do Grau de Especialista em Estatística. Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, Professor Guilherme Lopes de Oliveira – Orientador, após dar conhecimento aos presentes do teor das normas regulamentares, passou a palavra ao candidato para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores com a respectiva defesa do candidato. Após a defesa, os membros da banca examinadora reuniram-se sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do resultado final. Foi atribuída a seguinte indicação: o candidato foi considerado Aprovado condicional às modificações sugeridas pela banca examinadora no prazo de 30 dias a partir da data de hoje por unanimidade. O resultado final foi comunicado publicamente o candidato pelo Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente Ata, que será assinada por todos os membros participantes da banca examinadora. Belo Horizonte, 21 de dezembro de 2022.

Prof. Guilherme Lopes de Oliveira (Orientador)  
DECOM / CEFET-MG

Prof. Guilherme Augusto Veloso  
IME / UFF

Prof. Uriel Moreira Silva  
DEST / UFMG



**Universidade Federal de Minas Gerais**  
**Instituto de Ciências Exatas**  
**Departamento de Estatística**  
**Programa de Pós-Graduação / Especialização**  
Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha  
31270-901 – Belo Horizonte – MG

E-mail: [pgest@ufmg.br](mailto:pgest@ufmg.br)  
Tel: 3409-5923 – FAX: 3409-5924

## **DECLARAÇÃO DE CUMPRIMENTO DE REQUISITOS PARA CONCLUSÃO DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ESTATÍSTICA.**

Declaro para os devidos fins que Jean Gustavo Gonçalves Rios, número de registro 2020680461, cumpriu todos os requisitos necessários para conclusão do curso de Especialização em Estatística e que entregou para seu orientador, o professor Guilherme Lopes de Oliveira, que aprovou a versão final. O trabalho foi apresentado no dia 21 de dezembro de 2022 com o título “*Construção de ranking de desempenho econômico e financeiro das cooperativas de crédito de Minas Gerais*”.

Belo Horizonte, 24 de janeiro de 2023

**Prof. Roberto da Costa Quinino**  
**Coordenador do curso de**  
**Especialização em Estatística**  
**Departamento de Estatística / UFMG**

Roberto da  
Costa  
Quinino:808712  
91720

Assinado de forma  
digital por Roberto da  
Costa  
Quinino:80871291720  
Dados: 2023.01.24  
11:30:27 -03'00'

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por toda força dada quando pensei em desistir, pois superar os problemas e enfrentar os problemas diários para chegar à conclusão deste curso foi fundamental sua operação em minha vida;

Ao meu orientador, Guilherme Lopes de Oliveira, pelo incentivo e esforço dispendido na condução deste trabalho, que se abdicou de noites de descanso para me dar todo suporte e compartilhamento de seus conhecimentos em prol da minha formação;

Aos coordenadores do curso e demais professores, pelo conhecimento adquirido;

Aos meus pais, irmãos e demais familiares pelo carinho e atenção durante essa jornada que sempre apoiaram e confiaram;

A Jéssica, minha esposa, que durante essa trajetória cuidou do meu maior bem, nossa filha Alice da Silva Rios, que chegou para alegrar nossas vidas em um momento conturbado vivido pelo mundo inteiro, agradeço imensamente a sua compreensão e por sempre ter me dado forças;

Ao pessoal do Sistema OCEMG, em especial ao presidente Ronaldo Scucato, pelo incentivo e pelas oportunidades recebidas.

Aos amigos, colegas e a todos que fazem parte da minha vida e que, de certa forma, me ajudaram a alcançar mais este objetivo.

“Morremos quando votamos nos que afirmam que a pacificação do país passa pela aniquilação dos menos favorecidos.”

Eduardo Taddeo

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo sugerir um modelo estatístico para ranqueamento dos melhores desempenhos econômico e financeiro das cooperativas de crédito de Minas Gerais. E se justifica pelo fato de criar um ranking que considera maior número de variáveis e assim elencar quais são as maiores cooperativas de crédito do estado de Minas Gerais. A pesquisa foi realizada com base em 170 observações, 6 variáveis apresentadas e os dados foram colhidos através do arquivo 4010 do Banco Central do Brasil – BACEN. Os resultados alcançados demonstram que as 8 maiores cooperativas não alteram suas posições nos modelos de Análise de Componentes Principais, as demais cooperativas acabam tendo pequenas variações para cima ou para baixo em suas posições. Foram realizados testes desconsiderando a primeira e segunda cooperativa mais bem colocada, sem perdas significativas na variância total explicada, saindo de 92,02% para 87,85%. Sendo assim, é possível obter-se um novo indicador para tomada de decisão no Sistema Ocemg com base na metodologia apresentada, ao qual damos o nome de Indicador de Desempenho Econômico e Financeiro Geral para Cooperativas - IDG.

**Palavras-chave:** Cooperativas de Crédito. ACP. *Ranking* Econômico e Financeiro. Estatística Multivariada.



## ABSTRACT

This work aimed to suggest a statistical model for ranking the best economic and financial performance of credit unions in Minas Gerais. And it is justified by the fact that it creates a ranking that considers a greater number of variables and thus lists which are the largest credit unions in the state of Minas Gerais. The research was carried out based on 170 observations, 6 variables presented, and the data were collected through file 4010 of the Central Bank of Brazil – BACEN. The results achieved show that the 8 largest cooperatives do not change their positions in the Principal Components Analysis models, the other cooperatives end up having small variations up or down in their positions. Tests were carried out disregarding the first- and second-best placed cooperative, without significant losses in the total explained variance, going from 92,02% to 87,85%. Therefore, it is possible to obtain a new indicator for decision-making in the Ocemg System based on the methodology presented, which we call the General Economic and Financial Performance Indicator for Cooperatives - IDG.

**Keywords:** Credit Cooperatives. ACP. Economic and Financial Ranking. Multivariate Statistics.

## LISTA DE ABREVIATURAS

ACP	–	Análise de Componentes Principais
BACEN	–	Banco Central do Brasil
CMN	–	Conselho Monetário Nacional
COSIF	–	Plano Contábil das Instituições do Sistema Financeiro Nacional
DRE	–	Demonstração de Resultado do Exercício
OCEMG	–	Organização das Cooperativas do Estado de Minas Gerais
OCB	–	Organização das Cooperativas Brasileiras
PCA	–	<i>Principal Component Analysis</i>
SESCOOP	–	Serviço Nacional de Aprendizagem do Cooperativismo
SFN	–	Sistema Financeiro Nacional

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
2.1 Cooperativismo .....	14
2.2 Cooperativas De Crédito .....	16
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>19</b>
3.1 Análise De Componentes Principais.....	19
3.2 Base De Dados.....	25
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
4.1 Análise Descritiva Dos Dados .....	27
4.2 Aplicação Da Análise De Componentes Principais .....	30
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As cooperativas cumprem um papel importante na economia brasileira, levando desenvolvimento econômico e social onde estão inseridas. Pinheiro (2008) descreve que as cooperativas de créditos são instituições financeiras que possuem produtos e serviços semelhantes ao de banco comercial, entretanto são instituições não bancárias. A principal diferença entre banco e cooperativa se dá por sua formação societária, enquanto os bancos são sociedade de capital onde o poder das decisões são baseadas em quantidade de valor aportado, as cooperativas são sociedade de pessoas que independente do seu capital aportado cada pessoa tem direito a 1 voto.

De acordo com o Banco Central do Brasil (BACEN), a principal diferença entre os bancos convencionais e instituições financeiras cooperativas é o controle societário. Os bancos convencionais são sociedade de capital controlado pelos maiores acionistas, já as cooperativas são sociedades de pessoas, em que o controle da instituição não depende de montante aportado em capital, e as decisões ocorrem de forma democrática em que cada cooperado tem direito a um voto nas assembleias.

De acordo com a Organização das Cooperativas do Estado de Minas Gerais (SISTEMA OCEMG, 2022), o cooperativismo de crédito mineiro contabilizou 189 cooperativas registradas em 2021, levando acesso ao crédito e serviços financeiros a 1,9 milhão de cooperados e gerando 14,4 mil empregos diretos, juntas R\$ 43,1 bilhões em movimentação econômica, congregaram R\$ 75 bilhões em ativos toais, 9,8 bilhões em patrimônio líquido, 5,2 bilhões em capital social e sobras de R\$ 1,5 bilhão.

O papel dessas instituições financeiras no acesso ao crédito para a sociedade é relevante e alcança 607 municípios do estado de Minas Gerais (MG), sendo 1350 postos de atendimentos instalados e 64 municípios é o único tipo de instituição financeira instalada (SISTEMA OCEMG, 2022).

O Anuário de Informações Econômicas e Sociais do Cooperativismo Mineiro 2022 faz um ranqueamento das cooperativas de crédito atuantes em MG com base em 10 variáveis, apresentando as 20 maiores cooperativas de crédito de acordo com cada

uma destas variáveis, sendo elas: total de cooperados, total de empregados, ingressos totais, total de operações de crédito, sobras antes das destinações, sobras médias por cooperados, juros pagos ao capital, ativos totais, patrimônio líquido e capital social.

Com base nas variáveis elencadas, tem-se como questão de pesquisa: Como seria o ranqueamento das cooperativas de créditos utilizando métodos de estatística multivariada nas principais variáveis econômicas e financeiras elencadas no anuário do cooperativismo mineiro de 2022?

Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho sugerir um modelo de *ranking* parcimonioso, que contemple as principais variáveis econômicas e financeiras que constam no Anuário do Cooperativismo Mineiro 2022 através da Análise de Componentes Principais. Por meio do objetivo geral, foram elencados os seguintes objetivos específicos:

- Criar um *ranking* considerando as variáveis Ativo Total, Patrimônio Líquido, Capital Social, Sobras/Perdas, Operações de Crédito, e Receitas Totais;
- Comparar o ranqueamento proposto com o ranqueamento elencado no anuário do Sistema Ocemg;
- Propor a criação de novo Indicador de Desempenho Econômico e Financeiro para Cooperativas – IDG;
- Apresentar os benefícios com a utilização do ranqueamento através da análise estatística multivariada por meio de Análise de Componentes Principais.

O tema é relevante para levantar os melhores desempenhos do cooperativismo de crédito mineiro, apresentar as maiores cooperativas do estado considerando as principais contas contábeis do cooperativismo de crédito, sendo uma importante ferramenta para tomada de decisão gerencial. Com a aplicação da técnica estatística de Análise de Componentes Principais (ACP), tem-se a vantagem de criar um indicador de desempenho que leva em conta todas as variáveis ao mesmo tempo, em vez de se utilizar um ranqueamento univariado com base em cada variável separadamente.

A sequência do trabalho está organizada da seguinte maneira: Na Seção 2 é apresentada a revisão da literatura que tem o propósito de expor a base das teorias cooperativistas discutidas ao longo do trabalho. Na Seção 3 é detalhada a metodologia estatística a ser utilizada na execução da pesquisa, detalhando também as formas de tabulação e de tratamento dos dados levantados.

Na Seção 4 é feita a apresentação e a análise dos resultados levantados com o desenvolvimento e execução do trabalho. E, por fim, na Seção 5 são expostas as conclusões do autor em relação ao estudo realizado.

## 2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DA LITERATURA

Visando auxiliar o entendimento dos temas abordados, este referencial teórico apresentará alguns conceitos e teorias sobre gestão de cooperativas, cooperativismo, ramos do cooperativismo e cooperativas de crédito, com intuito de equalizar o conhecimento acerca da temática deste trabalho.

### 2.1 Cooperativismo

Segundo Gawlak (2010), as cooperativas são personalidade jurídicas sem fins lucrativos resultante da união de pessoas organizadas com interesses e pretensões econômicas em comum, seja para ofertar ou adquirir produtos e serviços junto ao mercado. Este movimento iniciou em Rochdale-Manchester, no interior da Inglaterra em 1844 por meio de 28 tecelões que ingressaram com uma libra de capital social cada, para aquisição de suprimentos de 1º necessidade, ganhar escala e reduzir preço para os seus cooperados (DRUMOND, 2011)

As cooperativas são sociedades de pessoas, com direitos e deveres iguais, seus resultados são distribuídos de forma equitativa conforme utilização do empreendimento, sendo que cada cooperado tem direito a um voto independente do capital aportado conforme preconiza o 3º princípio do cooperativismo (OCB, 2022)

Ainda conforme OCB (2022), o cooperativismo é regido por princípios e valores próprios desde a primeira cooperativa, que evoluíram para a realidade atual, sendo base para as cooperativas em todo o mundo. Os princípios cooperativistas são:

1. Adesão livre e voluntária: todo cidadão pode ingressar e sair de uma cooperativa, desde que cumpra os requisitos do objeto social da organização, sendo vetado qualquer tipo de discriminação seja ela religiosa, de gênero, raça, classe social ou ideológica.
2. Gestão democrática: as cooperativas são democraticamente geridas pelos seus associados, que elegem seus representantes e formulam suas políticas institucionais.

3. Participação econômica dos membros: ao ingressar em uma cooperativa seus cooperados se comprometem a integralizar capital, tendo direito de receber sobras e repor possíveis perdas, de forma proporcional à sua participação na cooperativa,
4. Autonomia e independência: cooperativas são sociedades autônomas controladas pelos seus membros, vetado a interferência externa de organizações públicas ou privadas que comprometa o controle democrático e autonomia de seus membros.
5. Educação, formação e informação: as cooperativas fomentam educação e formação de seus membros e trabalhadores, que corroboram para o desenvolvimento da cooperativa e local onde estão inseridas.
6. Intercooperação: o cooperativismo evolui quando as cooperativas trabalham em conjunto, reduzindo custos e fazendo este movimento crescer de forma ordenada.
7. Interesse pela comunidade: as cooperativas são responsáveis por bem-estar local, contribuindo com o meio ambiente, economia e desenvolvimento social.

No Brasil, as cooperativas são constituídas e classificadas em 7 ramos distintos, sendo eles: Agropecuário, Consumo, Crédito, Infraestrutura, Saúde, Trabalho, Produção de Bens e Serviços e Transportes (OCB, 2022)

O primeiro registro de uma cooperativa no Brasil foi na cidade de Ouro Preto/MG, denominada Sociedade Cooperativa Econômica dos Funcionários Público de Ouro Preto, cooperativa de consumo constituída em 27 de outubro de 1889, cujo estatuto foi criado com influência da Cooperativa dos Pioneiros de Rochdale (PINHO, 2004).

O cooperativismo brasileiro é representado pela Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB), que defende os interesses das cooperativas, foi criada em 8 de junho de 1970, e foi através dela que surgiu o amparo legal do cooperativismo Lei 5.764/1971 (OCB, 2022).

As cooperativas brasileiras podem ser classificadas em singulares, constituídas com pelo menos 20 associados pessoas físicas, cooperativas centrais ou federações,



constituídas por três ou mais cooperativas singulares, ou confederações, constituídas com ao menos três centrais ou federações (LEI 5764, de 1971).

O funcionamento das cooperativas ocorre através de seus associados, que tomam decisões e exercem seu direito de dono do negócio na Assembleia Geral Ordinária (AGO), sendo este o órgão soberano de uma cooperativa. Em relação à estratégia da cooperativa, os cooperados, através da AGO, definem quem serão os representantes do conselho de administração que irá dirigir o negócio, sendo permitido mais de uma chapa concorrente, o mais votado é eleito para um mandato de até 4 anos (OCB, 2022),

O cooperativismo brasileiro é formado por 4880 cooperativas registradas, somando 18,8 milhões de cooperados, gerando 493.477 empregos diretos e movimentam juntas R\$ 524,8 bilhões (OCB, 2022).

O cooperativismo no Estado de Minas Gerais é constituído por 800 cooperativas registradas, que reúnem cerca de 2,4 milhões de cooperados, com 50.956 empregos diretos, com movimentação econômica de R\$ 93,5 bilhões que representa 11,6% de participação no PIB do Estado de Minas Gerais (SISTEMA OCEMG, 2022).

## **2.2 Cooperativas de crédito**

As primeiras cooperativas de crédito surgiram na Europa no século XIX. Franz Hermann Schulze-Delitzsch constituiu a primeira cooperativa de crédito em 1850 na Alemanha com o intuito de dar acesso à população em serviços financeiros e fomentar empréstimos entre seus associados. Posteriormente, Friedrich Wilhelm Raiffeisen iniciou com um modelo de crédito rural que se expandiu para a América do Norte no início do século XX (WOCCU, 2022).

Em 1902, por intermédio do padre suíço Theodor Amstad, criou-se a primeira cooperativa de crédito no Brasil, denominada de Sociedade Cooperativa Caixa de Economia e Empréstimos de Nova Petrópolis, esta cooperativa é a mais antiga no país em atividade, e em março de 2007 passou a ser denominada como Cooperativa

de Crédito de Livre Admissão de Associados Pioneira da Serra Gaúcha – Sicredi Pioneira RS (SOARES, MARDEN MARQUES, 2008).

De acordo com Bressan (2010), que define que cooperativas de crédito são instituições financeiras reguladas pelo Banco Central do Brasil (BACEN), que seguem as normas criadas pelo Conselho Monetário Nacional (CMN), captando recursos monetários através de depósitos à vista, prestando serviços aos cooperados por meio do Sistema Financeiro Nacional (SFN).

O ramo crédito, atualmente é regido pela Lei Complementar 130/2009, sendo as singulares classificadas conforme suas operações, que de acordo com a Resolução CMN 4.434/15, são elas: (i) Cooperativas Plenas, que realizam praticamente todas as operações autorizadas a uma instituição financeira inclusive operações de maior complexidade e risco; (ii) Cooperativas Clássicas, que operam como instituição financeira, especialmente com intermediação financeira e pagamentos; e (iii) Cooperativas Capital Empréstimo, que são vetadas em captar depósitos (OCB, 2022).

De acordo com a OCB (2022), no ano de 2021 o Brasil contava com 763 cooperativas de crédito, congregando 13,9 milhões de cooperados e gerando 89 mil empregos diretos. Em relação aos indicadores financeiros, somaram-se R\$ 518,8 bilhões em Ativos Totais, com Patrimônio Líquido Total de R\$ 67,9 bilhões, reunindo R\$ 38,9 bilhões em Capital Social, com tiveram Ingressos e Receitas Brutas de R\$ 60,4 bilhões, o volume de operações de créditos alcançou 6,58% do Sistema Financeiro Nacional, ultrapassando R\$ 258 bilhões em operações, e apresentaram Sobras de R\$ 10,1 bilhões.

No ano de 2021, MG totalizou 189 cooperativas registradas, contemplando 1,9 milhão de cooperados, gerando 14.408 empregos diretos. Seus associados contam com 1350 unidades de atendimentos, espalhados em 71,2% dos municípios do estado de Minas Gerais, sendo que, 64 municípios são atendidos apenas por cooperativas de crédito (SISTEMA OCEMG, 2022).

