

Indicadores de desempenho na gestão universitária: um estudo com análise de componentes principais e análise de clusters

Performance indicators in university management: a study with Principal Component Analysis and Cluster Analysis

*Homero Scapinelli **Leonardo Flach ***Luísa Karam de Mattos

Informações do artigo

Recebido em: 03/08/2021

Aprovado em: 12/05/2022

Palavras-chave:

Análise de agrupamentos. Análise de componentes principais. Indicadores de desempenhos das IFES. Gestão universitária.

Keywords:

cluster analysis; principal component analysis; higher education; development indicators, higher education management.

Autores:

*Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS)

homero.scapinelli@ufms.br

<https://orcid.org/0000-0003-2937-7138>

**Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

leonardo.flach@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4316-0704>

***Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

luisakmattos@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1990-3034>

Como citar este artigo:

SCAPINELLI, Homero; FLACH, Leonardo; MATTOS, Luísa Karam de. Indicadores de desempenho na gestão universitária: um estudo com análise de componentes principais e análise de clusters.

Competência, Porto Alegre, v. 15, n. 1, jun. 2022.

Resumo

Esta pesquisa tem por objetivo analisar os indicadores de desempenho das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) brasileiras. Como método de pesquisa, foram aplicadas as análises estatísticas multivariadas intituladas análise de componentes principais e análise de clusters. A amostra do estudo consiste em todas as Instituições Federais de ensino superior cadastradas no Sistema Integrado de Monitoramento Execução e Controle do Ministério da Educação (SIMEC), atendendo decisão 408/2002 do TCU. Os resultados da pesquisa permitiram identificar e sintetizar os principais indicadores que afetam o desempenho das universidades federais. Identificou-se também a universidade referência (benchmark) para cada variável estudada. Por meio da análise dos componentes principais, foi possível demonstrar que três componentes explicam 76,55% do total de dados e reduzem o quantitativo de 12 dimensões originais para 3 componentes. Os resultados da aplicação da análise de clusters (agrupamentos) demonstraram a formação de seis clusters com universidades similares em seus valores dos indicadores de desempenho. Os resultados desta pesquisa contribuem significativamente no provimento de elementos que permitam a verificação dos indicadores de desempenho das universidades federais, para que sejam realizados diagnósticos organizacionais, subsidiando a prospecção de estratégias para maximizar a eficiência e alcançar melhores resultados.

Abstract

This research aims to analyze the performance indicators of Brazilian Higher Education Institutions. We applied multivariate statistical analyzes called principal components analysis and cluster analysis. The study sample consists of all Brazilian Higher Education Institutions registered in the Integrated Monitoring, Execution and Control System of the Ministry of Education (SIMEC), which comply with TCU decision 408/2002. The research results made it possible to identify and summarize the main indicators that affect the performance of federal universities. The results of the principal component analysis demonstrate that three components explain 76.55% of the total data and reduce the amount of 12 original dimensions to 3 components. The results of the application of cluster analysis (groupings) showed the formation of six clusters with similar universities in the performance indicators. The results of this research significantly contribute to the provision of elements that allow the verification of performance indicators of universities, so that organizational diagnoses are carried out, subsidizing the prospection of strategies to maximize efficiency and achieve better results.

1 INTRODUÇÃO

As Instituições de Ensino Superior-IFES estão se adequando ao novo sistema de gerenciamento, pois a avaliação institucional e os resultados estão sendo cobrados pelos órgãos de controle e pela sociedade.

Estudos e iniciativas para propor mecanismos de averiguação de uma sistemática estão sendo realizados nos últimos anos. Percebe-se um crescimento no quantitativo de pesquisas internacionais e nacionais que procuraram analisar o nível do desempenho de Instituições de Ensino Superior (IES), de natureza pública ou privada (TACHIZAWA; ANDRADE, 2006; KOBIS; REIS, 2008; VILLE; VALADKHANI, 2009; CRISPIM; LUGOBONI, 2012; MOÇO, 2007; SONNEBORN, 2004).

É importante destacar que grande parte dos estudos sobre desempenho de IES faz menção ao desempenho gerencial das instituições. O foco está em diagnosticar a qualidade das práticas institucionais que sejam revertidas ao desenvolvimento da comunidade acadêmica. A análise de desempenho em gestão universitária é considerada um avanço significativo para aqueles que são receptores de seus resultados (VIDOVICH; SLEE, 2010)

Com base neste contexto, o Tribunal de Conta da União (TCU) e as Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) iniciaram estudos para estabelecer uma sistemática de mensuração desses resultados. E foi estabelecida a Decisão nº 408/2002 – TCU, a qual determinou que as IFES incorporassem nos seus relatórios de gestão os indicadores de desempenho, no intuito de construir uma série histórica da evolução de aspectos gerenciais relevantes, e orientar seus gestores às boas práticas administrativas. Sob a ótica do TCU (2022), esses indicadores são fundamentais no acompanhamento do desempenho das entidades, permitindo a análise das contas do governo e auditorias de natureza operacional, direcionadas à identificação de boas práticas e de oportunidades de melhoria na gestão. Tais indicadores são utilizados pelo Ministério da Educação para monitorar as ações e resultados das IFES. Os indicadores também são utilizados pelas IFES, para a identificação de melhorias e incorporar da melhor forma possível a metodologia adotada que tenha logrado êxito. O acompanhamento da evolução desses indicadores também pode ser útil como ferramenta de apoio às ações que contribuam para o planejamento institucional (TCU, 2022).

Por outro lado, observa-se que, ao definir os indicadores na norma, não foram estabelecidos parâmetros de referência para cada indicador. Estes parâmetros poderiam auxiliar as IFES na análise de seus resultados, para verificar se estaria abaixo ou acima do esperado. Estes indicadores possibilitam averiguar em que escala a IFES se coloca em relação à média, e ao topo da escala.

Esta pesquisa tem por objetivo analisar os indicadores de desempenho das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) brasileiras. Este estudo se justifica pela contribuição que estes indicadores podem fornecer para a tomada de decisão na gestão universitária, para accountability, compartilhamento público do desempenho universitário, resposta para a sociedade dos indicadores de desempenho das universidades, série histórica de desempenho das IFES, evolução dos indicadores, bem como uma curva de evolução de cada universidade em seu desempenho.

2 REVISÃO DA LITERATURA

As mudanças vivenciadas pela administração pública, nos últimos anos, geraram uma verdadeira revolução no modo de gerir os recursos disponíveis. A redefinição do papel do Estado e seus reflexos na gestão pública brasileira também foram propiciados pelo grande desenvolvimento tecnológico administrativo e na política de gestão por resultados. Esses avanços impuseram desafios na reestruturação de todo o aparato administrativo (OSBORNE; GAEBLER, 1995).

Para Giacomello e Oliveira (2014), a premissa básica para qualquer sistema de medição de desempenho é orientar a melhoria contínua e o desempenho operacional. Entretanto, a dificuldade de se encontrar indicadores baseados em métricas isentas de críticas, que sejam adequados, e efetivamente úteis ao processo de avaliação interna e externa, é um consenso. Uma gama de iniciativas remete a propostas de índices de avaliação em diferentes países, o que demonstra a importância fornecida para esta questão (BERTOLIN, 2009).

Na gestão pública, a perspectiva atual é a busca por: maior efetividade na missão organizacional, redução de custos, maior grau de eficiência, comprometimento com o bem público, maior eficiência nas práticas de gestão. Estes tentos afetam parâmetros para medir o desempenho organizacional. Nessa perspectiva, a gestão do desempenho é um conjunto sistemático de ações que buscam estabelecer os resultados a serem alcançados e os recursos necessários para tanto, incluindo os mecanismos de alinhamento das estruturas implementadoras, sistemática de monitoramento e avaliação (BRASIL, 2004).

3 MÉTODO DE PESQUISA

Esta pesquisa adotou a abordagem epistemológica positivista. Foram aplicados os métodos estatísticos multivariados (RICHARDSON, 1999) de análise de componentes principais (*Principal Component Analysis*, PCA), e Análise de agrupamentos, também conhecida como *cluster analysis* ou análise de conglomerados. A amostra do estudo consiste em todas as

Instituições Federais de ensino superior cadastradas no Sistema Integrado de Monitoramento Execução e Controle do Ministério da Educação (SIMEC), que atendem a decisão 408/2002 do TCU.