A relevância econômica e financeira das cooperativas de crédito mineiras se baseia em R\$ 8,16 bilhões em Ingressos e Receitas Brutas, R\$ 34,9 bilhões em operações de crédito, totalizando uma movimentação econômica de R\$ 43,1 bilhões, as quais renderam Sobras de R\$ 1,5 bilhão. Ainda, as 189 cooperativas de crédito de MG apresentaram no anuário 2022 R\$ 75 bilhões em Ativos Totais, Patrimônio Líquido de R\$ 9,8 bilhões e Capital Social de R\$ 5,2 bilhões (SISTEMA OCEMG, 2022).

### 3 METODOLOGIA

Este trabalho teve como objetivo, ranquear os melhores desempenhos econômico e financeiro das cooperativas de crédito do Estado de Minas Gerais no ano de 2021 por meio da aplicação da técnica de estatística multivariada chamada de Análise de Componentes Principais.

#### 3.1 Análise de componentes principais

De acordo com Mingoti (2005), a estatística multivariada engloba métodos que estudam medidas de diversos elementos que compõem a amostra de forma conjunta. A estatística multivariada permite reduzir, simplificar, classificar, agrupar, investigar a dependência entre as variáveis, criar predições, elaborar testes de hipóteses através de correlações das variáveis (JOHNSON; WICHERN, 1992).

Para Escofier e Pages (1992), os métodos de estatística multivariada são eficientes para se trabalhar grandes quantidades de dados complexos, pois são métodos multidimensionais que confrontam duas ou mais variáveis extraíndo tendências sobressalentes de forma hierárquica.

De acordo com Hair *et al.* (2005), a Análise de Componentes Principais ou, em inglês, *Principal Component Analysis* (PCA) é um método estatístico multivariado, onde um conjunto de  $p > 2$  variáveis são analisadas de forma conjunta, com base na correlação que carregam entre si, gerando um agrupamento destas  $p$  variáveis originais, padronizadas ou não, em um número menor de novas variáveis chamadas de componentes principais, sem perdas significativas de informações da base de dados original em termos de explicação da variabilidade original.

A PCA é um procedimento matemático que utiliza uma transformação ortogonal para converter um conjunto de observações de variáveis possivelmente correlacionadas num conjunto de valores de variáveis linearmente não correlacionadas chamadas de componentes principais. O número de componentes principais é sempre menor ou igual ao número de variáveis originais (REIS, 2001).

A PCA é matematicamente definida como uma transformação linear ortogonal que transforma os dados para um novo sistema de coordenadas de forma que a maior variância por qualquer projeção dos dados fica ao longo da primeira coordenada, a segunda maior variância fica ao longo da segunda coordenada, e assim por diante (MINGOTI, 2005).

Considere uma situação em que observamos  $p$  variáveis, denotadas por  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_p$ , de  $n$  indivíduos de uma população. A matriz de dados é de ordem  $n \times p$  dada por:

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{13} & \cdots & X_{1p} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} & \cdots & X_{2p} \\ X_{31} & X_{32} & X_{33} & \cdots & X_{3p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & X_{n2} & X_{n3} & \cdots & X_{np} \end{bmatrix}$$

A estrutura de dependência entre as variáveis da matriz de dados  $X$  pode ser representada pela matriz de covariâncias amostrais  $S$ , a qual é uma matriz simétrica e de ordem  $p \times p$  definida da seguinte forma:

$$S = \begin{bmatrix} \hat{V}ar(X_1) & \hat{C}ov(X_1X_2) & \hat{C}ov(X_1X_3) & \cdots & \hat{C}ov(X_1X_p) \\ \hat{C}ov(X_2X_1) & \hat{V}ar(X_2) & \hat{C}ov(X_2X_3) & \cdots & \hat{C}ov(X_2X_p) \\ \hat{C}ov(X_3X_1) & \hat{C}ov(X_3X_2) & \hat{V}ar(X_3) & \cdots & \hat{C}ov(X_3X_p) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{C}ov(X_pX_1) & \hat{C}ov(X_pX_2) & \hat{C}ov(X_pX_3) & \cdots & \hat{V}ar(X_p) \end{bmatrix}$$

O cálculo da PCA é realizado por meio da decomposição da matriz de covariâncias, onde os autovetores de covariância estimadas dos dados estão alocados nas linhas. As variâncias percorrem todos os eixos onde estão distribuídos os dados, sendo a matriz de covariâncias teóricas uma matriz simétrica e positiva que é estimada pela matriz  $S$ .

Em geral, as variáveis são observadas em unidades de medidas diferentes entre si. Neste caso, é conveniente padronizar as variáveis  $X_j$  ( $j = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, p$ ). A

padronização consiste em transformar as variáveis de modo que tenham média igual a 0 e variância igual a 1, fazendo  $Z_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{S(X_j)}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  e  $j = 1, 2, \dots, p$  sendo  $\bar{X}_j$  a média estimada e  $S(X_j)$  desvio padrão de  $X_j$ .

A matriz de covariância das variáveis padronizadas  $Z_j$  é igual a matriz de correlação da matriz de dados originais  $X_j$ . Para determinar os componentes principais normalmente partimos da matriz de correlação  $R$  para retirar o efeito das escalas de medição, sendo  $R$  definida como:

$$R = \begin{bmatrix} 1 & r(X_1X_2) & r(X_1X_3) & \cdots & r(X_1X_p) \\ r(X_2X_1) & 1 & r(X_2X_3) & \cdots & r(X_2X_p) \\ r(X_3X_1) & r(X_3X_2) & 1 & \cdots & r(X_3X_p) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r(X_pX_1) & r(X_pX_2) & r(X_pX_3) & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

É importante ressaltar que o resultado encontrado para a análise a partir da matriz de dados originais pode ser diferente do resultado encontrado a partir da matriz de dados padronizados. A recomendação é que a padronização só seja feita quando as unidades de medidas das características observadas não forem as mesmas, devendo-se dar preferência ao uso dos dados originais sempre que possível (MINGOTI, 2005).

Os componentes principais são determinados resolvendo-se a equação característica da matriz  $S$  ou  $R$  conforme a definição a seguir, onde a matriz  $R$  foi usada como referência, pois, neste trabalho, as variáveis serão consideradas em sua versão padronizada  $Z_1, \dots, Z_p$ :

$$\det[R - \lambda I] = 0 \text{ ou } |R - \lambda I| = 0$$

Se a matriz  $R$  for de posto completo igual a  $p$ , isto é, não apresentar nenhuma coluna que seja combinação linear de outra, a equação  $|R - \lambda I| = 0$  terá  $p$  raízes reais únicas chamadas de autovalores ou raízes características da matriz  $R$  (VARELLA, 2008).

Neste contexto, sejam  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_p$  os autovalores associados à matriz  $R$ , então  $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3 > \dots > \lambda_p$  e para cada autovalor  $\lambda_i$  existe um autovetor  $\tilde{a}_i$ :

$$\tilde{a}_i = \begin{bmatrix} a_{i1} \\ a_{i2} \\ \vdots \\ a_{ip} \end{bmatrix}$$

Os autovetores são normalizados, isto é, a soma dos quadrados dos coeficientes é igual a 1, e ainda são ortogonais entre si, sendo  $\tilde{a}_i$  o autovetor correspondente ao autovalor  $\lambda_i$ , então o  $i$ -ésimo componente principal é dado por:

$$Y_i = a_{i1}Z_1 + a_{i2}Z_2 + \dots + a_{ip}Z_p \quad (\text{Eq. 1})$$

Conforme definido em Mingoti (2005) e Varella (2008), as componentes principais apresentam as seguintes propriedades:

1. A variância do componente principal  $Y_1$  é igual ao valor do autovalor  $\lambda_i$

$$\hat{V}ar(Y_i) = \lambda_i$$

2. O primeiro componente é o que apresenta maior variância e assim por diante.

$$\hat{V}ar(Y_1) > \hat{V}ar(Y_{i2}) > \dots > \hat{V}ar(Y_p)$$

3. O total de variância das variáveis originais é igual ao somatório dos autovalores que é igual ao total de variância dos componentes principais:

$$\sum \hat{V}ar(Z_1) = \sum \lambda_1 = \sum \hat{V}ar(Y_1) = p,$$

pois estamos considerando o caso onde  $\hat{V}ar(Z_j) = 1$  para todo  $j$ .

4. Os componentes principais não são correlacionados entre si:

$$\hat{C}ov(Y_i, Y_j) = 0$$

A importância de um componente principal é avaliada por meio de sua contribuição, isto é, pela proporção de variância total explicada pela componente, a qual é dada por:

$$C_i = \frac{\hat{V}ar(Y_i)}{\sum_{i=1}^p \hat{V}ar(Y_i)} = \frac{\lambda_i}{\sum_{i=1}^p \lambda_i} = \frac{\lambda_i}{\text{traço}(S)}$$

A soma dos primeiros  $k$  autovalores representa a proporção de informação retida na redução de  $p$  para  $k$  dimensões. Essa informação pode ser utilizada para decidir quantas componentes vamos utilizar na análise, isto é, quantas componentes  $k < p$  poderiam ser utilizadas para diferenciar os indivíduos. Não existe um método estatístico preciso que ajude nesta decisão.

Como exposto em Mingoti (2005), quando a matriz de correlações  $R$  é utilizada para extração das componentes principais, a variância total é igual ao número de variáveis originais  $p$ . Neste caso, um critério que pode ser utilizado para escolha do valor de componentes é o de manter no sistema apenas as componentes relacionadas aos autovalores que são maiores do que 1, ou seja, mantêm-se as componentes que conseguem explicar pelo menos a quantidade de variância de uma variável original padronizada, o que é conhecido como Critério de Kaiser.