Para acompanhar e avaliar essa eficiência e efetividades das ações das IFES, emerge a decisão nº. 408/2002 do Tribunal de Contas da União, determinando que as Instituições Federais de Ensino Superior incorporassem em seus relatórios de gestão um conjunto de indicadores de desempenho, no intuito de construir uma série histórica da evolução de aspectos relevantes gerenciais, orientando a auditoria de natureza operacional para as boas práticas administrativas (TCU, 2022).

Esse conjunto de indicadores constitui um modelo de gestão para que as Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) mensurem seus gastos financeiros em relação à qualidade dos serviços prestados aos docentes, discentes e a sociedade. Isto permite o acompanhamento do desempenho das instituições, servindo de instrumento de aprimoramento da gestão das IFES. Esses indicadores permitem, também, a identificação dos órgãos que possuem boas práticas de gestão, e que poderiam servir de exemplo para instituições com características similares (FERREIRA; SANTOS; PESSANHA, 2013).

Cada um dos indicadores de desempenho propostos pelo Tribunal de Contas da União (TCU 2022) apresenta uma metodologia de cálculo, com a finalidade de retratar a eficiência administrativa da IFES a partir dos gastos das instituições com seus alunos, professores e funcionários. Neste estudo, foram incluídos os indicadores de desempenho utilizados para avaliação contínua pelos órgãos de controle, para avaliação do desempenho operacional das IES. São eles: custo corrente com Hospital Universitário (HU) / aluno equivalente; custo corrente sem HU/ aluno equivalente; aluno em tempo integral / professor equivalente; aluno em tempo integral/ funcionário equivalente com HU; aluno em tempo integral/ funcionário equivalente sem HU; funcionário equivalente com HU/ professor equivalente; funcionário equivalente sem HU/ professor equivalente; Grau de Participação Estudantil (GPE); Grau de envolvimento Discente com Pós-Graduação (GEPG); conceito CAPES/MEC para a Pós-Graduação; Índice de Qualificação do Corpo Docente (IQCD); Taxa de Sucesso na graduação (TSG).

Com a finalidade de reduzir as dimensões de indicadores, sem perder informações e agrupar as universidades com base em seus indicadores, foram utilizadas as técnicas de estatística multivariada Análise de Componentes Principais (ACP) e Análise de Agrupamentos (AA).

O objetivo principal da análise de componentes principais é de explicar a estrutura da variância e covariância de um vetor aleatório, composto de p variáveis aleatórias, por meio de

combinações lineares das variáveis originais. Essas combinações lineares são chamadas de componentes principais e são não correlacionadas entre si (HONGYU; SANDANIELO; OLIVEIRA JUNIOR, 2016).

Utiliza-se esta técnica para geração de índices e agrupamento de indivíduos. A análise agrupa os indivíduos de acordo com sua variação. Isto é, os indivíduos são agrupados por suas variâncias, seu comportamento dentro da população, pela variação do conjunto de características que define o indivíduo. Deste modo, a técnica agrupa os indivíduos de uma população segundo a variação de suas características.

Estas técnicas de análise estatística multivariada foram desenvolvidas para resolver problemas específicos, e podem ser utilizadas para auxiliar na resolução de problemas como redução da dimensionalidade das variáveis, agrupar os indivíduos (observações) pelas similaridades, em diversas áreas do conhecimento (KHATTREE; NAIK, 2000).

Nesta pesquisa, busca-se a redução da quantidade de variáveis de estudo e o agrupamento das universidades brasileiras, de acordo com seus indicadores. Além disso, os resultados da adoção desta metodologia permitem verificar o posicionamento de cada universidade em relação aos seus pares, se está abaixo ou acima da média, bem como em qual agrupamento a instituição se encontra. Com base na análise dos resultados dos indicadores e adoção deste método, torna-se possível realizar a comparação entre a *performance* e o desempenho relativo (*benchmark*), auxiliar a tomada de decisão na gestão universitária e planejar de ações para alavancar os indicadores.

A utilização de critérios de *performance* para mensurar os resultados alcançados pelos gestores vai ao encontro da transparência, *accountability*, melhoria contínua, e contribui para demonstrar como estão sendo geridos os recursos públicos e quais resultados estão sendo alcançados. Sob a visão da gestão pública, esses indicadores apresentam-se como uma ferramenta de *feedback* ou retroalimentação para o processo de aprendizagem organizacional, auxiliam tanto na elaboração do planejamento quanto no controle, com foco na melhoria da *performance* (VILLE; VALADKHANI, 2009).

Para a elaboração do banco de dados, foram utilizados os indicadores de desempenho definidos na Decisão nº 408/2002 do TCU, para todas as Universidades Federais do Brasil, ano base 2019. Foram utilizados o banco de dados do Sistema Integrado de Monitoramento Execução e Controle do Ministério da Educação, relatório TCU. Os dados foram analisados por meio de rotinas computacionais implementadas nos softwares R 3.0.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014); *Statistics/Data Analysis* – STATA/SE, 13.0, IBM SPSS Statistics, e Excel.

Para auxiliar na análise dos dados levantados, torna-se fundamental descrever quais foram os indicadores utilizados, sua finalidade, sistemática de cálculo e a respectiva aplicabilidade, possibilitando utilizá-los como ferramenta para a autoavaliação institucional.

Os dois primeiros indicadores propostos pelo TCU têm como base de cálculo as despesas correntes da IFES em relação ao quantitativo de alunos equivalentes, sendo diferenciados basicamente pela inclusão ou não das despesas correntes dos Hospitais de Ensino, como demonstrado (TCU, 2022):

$$\text{Custo corrente com HU / aluno equivalente} = \text{custo corrente} / (A_gE + A_{pg}TI + A_rTI) \quad (1)$$

$$\text{Custo corrente sem HU / aluno equivalente} = \text{custo corrente} / (A_gE + A_{pg}TI + A_rTI) \quad (2)$$

No custo corrente com HU (I) são computadas todas as despesas correntes da Universidade, inclusive hospital universitário. São subtraídas as seguintes despesas: 65% das despesas correntes com hospitais universitários e maternidades; e 100% das despesas com aposentadorias e reformas, pensões; sentenças judiciais; despesas com pessoal cedido, docentes e técnicos administrativos; e as despesas com afastamento do país por docentes e técnicos administrativos.

As despesas correntes correspondem a um dos agregados da despesa pública, refletindo genericamente os gastos em bens e serviços consumidos dentro do ano corrente, com vista à satisfação de compromissos e necessidades sociais e coletivas. Na ótica de contas nacionais, a despesa corrente é composta por despesas com pessoal, consumo intermédio, prestações sociais, subsídios, juros e outra despesa corrente.

A variável Aluno Equivalente retrata a quantidade total de alunos matriculados em cada IFES, com base em cálculo que equipara os alunos dos cursos a fatores como: nível dos custos, tempo previsto de duração dos cursos e eficiência na formação dos ingressantes. Para tanto, é utilizado um modelo matemático específico que inclui várias constantes e distintas variáveis. Busca-se, com isso, chegar a um total de alunos que sirva de comparação para todos os cursos em todas as IFES objeto do cálculo (BRASIL/MEC, 2005).

A variável Aluno equivalente Graduação é obtida utilizando-se a seguinte sistemática de cálculo:

$$(A_gE) = \sum \text{ todos os cursos } \{ (N_{di} \cdot D_{pc}) (1 + [\text{Fator de Retenção}]) + ((N_i - N_{di}) / 4) \cdot D_{pc} \},$$

onde:

N_{di} = Número de diplomados, no ano letivo referente ao exercício, em cada curso;

D_{pc} = Duração padrão do curso de acordo com a tabela da SESu;

N_i = Número de alunos que ingressaram, no ano letivo relativo ao exercício, em cada curso e Fator de Retenção e Peso do grupo calculados de acordo com metodologia da SESu

Os alunos em tempo integral da pós-graduação (ApgTI), alunos em tempo integral de residência (ARTI), número total de alunos de mestrado, doutorado e residência médica, são computados com peso dois.

No segundo indicador custo corrente sem HU (II), a diferença em relação ao indicador (I) está na definição dos componentes que compõem as despesas correntes, onde são deduzidas 100 % das despesas correntes totais do(s) hospital(is) universitário(s) e maternidade. As demais deduções e sistemática de cálculos permanecem inalteradas.