Segundo Regazzi (2000) para aplicações em diversas áreas do conhecimento o número de componentes utilizados tem sido aquele que acumula 70% ou mais de proporção da variância total, mas esta não é uma regra aplicável em todos os casos. Há de se combinar a análise numérica das contribuições das componentes e o bom senso em casos práticos gerais, visto que o objetivo é reduzir a dimensão de variáveis envolvidas no estudo.

A interpretação de cada componente, por sua vez, é feita verificando-se o grau de influência que cada variável  $Z_j$  tem sobre o componente  $Y_i$ . O grau de influência é dado pela correlação entre cada  $Z_j$  e o componente  $Y_i$  que está sendo interpretado.



Por exemplo, segundo Varella (2008), a correlação entre  $Z_j$  e  $Y_1$  é:

$$r_{(Z_j, Y_1)} = a_{1j} \frac{\sqrt{\hat{V}ar(Y_1)}}{\sqrt{\hat{V}ar(Z_j)}} = a_{1j} \sqrt{\lambda_1},$$

pois  $\hat{V}ar(Z_j) = 1$  por se tratar de uma variável padronizada.

O peso dos *loadings* de cada variável sobre a componente  $Y_1$ , decorre por meio da análise de interferência de  $Z_1, Z_2, \dots, Z_p$  sobre  $Y_1$ , sendo  $W_1$  o peso de  $Z_1$ , ...,  $W_p$  o peso de  $Z_p$  conforme abaixo:

$$W_1 = \frac{a_{11}}{\sqrt{\hat{V}ar(Z_1)}}, W_2 = \frac{a_{12}}{\sqrt{\hat{V}ar(Z_2)}}, \dots, W_p = \frac{a_{1p}}{\sqrt{\hat{V}ar(Z_p)}},$$

onde  $\hat{V}ar(Z_j) = 1$  para todo  $j$  por se tratarem de variáveis padronizadas.

Após a redução de  $p$  para  $k$  dimensões, é possível obter os escores das  $k$  componentes principais e toda análise é feita utilizando-se tais escores. Uma vez que a decomposição em autovetores tenha sido realizada, o cálculo dos escores para cada um dos  $n$  indivíduos em cada uma das  $k$  componentes  $Y_1, \dots, Y_k$  é feito substituindo os respectivos valores que observados das variáveis originais padronizadas  $Z_1, \dots, Z_p$  na (Eq. 1). A magnitude numérica dos escores observados para uma componente  $Y_j$  podem ser usadas para ranquear os indivíduos de acordo com a característica que esta componente representa, o que advém da interpretação dada a ela (MINGOTI, 2005).

### 3.2 Base de dados

Utilizou-se neste trabalho, dados abertos, contínuos em valor monetário de 170 Cooperativas de Crédito de Minas Gerais, fornecido pelo BACEN através do arquivo 4010, referente ao balancete analítico do Plano Contábil das Instituições do Sistema Financeiro Nacional (COSIF), o qual pode ser acessado em <https://www4.bcb.gov.br/fis/cosif/balancetes.asp?frame=1>.

Através do balancete analítico, foram retirados os valores de seis variáveis econômicas e financeiras que são ranqueadas individualmente no Anuário de Informações Econômicas e Sociais do Cooperativismo Mineiro 2022 do Sistema Ocemg (2022), sendo elas: Ativos Totais (V1), Patrimônio Líquido (V2), Capital Social (V3), Resultados (V4), Operações de Créditos (V5) e Receitas Totais (V6).

A base de dados foi formada acumulando a Demonstração de Resultado do Exercício (DRE) do arquivo 4010 junho e dezembro de 2021, ou seja, para as variáveis Resultados, Operações de Crédito e Receitas Totais. Já as variáveis Ativos Totais, Patrimônio Líquido e Capital Social foram utilizados os saldos do fechamento de dezembro.

Os dados extraídos do arquivo 4010 não incluíram as cooperativas centrais e federações do ramo crédito, enquanto o Anuário elaborado pelo Sistema Ocemg leva em consideração essas cooperativas para o seu *ranking*, sendo realizado ajustes necessários para manter apenas cooperativas de crédito singulares em todos os dados utilizados.

As análises descritivas e a PCA foram realizadas com auxílio do *software* R versão 3.6.3 (R Core Team, 2020) e dos pacotes:

- Ossani, P. C., Cirillo, M. A. (2021). MVar.pt: Análise multivariada. R package version 2.1.4.

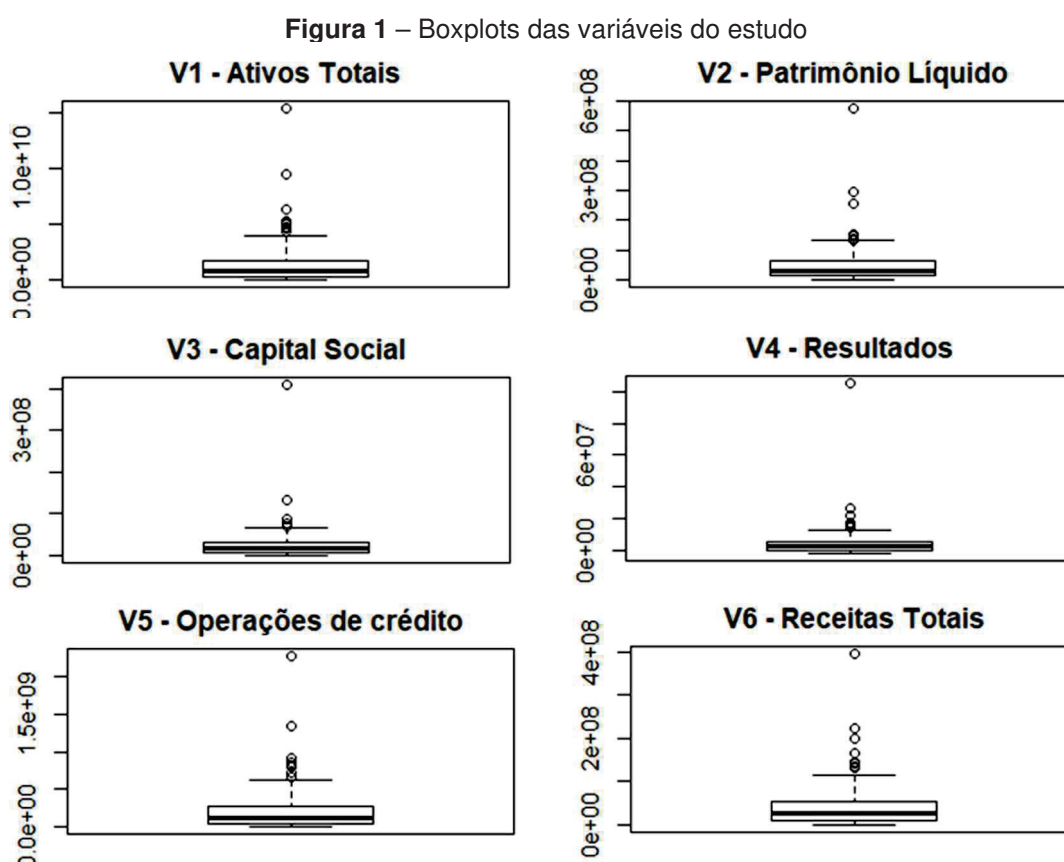
- Revelle, W. (2022) psych: Procedures for Personality and Psychological Research, Northwestern University, Evanston, Illinois, USA, <https://CRAN.R-project.org/package=psychVersion=2.2.5>;
- Taiyun Wei and Viliam Simko (2021). R package "corrplot": Visualization of a Correlation Matrix (Version 0.89). Available from <https://github.com/taiyun/corrplot>;
- Frank E Harrell Jr, with contributions from Charles Dupont and many others. (2021). Hmisc: Harrell Miscellaneous. R package version 4.5-0. <https://CRAN.R-project.org/package=Hmisc>;
- Hadley Wickham, Romain François, Lionel Henry and Kirill Müller (2021). dplyr: A Grammar of Data Manipulation. R package version 1.0.6. <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Análise descritiva dos dados

Inicialmente, procedeu-se a uma análise descritiva dos dados, com foco principal na análise da variabilidade, covariâncias e correlações entre as variáveis do estudo.

Da Figura 1 nota-se que todas as variáveis apresentaram grande amplitude e variabilidade. A variável Resultados é a única com valores mínimos negativos, pois na base de dados original existem cooperativas de crédito que apresentaram perdas no exercício de 2021. Vale destacar que as maiores cooperativas de crédito possuem valores monetários muito altos quando se compara as outras cooperativas, despontando-se como valores atípicos (*outliers*) na análise dos *boxplots*. O Sicoob Credicom é a cooperativa de crédito com maior discrepância em relação às demais em todas as variáveis



Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Conforme apresentado na Tabela 1, todas as variáveis apresentam variância muito elevada (diagonal principal da matriz de covariâncias estimadas), o que se justifica por se tratar de dados financeiros que, em geral, estão na casa dos milhões ou bilhões de reais.