A variável aluno em tempo integral da graduação (AgTI) é calculada como o aluno equivalente, que foi anteriormente detalhada. Todavia, não utiliza o peso do grupo para o respectivo cálculo.

O terceiro indicador considera o somatório de alunos de tempo Integral a graduação (AgTI), mais os Alunos tempo Integral da pós-graduação (ApgTI), e os da Residência médica (ArTI), divididos pelo número de Professores equivalentes. A sistemática de cálculo é dada pela seguinte fórmula:

$$\text{Aluno tempo integral / professor equivalente} = \frac{AgTI + ApgTI + ArTI}{\text{Número de Professores Equivalentes}} \quad (3)$$

Para o cálculo de professores equivalentes foi considerado como referência o docente de tempo integral (40 horas/semana, com ou sem Dedicção Exclusiva - DE). Para os professores com regime DE e 40 horas, o quantitativo foi multiplicado pelo peso 1,00 e os professores com 20 h deverá ser multiplicado pelo peso 0,50.

O quarto e quinto indicadores levam em consideração o somatório de alunos de tempo Integral a graduação (AgTI), mais os Alunos tempo Integral da pós-graduação (ApgTI) e os da Residência médica (ArTI), divididos pelo número de funcionários equivalentes. A sistemática de cálculo é dada pela seguinte fórmula:

$$\text{Aluno tempo integral / Funcionários equivalentes} = \frac{AgTI + ApgTI + ArTI}{\text{Funcionários Equivalentes com HU}} \quad (4)$$

$$\text{Aluno tempo integral / Funcionários equivalentes} = \frac{AgTI + ApgTI + ArTI}{\text{Funcionários Equivalentes sem HU}} \quad (5)$$

Para o cálculo de funcionários equivalentes foi considerado como referência servidor de tempo integral (40 horas/semana), convertendo-se proporcionalmente os que se enquadram em outros regimes de trabalho. Para o caso de 20 horas/semana, foi multiplicado pelo peso de 0,50; para o caso de 30 horas/semana foi multiplicado pelo peso de 0,75 e para o caso de 40 horas/semana multiplicou-se pelo peso de 1,00.

Na definição dos indicadores sem HU foram excluídos os funcionários técnicos administrativos vinculados ao hospital

universitário e maternidade, na contagem do número de funcionários equivalentes.

O sexto e sétimo indicadores consideram o somatório de Funcionários equivalentes em relação ao quantitativo de professores equivalentes, com e sem hospital universitário e maternidade. A sistemática para cálculo dos professores e funcionários equivalentes já foi identificada anteriormente e o resultado é obtido pela fórmula:

$$\text{Funcionário equivalente / professor equivalente} = \frac{\text{Funcionário Equivalente com HU}}{\text{Professores Equivalentes}} \quad (6)$$

$$\text{Funcionário equivalente / professor equivalente} = \frac{\text{Funcionário Equivalente com HU}}{\text{Professores Equivalentes}} \quad (7)$$

O oitavo indicador proposto pelo TCU é o Grau de Participação Estudantil (GPE), que foi calculado pela razão entre o número de alunos de graduação em tempo integral (AgTI) e o total de alunos regularmente matriculados na graduação (AG). Esse indicador terá como fator máximo 1. Quanto mais próximo de 1 maior será a permanência do aluno na universidade. Neste sentido, o aluno tem dedicação integral ao curso, não divide as aulas com outras atividades (trabalho), ou seja, usufrui da infraestrutura física (laboratórios, bibliotecas, programas de iniciação científica).

$$\text{GPE} = \frac{\text{AgTI}}{\text{Ag}} \quad (8)$$

O nono indicador consiste no Grau de Envolvimento Discente com a Pós-Graduação (GEPG). Ele mede a relação entre o número de estudantes de pós-graduação stricto sensu (ApG) e total de alunos matriculados na universidade, na graduação (AG) e da pós-graduação (ApG).

$$\text{GEPG} = \frac{\text{ApG}}{\text{Ag} + \text{ApG}} \quad (9)$$

O décimo indicador é o conceito CAPES/MEC para a Pós-Graduação, que determina a qualidade dos cursos de pós-graduação stricto sensu. Ele é calculado com base no conceito de 1 a 7 que o curso de pós-graduação recebeu no último ano de avaliação da CAPES. Dividem-se todos esses conceitos pelo número de cursos avaliados.

$$\text{Conceito CAPES} = \frac{\sum(\text{CONCEITOS DE TODOS OS CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO})}{\text{QUANTIDADE DE CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO}} \quad (10)$$

O décimo primeiro indicador é o IQDC – Índice de Qualificação do Corpo Docente, que é calculado tomando-se por base o quantitativo de professores com Doutorado-D, Mestrado-M, Especialização-E e Graduação-G, multiplicados pelos pesos 5, 3, 2 e 1 respectivamente, dividido pelo quantitativo total de docentes com Doutorado, Mestrado, Especialização e Graduação.

$$\text{IQCD} = \frac{\sum(5 \cdot D + 3 \cdot M + 2 \cdot E + G)}{\sum(D + M + E + G)} \quad (11)$$

O último indicador proposto pelo TCU é a Taxa de Sucesso na Graduação (TSG). Este é considerado um importante indicador que reflete a organização e o desempenho das IFES. Isso porque a TSG mede a relação entre os alunos ingressantes e os diplomados, isto é, a quantidade de alunos formados, em tempo regular, em relação à quantidade de alunos que entram na universidade a cada ano. Assim sendo, quanto mais próximo de 100%, melhor é o resultado do indicador, pois estará informando que todos os alunos que ingressaram na Universidade em determinado período formaram-se no tempo regular.

$$\text{TSG} = \frac{\text{NÚMERO DE ALUNOS DIPLOMADOS}}{\text{NÚMERO DE ALUNOS INGRESSANTES}} \quad (12)$$

Para o número de diplomados deve-se considerar o número de concluintes (que completaram os créditos, mesmo não tendo colado grau) dos cursos no ano letivo correspondente ao exercício, somando-se o número de concluintes nos dois semestres do ano.

Se o número de diplomados do 2º semestre do ano X não estiver disponível, em decorrência de atraso no calendário letivo, devem ser utilizados no cálculo o número de diplomados do 2º semestre do ano X-1 e número de diplomados do 1º semestre do ano X.

Para o cálculo dos ingressantes, deve ser considerado o ano ou semestre do suposto ingresso dos estudantes que se graduam no exercício, com base na duração padrão prevista para cada curso, ou seja, conforme grade curricular que compreende o período entre 4 e 6 anos.

A Análise de Componentes Principais (ACP) é uma técnica estatística de análise multivariada que transforma linearmente um conjunto original de variáveis, inicialmente correlacionadas entre si, num conjunto substancialmente menor de variáveis não correlacionadas que contém a maior parte da informação do conjunto original.

A Análise de Componentes Principais tem sido muito utilizada por pesquisadores por remover a multicolinearidade entre variáveis transformando-as em um conjunto de variáveis não correlacionadas, chamadas de componentes principais. Também reduz a massa de dados em poucos componentes ortogonais que explicam a variação dos dados em proporções de ordem decrescente. Entretanto, a ACP não é recomendada quando se têm muitos zeros na matriz de dados, ou muitos dados ausentes, pois é muito sensível a outliers (HONGYU; SANDANIELO; OLIVEIRA

JUNIOR, 2016).

Cada componente principal representa uma combinação linear de todas as variáveis originais independentes entre si e estimados com o propósito de reter, em ordem de estimação, o máximo de informação, em termos da variação total contida nos dados (JOHNSON; WICHERN, 2007; HONGYU, 2015).

Uma das vantagens do método de análise de componentes principais está na retirada da multicolinearidade das variáveis, pois permite transformar um conjunto de variáveis originais intercorrelacionadas em um novo conjunto de variáveis não correlacionadas (componentes principais). Além disso, reduz muitas variáveis a eixos que representam algumas variáveis, sendo estes eixos perpendiculares (ortogonais) explicando a variação dos dados de forma decrescente e independente (HONGYU, 2015; REGAZZI, 2000).