**Tabela 1** - Matriz de covariâncias entre as variáveis do estudo

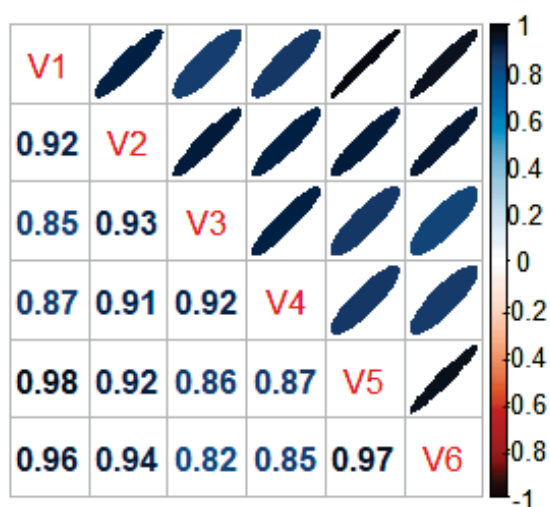
	V1	V2	V3	V4	V5	V6
V1	3,29265E+18	9,86837E+16	5,55042E+16	1,41448E+16	4,78695E+17	8,54072E+16
V2	9,86837E+16	3,50449E+15	1,98744E+15	4,86163E+14	1,46993E+16	2,72615E+15
V3	5,55042E+16	1,98744E+15	1,30573E+15	2,98733E+14	8,37997E+15	1,46361E+15
V4	1,41448E+16	4,86163E+14	2,98733E+14	8,10433E+13	2,1068E+15	3,77159E+14
V5	4,78695E+17	1,46993E+16	8,37997E+15	2,1068E+15	7,23903E+16	1,27803E+16
V6	8,54072E+16	2,72615E+15	1,46361E+15	3,77159E+14	1,27803E+16	2,42045E+15

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Notação: Um valor 1,5E+5 deve ser lido como 150000.

O coeficiente amostral de correlação linear de Pearson entre os pares de variáveis é apresentado na Figura 2. No geral, as variáveis estão altamente correlacionadas positivamente entre si, sendo a menor correlação aquela observada entre as variáveis Capital Social (V3) e Receitas Totais (V6) que representa 0,82. Em contrapartida, as variáveis Operações de Crédito (V5) e Ativos Totais (V1) tem a maior correlação observada, sendo igual a 0,98.

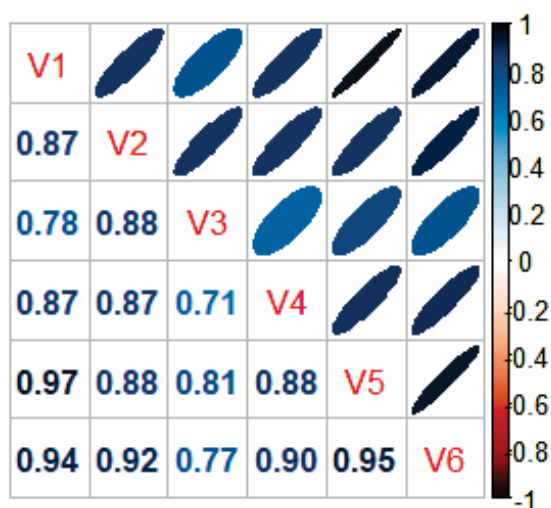
**Figura 2** – Correlograma Para as Variáveis do Estudo



Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Para a análise, resolveu-se considerar os casos em que as duas cooperativas de maior porte em termos de volume e aporte financeiro fossem retiradas da base de dados. Num primeiro caso (Figura 3), ao verificar os dados sem a maior cooperativa (Sicoob Credicom), nota-se, no geral, uma leve redução nas correlações entre as variáveis, mas permanecendo uma correlação positiva e alta. Entretanto, a menor correlação observada neste caso foi entre Capital Social (V3) e Resultados (V4), que representa 0,71, e a maior correlação permaneceram entre as variáveis Operações de Crédito (V5) e Ativos Totais (V1), a qual reduziu de 0,98 para 0,97.

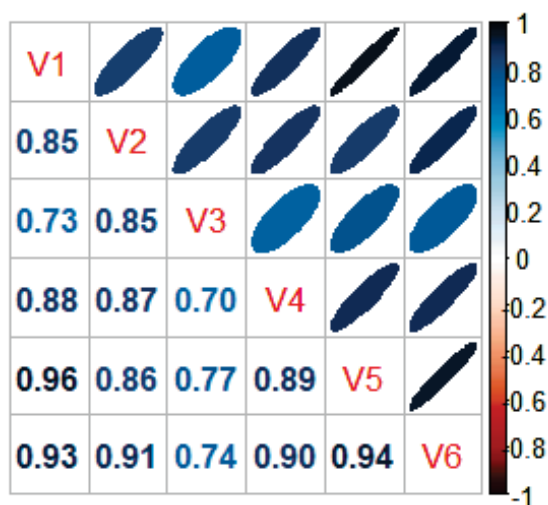
**Figura 3** - Correlograma Para as Variáveis do Estudo Sem a Cooperativa Sicoob Credicom



Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Num segundo caso (Figura 4), removendo as duas maiores cooperativas (Sicoob Credicom e Sicoob Aracoop), no geral, as correlações também apresentaram uma leve redução em comparação com o observado na Figura 1, mas permanecem altas e positivas. A menor correlação permaneceu entre Capital Social (V3) e Resultados (V4), que representava 0,71 e foi para 0,70; e as maiores correlações permaneceram com as variáveis Operações de Crédito (V5) e Ativos Totais (V1) que reduziu para 0,96.

**Figura 4** - Correlograma Para as Variáveis do Estudo Sem as Cooperativas Sicoob Credicom e Sicoob Aracoop



Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

## 4.2 Aplicação da análise de componentes principais

Devido aos elevados valores de variância das variáveis e discrepância entre suas variabilidades, procedeu-se à aplicação da PCA com base na matriz de correlação amostral em vez de se utilizar a matriz de covariâncias amostrais. Como mencionado na Seção 3, isso equivale a realizar a análise com base nas variáveis padronizadas de forma que sua média seja igual a 0 e sua variância seja igual a 1.

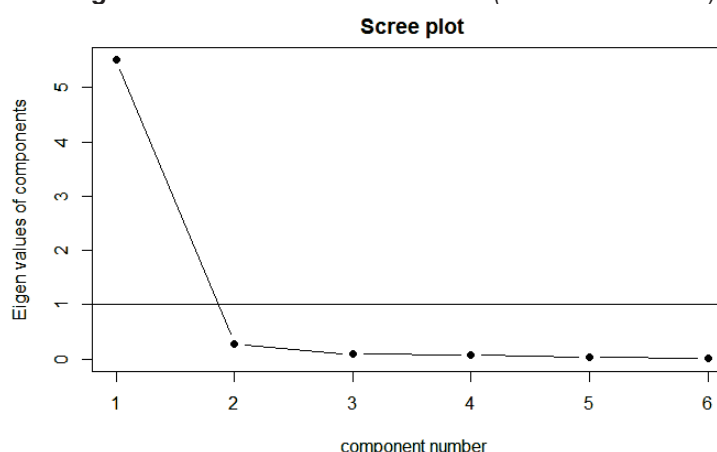
A Tabela 2 traz os resultados da análise considerando o conjunto de dados completos, ou seja, sem a remoção de nenhuma das cooperativas. De acordo com a análise dos autovalores, tem-se que a primeira componente principal é capaz de explicar 92,02% da variabilidade total dos dados, indicando que apenas essa componente deve ser considerada na análise. Tal resultado é esperado devido ao elevado grau de correlação observado entre as seis variáveis que compõem o estudo (Figura 2).

**Tabela 2** – Resultado da PCA para os Dados Completos

Variável Padronizada	PCA1	PCA2	PCA3	PCA4	PCA5	PCA6
Z1	0,1753	-0,6950	0,4230	1,5396	-3,7714	3,2619
Z2	0,1768	0,2236	-1,3739	-2,0879	-2,8632	-3,1360
Z3	0,1691	1,0968	-1,5712	1,4882	1,5136	2,3210
Z4	0,1704	0,8731	2,5981	-0,6275	0,1163	-0,2933
Z5	0,1764	-0,6406	0,1137	1,4661	2,0358	-5,8206
Z6	0,1743	-0,7975	-0,1616	-1,7451	3,0574	3,8247
$\hat{\lambda}_i$	5,5212	0,2821	0,0883	0,0688	0,0262	0,0134
<b>Porcentagem de Variância Total Explicada (%)</b>	92,02	4,70	1,47	1,15	0,44	0,22
<b>Porcentagem Acumulada de Variância Total Explicada (%)</b>	92,02	96,72	98,19	99,34	99,78	100

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

De fato, pelo critério de Kaiser (Figura 5), apenas a primeira componente apresenta autovalor superior a 1, ou seja, nenhuma das outras é capaz de explicar a variabilidade de pelo menos uma das variáveis padronizadas (cuja variância é igual a 1 por terem sido padronizadas).