Já as desvantagens são: a sensibilidade a outliers, não recomendada quando se tem duplas ausências (muitos zeros na matriz) e dados ausentes. Não é recomendada, também, quando se tem mais variáveis do que unidades amostrais. Ao reduzir o número de variáveis, há perda da informação de variabilidade das variáveis originais. Mas que a parte explicada seja o padrão de resposta e a outra parte o ruído, ou seja, erro de medida e redundância. A ACP nem sempre funciona (às vezes mesmo com a redução ainda continua grande). É o caso de variáveis originais pouco correlacionadas, com o caso extremo da $R = 1$, os componentes principais são as próprias variáveis originais (HONGYU, 2015; REGAZZI, 2000).

Seja $X_{n \times p}$ uma matriz de p variáveis com médias μ_p e p^2 variâncias com n observações não independentes entre si, ou seja, as variáveis possuem covariância, sendo que as covariâncias entre os pares de variáveis são representadas na matriz de covariância X (JOHNSON; WICHERN, 2007; HONGYU; SANDANIELO; OLIVEIRA JUNIOR, 2016).

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11}^2 & \dots & \sigma_{1p}^2 & \vdots & \vdots & \sigma_{p1}^2 & \dots & \sigma_{pp}^2 \end{bmatrix} \quad (13)$$

Com base na matriz de covariância são encontrados os pares de autovalores e autovetores $(\lambda_1, e_1), (\lambda_2, e_2), \dots, (\lambda_p, e_p)$, em que $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p$, os componentes principais Z_1 são obtidos através da combinação linear do i -ésimo autovetor com as variáveis:

$$Z_i = e_{i1}X_1 + e_{i2}X_2 + \dots + e_{ip}X_p \quad (14)$$

Os componentes são, desta forma, variáveis não mensuradas a partir das informações levantadas no estudo

(variáveis latentes). A variação contida nos componentes principais é igual à variação das variáveis originais, desta forma a contribuição de cada componente para a variação é expressa em porcentagem através da proporção da variação total que pertence a cada componente (JOHNSON; WICHERN, 2007; HONGYU; SANDANIELO; OLIVEIRA JUNIOR, 2016).

A Análise de Agrupamentos é um recurso que permite avaliar se determinados elementos podem ser agrupados com base na similaridade de características, valores ou comportamento. Ela tem como objetivo dividir os elementos da amostra ou população em grupos de forma que os elementos pertencentes a um esmo grupo sejam similares entre si com respeito às variáveis (características) que neles foram medidas (MINGOTI 2005).

Para Hair *et al.* (2005), a análise de agrupamentos ou, como também denominada, análise de cluster é uma técnica de análise multivariada que agrega um conjunto de métodos que têm como principal objetivo agrupar objetos a partir de suas características. O objetivo mais comum da análise de agrupamentos é tratar a heterogeneidade nos dados. O resultado é um pequeno número administrável de grupos, cada um consistindo em um número de objetos relativamente homogêneos com uma variação dentro do grupo consideravelmente menor do que o total de variação no conjunto completo de dados (HAIR *et al.*, 2005).

Para Johnson e Wichern (2007), o objetivo é obter um esquema que possibilite reunir as unidades em um número de grupos, de tal modo que exista uma grande homogeneidade dentro de cada grupo e uma heterogeneidade entre os grupos (JOHNSON; WICHERN, 2007). Os agrupamentos também podem fornecer um meio informal para identificar outliers e sugerir hipóteses interessantes com respeito às relações entre os indivíduos.

A análise de agrupamento relaciona-se com outras técnicas multivariadas, já conhecidas. É comum, por exemplo, quando se trabalha um grande número de variáveis, tentar reduzir a dimensão através da análise fatorial, canônica ou de componentes principais. Daí, os escores dos primeiros fatores, variáveis ou componentes são usados na análise de agrupamento (FRAGA *et al.*, 2015).

4 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Foram coletados dados primários e secundários de 62 Universidades Federais de Ensino no Sistema Integrado de Monitoramento Execução e Controle do Ministério da Educação (Simec), relativo aos Indicadores de Desempenho definidos pela Decisão 408/2002-TCU.

Os dados foram analisados primeiramente por meio de estatísticas descritivas, no intuito de verificar e comparar médias, desvios padrão, mínimos, máximos e frequências entre as variáveis de indicadores de gestão do TCU, conforme descrito na **Tabela 1**.