**Figura 5** – Gráfico dos Autovalores (Critério de Kaiser)

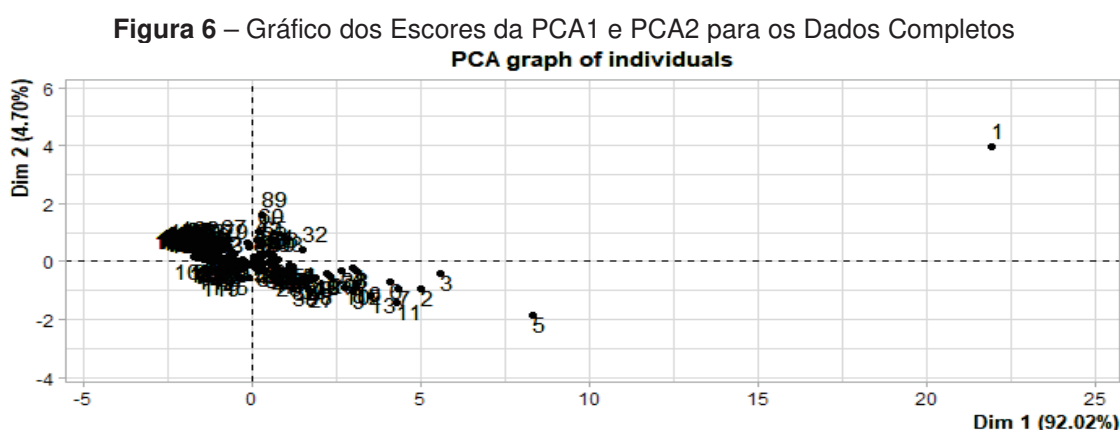
Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Em termos de interpretação, uma vez que todos os *loadings* associados à primeira componente principal (PCA1) são positivos (veja Tabela 2), tem-se que ela representa um Indicador de Desempenho Econômico e Financeiro para Cooperativas (IDG). Dessa forma, os escores da PCA1 podem ser utilizados para ranquear as cooperativas



levando em conta a informação de todas as seis variáveis incluídas no estudo. Quanto maior o IDG, melhor o ranqueamento da cooperativa. Tal ranqueamento será apresentado mais à frente. Vale notar que a magnitude numérica dos *loadings* é bastante similar, indicando que todas as variáveis terão contribuição semelhante no cálculo dos escores da PCA1.

A Figura 6 traz o gráfico de dispersão entre os escores de cada cooperativa obtidos através da primeira e da segunda componentes principais. As maiores cooperativas, Sicoob Credicom (representada pelo número 1) e Sicoob Aracoop (representada pelo número 5), apresentam escores na PCA1 que são muito mais elevados do que obtido para as demais cooperativas. Ambas têm movimentações financeiras em patamares muito mais elevados que as demais, o que justifica tal discrepância observada.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

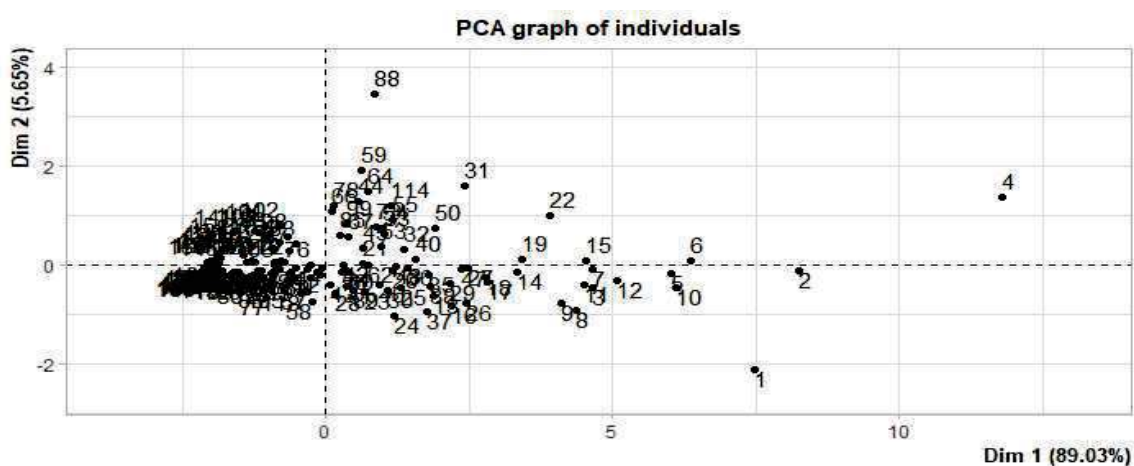
Ao realizar a PCA desconsiderando a cooperativa Sicoob Credicom (Tabela 3), a porcentagem de variância total explicada pela primeira componente caiu de 92,02% para 89,03%. Entretanto, pelo critério de Kaiser, permanece sendo necessário apenas uma componente para o ranqueamento das cooperativas. A primeira componente principal continua representando um índice geral de desempenho, pois todos os *loadings* são positivos e que também continuam com magnitude numérica similar.

**Tabela 3** – Resultado da PCA para os Dados sem Sicoob Credicom

Variável Padronizada	PCA1	PCA2	PCA3	PCA4	PCA5	PCA6
Z1	0,1753	-0,6950	0,4230	1,5396	-3,7714	3,2619
Z2	0,1768	0,2236	-1,3739	-2,0879	-2,8632	-3,1360
Z3	0,1691	1,0968	-1,5712	1,4882	1,5136	2,3210
Z4	0,1704	0,8731	2,5981	-0,6275	0,1163	-0,2933
Z5	0,1764	-0,6406	0,1137	1,4661	2,0358	-5,8206
Z6	0,1743	-0,7975	-0,1616	-1,7451	3,0574	3,8247
$\hat{\lambda}_i$	5,3419	0,3389	0,1647	0,0914	0,0430	0,0202
<b>Porcentagem de Variância</b>						
<b>Total Explicada (%)</b>	89,03	5,65	2,74	1,52	0,72	0,34
<b>Porcentagem Acumulada de</b>						
<b>Variância Total Explicada (%)</b>	89,03	94,68	97,42	98,94	99,66	100

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

A Figura 7 demonstra que com a remoção da cooperativa Sicoob Credicom os escores das cooperativas na primeira componente apresentaram menor amplitude. Algumas cooperativas, as maiores que permaneceram na análise, apresentaram escores mais elevados que as demais, porém, numa escala menos alarmante do que o observado na Figura 6. A cooperativa que agora aparece representada pelo número 4 é a Sicoob Aracoop, segunda maior cooperativa, a qual também se destacou na análise com os dados completos.

**Figura 7** – Gráfico dos Escores da PCA1 e PCA2 para os Dados sem Sicoob Credicom

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

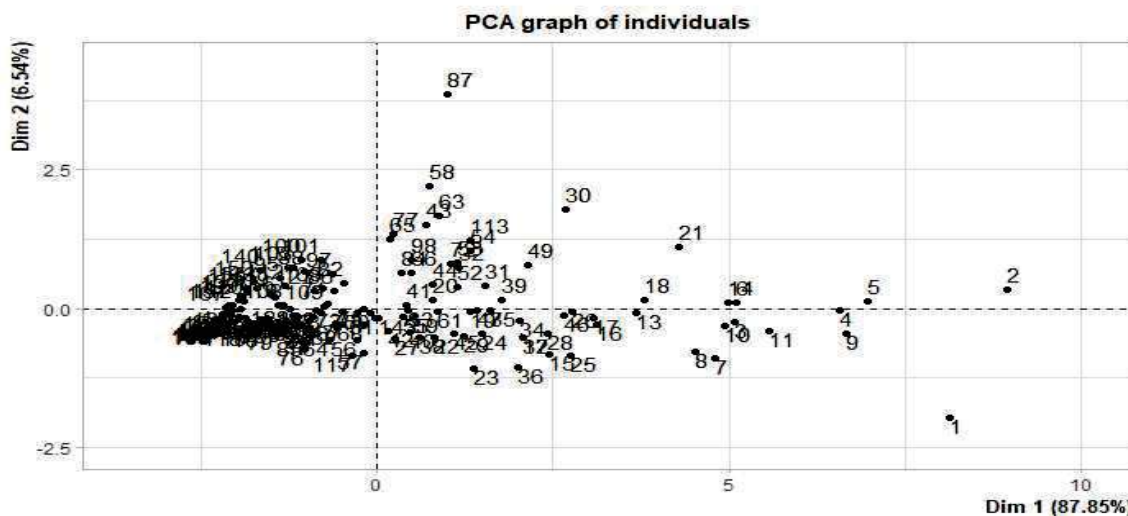
Por fim, a Tabela 4 e Figura 8 trazem o resultado da PCA no caso em que as cooperativas Sicoob Credicom e Sicoob Aracoop foram desconsideradas. A porcentagem de variância total explicada pela primeira componente caiu de 92,02% para 87,85% com relação à solução com os dados completos e de 89,03% para 87,85% com relação à solução onde apenas a Sicoob Credicom foi removida. Como nos casos anteriores, pelo critério de Kaiser, permanece sendo necessário apenas a retenção da primeira componente para o ranqueamento das cooperativas, a qual representa um índice geral de desempenho, pois todos os *loadings* têm sinal positivo e que, assim como nas soluções anteriores, têm magnitude numérica próxima. A remoção dessas duas cooperativas fez com que os escores das cooperativas na primeira componente apresentaram menor amplitude e sem valores muito discrepantes com relação aos demais, como fora observado nos dois casos anteriores.

**Tabela 4 – Resultados da PCA para os dados sem Sicoob Credicom e Sicoob Aracoop**

Variável Padronizada	PCA1	PCA2	PCA3	PCA4	PCA5	PCA6
Z1	0,1811	-0,4817	1,0472	0,1405	-3,0550	2,1410
Z2	0,1799	0,4258	-1,2019	-1,4986	-1,7865	-2,4266
Z3	0,1607	1,3120	0,5539	0,8384	0,5940	1,4465
Z4	0,1773	-0,4358	-1,4457	1,9741	0,4579	0,6719
Z5	0,1835	-0,3228	1,0848	0,3643	1,3395	-4,5255
Z6	0,1833	-0,3479	-0,0276	-1,6774	2,4668	2,8785
$\hat{\lambda}_i$	5,2708	0,3922	0,1635	0,1019	0,0477	0,0239
<b>Porcentagem de Variância</b>						
<b>Total Explicada (%)</b>	87,85	6,54	2,73	1,70	0,79	0,40
<b>Porcentagem Acumulada de</b>						
<b>Variância Total Explicada (%)</b>	87,85	94,39	97,12	98,82	99,61	100

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

**Figura 8** – Gráfico dos Escores da PCA1 e PCA2 para os Dados sem Sicoob Credicom e Sicoob Aracoop



Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

### 4.3 Ranqueamento das cooperativas via PCA

Os escores da primeira componente principal foram consideradas para ranquear as 20 cooperativas de crédito com melhores desempenho econômico e financeiro segundo o resultado da PCA. O ranqueamento considerando as três soluções propostas está apresentado na Tabela 5. Nos casos em que a Sicoob Credicom foi removida, ela foi *ad hoc* classificada na primeira posição e a Sicoob Aracoop foi alocada na segunda posição no caso em que ela não foi incluída na análise.

Numa comparação entre a primeira (com dados completos) e a segunda (dados sem a Sicoob Credicom) soluções, algumas observações são listadas abaixo:

- Não houve alteração no ranqueamento das 8 primeiras cooperativas;
- A cooperativa Sicoob União saiu da lista das 20 maiores dando lugar ao Sicoob Credivertentes que era a 21<sup>o</sup> colocada;
- O Sicoob Credilivre saiu da 9<sup>a</sup> colocação e passou para 12<sup>o</sup>;
- O Sicoob Coopermec subiu 2 posições, saindo de 12<sup>o</sup> para 10<sup>o</sup>;
- O Sicoob Divicred caiu uma posição saindo de 10<sup>o</sup> para 11<sup>o</sup> lugar;
- E Sicoob Credigerais saiu 11<sup>o</sup> posição e se posicionou em 9<sup>o</sup> lugar.

Numa comparação entre a primeira (com dados completos) e a terceira (dados sem a Sicoob Credicom e Sicoob Aracoop) soluções, algumas observações são listadas abaixo:

- Não houve alteração no ranqueamento das 8 primeiras cooperativas;
- A cooperativa Sicoob União saiu da lista das 20 maiores dando lugar ao Sicoob Credivertentes que era a 21ª colocada;
- O Sicoob Credilivre saiu da 9ª colocação e passou para 12ª;
- O Sicoob Coopermec subiu 2 posições, saindo de 12ª para 10ª;
- O Sicoob Divicred caiu uma posição saindo de 10ª para 11ª lugar;
- E Sicoob Credigerais saiu 11ª posição e se posicionou em 9ª lugar.

Não houve diferença no ranqueamento obtido entre a segunda (dados sem a Sicoob Credicom) e terceira (dados sem a Sicoob Credicom e Sicoob Aracoop) soluções para as 20 cooperativas com maior IDG.

**Tabela 5** – *Ranking* das 20 Cooperativas com os Maiores Índices de Desempenho Geral (IDG).

Posição	Dados Completos	IDG	Dados sem Sicoob Credicom	IDG	Dados sem Sicoob Credicom e Sicoob Aracoop	IDG
1º	SICOOB CREDICOM	9,3187	SICOOB CREDICOM	-	SICOOB CREDICOM	-
2º	SICOOB ARACOOB	3,5377	SICOOB ARACOOB	5,0904	SICOOB ARACOOB	-
3º	SICOOB AGROCREDI	2,3760	SICOOB AGROCREDI	3,5618	SICOOB AGROCREDI	3,8811
4º	SICOOB COOPEMATA	2,1221	SICOOB COOPEMATA	3,2300	SICOOB COOPEMATA	3,5298
5º	SICOOB CREDIPATOS	1,8523	SICOOB CREDIPATOS	2,7478	SICOOB CREDIPATOS	3,0219
6º	SICOOB CREDIVAR	1,8170	SICOOB CREDIVAR	2,6315	SICOOB CREDIVAR	2,8950
7º	SICOOB CREDIMEPI	1,7324	SICOOB CREDIMEPI	2,6008	SICOOB CREDIMEPI	2,8566
8º	SICOOB CREDIPONTAL	1,4962	SICOOB CREDIPONTAL	2,1908	SICOOB CREDIPONTAL	2,4228
9º	SICOOB CREDILIVRE	1,3165	SICOOB CREDIGERAIS	2,0117	SICOOB CREDIGERAIS	2,2132
10º	SICOOB DIVICRED	1,3155	SICOOB COPERMEC	2,0059	SICOOB COPERMEC	2,2013
11º	SICOOB CREDIGERAIS	1,3135	SICOOB DIVICRED	1,9613	SICOOB DIVICRED	2,1692

Posição	Dados Completos	IDG	Dados sem Sicoob Credicom	IDG	Dados sem Sicoob Credicom e Sicoob Aracoop	IDG
12º	SICOOB COPERMEC	1,2824	SICOOB CREDILIVRE	1,9505	SICOOB CREDILIVRE	2,1476
13º	SICOOB CREDIVASS	1,2697	SICOOB CREDIVASS	1,8864	SICOOB CREDIVASS	2,0802
14º	UNICRED INTEGRAÇÃO DE MINAS	1,1811	UNICRED INTEGRAÇÃO DE MINAS	1,7739	UNICRED INTEGRAÇÃO DE MINAS	1,9617
15º	SICOOB CREDICOPA	1,1216	SICOOB CREDICOPA	1,6828	SICOOB CREDICOPA	1,8662
16º	SICOOB COOPACREDI	0,9802	SICOOB COOPACREDI	1,4817	SICOOB COOPACREDI	1,6455
17º	SICOOB NOROESTE DE MINAS	0,9369	SICOOB NOROESTE DE MINAS	1,4453	SICOOB NOROESTE DE MINAS	1,6030
18º	SICOOB CREDICAF	0,7951	SICOOB CREDICAF	1,2174	SICOOB CREDICAF	1,3535
19º	SICOOB CREDINOR	0,7835	SICOOB CREDINOR	1,1998	SICOOB CREDINOR	1,3316
20º	SICOOB UNIÃO	0,7198	SICOOB CREDIVERTENTES	1,0765	SICOOB CREDIVERTENTES	1,2042

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Na análise univariada do Anuário 2022 elaborado pelo Sistema Ocemg com respeito a cada uma das variáveis, a cooperativa Sicoob Credicom se destaca em 1º lugar em todos os casos se desconsiderarmos as cooperativas centrais, conforme critério de exclusão considerado neste estudo. Entretanto a segunda maior segundo o IDG proposto, a Sicoob Aracoop, no *ranking* elencado no Anuário 2022 se destaca como segunda colocada em 4 das 6 variáveis: Ativos Totais, Capital Social, Operações de Crédito e Ingressos Totais. Nas variáveis Resultados e Patrimônio Líquido ela fica em terceiro lugar.

Levando em consideração as variáveis com maiores correlações entre si, Ativos Totais e Operações de Crédito, a Tabela 6 mostra como se comportou o ranqueamento com método univariado do Anuário 2022 *versus* o ranqueamento baseado no IDG calculado por meio da técnica PCA.

Quando comparamos as 20 primeiras posições baseadas na variável Ativos Totais com relação ao IDG, temos 6 posições que coincidiram e 14 cooperativas alteraram posições. A cooperativa Sicoob Centro-Oeste que figurava na 18ª posição em Ativos

Totais não ficou em entre as 20 cooperativas com maiores IDG. Já o Sicoob Credinor não figurava entre os maiores Ativos Totais e ficou posicionado em 19º lugar na PCA.

Já na comparação da variável Operações de Créditos com o IDG proposto, permanece-se que 6 posições coincidiram, 14 cooperativas alteraram posições e a cooperativa Sicoob Credinor aparece em 19º lugar no *ranking* por meio do IDG e não aparece na variável Operações de Crédito. A cooperativa Sicoob Credisudeste que não se posiciona entre as maiores cooperativas segundo o IDG figura em 20º lugar dentre as com maiores Operações de Crédito.

A cooperativa Sicoob Coopemata, que se posiciona em 7º lugar em Ativos Totais ficou em 4º lugar em Operações de Crédito e no *ranking* por meio do IDG. Já a Sicoob Agrocredi que aparece na 3ª posição do ranqueamento pelo IDG e pela variável Ativos Totais, posicionou em 16ª posição em relação ao *ranking* com base na variável Operações de Crédito.

**Tabela 6 – Ranking Univariado x Maiores Índices de Desempenho Geral (IDG).**

Posição	Ranking Anuário - Ativos Totais V1		Ranking Anuário - Operações de Crédito V5		Ranking Dados Completos - PCA1	
1º	SICOOB CREDICOM	R\$ 4.386	SICOOB CREDICOM	R\$ 2.354	SICOOB CREDICOM	9,3187
2º	SICOOB ARACOOOP	R\$ 1.790	SICOOB ARACOOOP	R\$ 1.424	SICOOB ARACOOOP	3,5377
3º	SICOOB AGROCREDI	R\$ 1.537	SICOOB CREDIPATOS	R\$ 939	SICOOB AGROCREDI	2,3760
4º	SICOOB CREDIVAR	R\$ 1.263	SICOOB COOPEMATA	R\$ 885	SICOOB COOPEMATA	2,1221
5º	SICOOB CREDIMEPI	R\$ 1.253	SICOOB CREDIVAR	R\$ 842	SICOOB CREDIPATOS	1,8523
6º	SICOOB CREDIPATOS	R\$ 1.220	SICOOB CREDIPONTAL	R\$ 834	SICOOB CREDIVAR	1,8170
7º	SICOOB COOPEMATA	R\$ 1.173	SICOOB CREDIMEPI	R\$ 733	SICOOB CREDIMEPI	1,7324
8º	SICOOB CREDIPONTAL	R\$ 1.104	SICOOB DIVICRED	R\$ 674	SICOOB CREDIPONTAL	1,4962
9º	SICOOB DIVICRED	R\$ 1.086	UNICRED INTEGRAÇÃO DE MINAS	R\$ 663	SICOOB CREDILIVRE	1,3165
10º	SICOOB CREDIVASS	R\$ 926	SICOOB CREDILIVRE	R\$ 659	SICOOB DIVICRED	1,3155

<b>Posição</b>	<b>Ranking Anuário - Ativos Totais V1</b>		<b>Ranking Anuário - Operações de Crédito V5</b>		<b>Ranking Dados Completos - PCA1</b>	
<b>11º</b>	SICOOB CREDILIVRE	R\$ 891	SICOOB CREDIVASS	R\$ 619	SICOOB CREDIGERAIS	1,3135
<b>12º</b>	SICOOB COPERMEC	R\$ 890	SICOOB COPERMEC	R\$ 589	SICOOB COPERMEC	1,2824
<b>13º</b>	UNICRED INTEGRAÇÃO DE MINAS	R\$ 889	SICOOB NOROESTE DE MINAS	R\$ 582	SICOOB CREDIVASS	1,2697
<b>14º</b>	SICOOB CREDICOPA	R\$ 843	SICOOB CREDICOPA	R\$ 580	UNICRED INTEGRAÇÃO DE MINAS	1,1811
<b>15º</b>	SICOOB COOPACREDI	R\$ 773	SICOOB CREDIGERAIS	R\$ 575	SICOOB CREDICOPA	1,1216
<b>16º</b>	SICOOB CREDIGERAIS	R\$ 744	SICOOB AGROCREDI	R\$ 566	SICOOB COOPACREDI	0,9802
<b>17º</b>	SICOOB NOROESTE DE MINAS	R\$ 739	SICOOB COOPACREDI	R\$ 545	SICOOB NOROESTE DE MINAS	0,9369
<b>18º</b>	SICOOB CENTRO - OESTE	R\$ 739	SICOOB CREDICAF	R\$ 530	SICOOB CREDICAF	0,7951
<b>19º</b>	SICOOB UNIÃO	R\$ 716	SICOOB UNIÃO	R\$ 519	SICOOB CREDINOR	0,7835
<b>20º</b>	SICOOB CREDICAF	R\$ 692	SICOOB CREDISUDESTE	R\$ 472	SICOOB UNIÃO	0,7198

Fonte: Bacen (2022) e elaborado pelos autores (2022)

Notação: Valores dos Ativos Totais e Operações em Milhões de Reais.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Elencar as maiores empresas com base em seu faturamento é frequente em diversas organizações, porém além do faturamento, é preciso considerar outras variáveis como: Capital próprio, Ativos Totais, Resultados, etc. O intuito de criar um *ranking* por meio de índices gerados através de técnica de estatística multivariada, faz-se válido pois permite apresentar os melhores desempenho das cooperativas de crédito com base em diversas variáveis conjuntamente.

Este trabalho buscou analisar de forma conjunta os principais indicadores contábeis das cooperativas de crédito do estado de Minas Gerais no ano de 2021, o que no Anuário de Informações Econômicas e Sociais do Cooperativismo Mineiro é feito por meio da análise univariada de cada variável.

Criar um índice geral que contenha todas as variáveis ranqueadas juntamente, é interessante para tomada de decisão, pois fornece um panorama das maiores cooperativas considerando toda sua estrutura, ao invés de uma única métrica.

O indicador IDG proposto apresentou coerência ao ranquear as cooperativas. As variáveis tiveram alta correlação entre si, de forma que, na análise com a base dados completos, apenas uma componente principal foi capaz de explicar 92,02% da variabilidade total das seis variáveis incluídas no estudo. Isso que torna o modelo parcimonioso e eficaz, pois reduz de seis variáveis em apenas uma para auxiliar na tomada de decisão.

A solução para o IDG foi considerada em três diferentes cenários, considerando a remoção ou não das duas cooperativas com valores atípicos (muito mais elevados) dentre as 20 maiores cooperativas identificadas. O ranqueamento proposto por meio do IDG foi comparado ao resultado apresentado no Anuário com base nas análises univariadas, bem como as três diferentes soluções foram comparadas entre si. As principais mudanças no ranqueamento foram destacadas.

Como limitações do estudo, vale ressaltar que a análise foi efetuada a partir de dados monetários de seis indicadores contábeis elencadas do Anuário do Cooperativismo Mineiro visando a redução de variáveis. Dessa forma, outros indicadores patrimoniais e de resultados não foram abordados no desenvolvimento do estudo. Além disso, são englobadas 170 cooperativas de crédito de Minas Gerais no ano de 2021, e as análises estão condicionadas à amostra e ao ano abrangido na pesquisa.

Para futuras pesquisas, sugere-se o incremento de novos indicadores contábeis para desenvolver modelos a partir da aplicação da Análise de Componentes Principais ou Análise Fatorial, e que incluam cooperativas de outros estados e a nível Brasil. Além disso, recomenda-se a aplicação do modelo aqui desenvolvido para verificar e comparar o desempenho de diferentes instituições financeiras, não se limitando apenas ao contexto das cooperativas de crédito.

## REFERÊNCIAS

BRESSAN, Valéria Gama Fully *et al.* Uma proposta de indicadores contábeis aplicados às cooperativas de crédito brasileiras. **Revista Contabilidade e Controladoria**, v. 2, n. 3, 2010.

DRUMOND, Vitória Resende Soares. **As sociedades cooperativas e a prática dos princípios cooperativistas**. Belo Horizonte: 2011.

ESCOFIER, B.; PAGÈS, J. **Análisis factorialies simples y multiples: objetctivo, métodos y interpretación**. Bilbao. Ed. Universidad del Pais Vasco, 1992

Frank E Harrell Jr, with contributions from Charles Dupont and many others. (2021). **Hmisc: Harrell Miscellaneous**. R package version 4.5-0. <https://CRAN.R-project.org/package=Hmisc>

GAWLAK, Albino. **Cooperativismo: primeiras lições**. 4<sup>o</sup> ed. Brasília: SESCOOP, 2010. 111 p.

Hadley Wickham, Romain François, Lionel Henry and Kirill Müller (2021). **dplyr: A Grammar of Data Manipulation**. R package version 1.0.6. <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>

HAIR, Joseph F. Jr.; ANDERSON, Rolph E.; TATHAN, Ronald L.; BLACK, William C; **Análise Multivariada de dados**. Tradução Adonai Schlup Sant'Anna e Anselmo Chaves Neto. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

JOHONSON, R.A., WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. 3 rd ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1992.

LEI 5.764, de 16 de dezembro de 1971. **Presidência da República Casa Civil: Subchefia para Assuntos Jurídicos**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L5764.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L5764.htm)>. Acesso em: 01/11/2022.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005. 295p.

OCB. **Organização das Cooperativas Brasileiras**. Disponível em: <<https://anuario.coop.br/ramos/credito/>> Acesso em: 01 nov. 2022.

OCEMG. **Sindicato e Organização das Cooperativas do Estado de Minas Gerais**. Disponível em: <<http://www.minasgerais.coop.br>> Acesso em: 01 nov. 2022.

OCEMG. **Sindicato e Organização das Cooperativas do Estado de Minas Gerais**. Disponível em: <<https://sistemaocemg.coop.br/wp-content/uploads/2022/06/sistemaocemg.coop.br-ap-anuario-ocemg-2022-web-1.pdf>> Acesso em: 01 nov. 2022

Ossani, P. C., Cirillo, M. A. (2021). **MVar.pt: Análise multivariada**. R package version 2.1.4.

PINHEIRO, Marcos Antonio Henriques. **Cooperativas de crédito: história da evolução normativa no Brasil**. 6 ed. – Brasília: BCB, 2008.

PINHO, Diva Benevides. **O cooperativismo no Brasil. Da Vertente Pioneira à Vertente Solidária**. São Paulo: Saraiva, 2004. 357 p.

R Core Team (2020). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

REIS, E. **Estatística multivariada aplicada.2.** ed. Lisboa: Edições Silabo, 2001. 343 p.

REGAZZI, A.J. **Análise multivariada, notas de aula INF 766**, Departamento de Informática da Universidade Federal de Viçosa, v.2, 2000.

Revelle, W. (2022) **psych: Procedures for Personality and Psychological Research**, Northwestern University, Evanston, Illinois, USA, <https://CRAN.R-project.org/package=psychVersion=2.2.5>

SOARES, Marden Marques; SOBRINHO, Melo; MICROFINANÇAS, A. D. O papel do Banco Central do Brasil e a importância do cooperativismo de crédito. **Brasília: BCB**, 2008.

Taiyun Wei and Viliam Simko (2021). **R package "corrplot": Visualization of a Correlation Matrix (Version 0.89)**. Available from <https://github.com/taiyun/corrplot>

VARELLA, Carlos Alberto Alves. **Análise de Componentes Principais**. Departamento de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2008

Word Council of Credit Unions – WOCCU. **Relatório Estatístico**. Disponível em: < <https://www.woccu.org/about/history> >. Acesso em: 01/11/2022