Tabela 1: Indicadores de desempenho universitário

Variáveis	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
X1 Custo corrente / aluno equivalente (com HU)	22.240,38	5.428,95	12.073,15	36.409,82
X2 Custo corrente / aluno equivalente (sem HU)	21.194,35	5.174,58	11.414,08	36.409,82
X3 Aluno tempo integral / professor	12,09	2,80	5,32	18,08
X4 Aluno tempo integral / funcionário (com HU)	8,60	3,31	3,31	24,90
X5 Aluno tempo integral / funcionário (sem HU)	9,01	3,38	5,11	24,90
X6 Funcionário / professor (com HU)	1,54	0,54	0,42	3,81
X7 Funcionário / professor (sem HU)	1,29	0,33	0,42	2,51
X8 GPE	(0,76 ¹) 0,71	0,27	0,42	(2,62 ²) 1,00
X9 GEPG	0,12	0,07	0,02	0,30
X10 Conceito CAPES	3,86	0,55	2,81	5,28
X11 IQCD	(4,46 ³) 4,44	0,34	3,51	(5,51 ³) 5,00
X12 TSG	46,04	13,77	0,31	79,74

¹ Valor apresentado no Banco de dados em uma única Universidade teve que ser descartado em razão de equívoco na sistemática de cálculo, o valor máximo permitido neste item é 1, portanto não pode ser obtido como resultado (2,62) sem equívoco no cálculo.

² O valor apresentado no Banco de Dados de uma única universidade teve que ser descartado em razão de equívoca na sistemática de cálculo, o valor máximo conforme fórmula é igual a 5 ou seja todos os professores com doutorado.

Fonte: **Elaboração própria**

A universidade com o maior custo corrente com hospital / aluno equivalente (X1) foi a Universidade Federal da Integração Latino-Americana - UNILA, com um valor de R\$ 36.409,82. Pela **Tabela 1** vemos que a média dessa variável (X1) foi de R\$ 22.240,38 com um desvio padrão de R\$ 5.428,95. A diferença do custo corrente médio (X1) para o maior valor de custo corrente apresentado foi de 63,71% e neste intervalo entre o custo corrente médio e o custo corrente máximo apresentado pela UNILA constam outras 24 Universidades.

A universidade com o menor custo corrente com hospital / aluno equivalente (X1) foi a Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), com valor igual a R\$ 12.073,15 que ficou com custo corrente inferior em 54,28%, do custo médio, neste intervalo entre o curso médio e a UNIFEI estão outras 36 universidades.

Para a variável X2 - Custo corrente / aluno equivalente (sem HU) a UNILA em razão de não possuir Hospital manteve o custo de R\$ 36.409,82, sendo que a média deste custo corrente / Aluno equivalente (X2) foi de R\$ 21.194,35 e desvio padrão de R\$ 5.174,58, custo esse superior em 71,79%. No intervalo entre o custo médio da variável (X2) para o maior custo estão 24 Universidades, incluindo a UNILA.

Em relação ao menor custo corrente sem HU/ aluno equivalente (X2) foi apresentado pela Universidade Federal

de Alagoas (UFAL) que teve um custo de R\$ 11.414,08, ou seja, 53,85% menor. No intervalo do menor custo e do médio (X2) estão 38 universidades incluindo a UFAL. Já o custo medio sem hospital (X2) a média foi R\$ 21.194,35 e desvio padrão de R\$ 5.174,58, novamente a (UNILA) aparece com o mesmo custo corrente pois não possui Hospital.

Na variável (X3) aluno tempo integral / professor equivalente a média foi de 12,02 com um desvio padrão de 2,8 e a quantidade de alunos por professor ficou entre 5,32 e 18,08 (**Tabela 1**). A Universidade Federal do Pará (UFPA) apresentou a maior taxa e a Universidade Federal do Sul da Bahia (UFESBA) apresentou a menor taxa. O quantitativo de universidades que ficaram acima da média foram 32, entretante, conforme recomendação do Ministério da Educação - MEC o ideal seria tem no mínimo 18 alunos por professor, o que ocorreu somente em uma Universidade. Isso demonstra que as universidades possuem um quantitativo alto de professores, que estão envolvidos em outras atividades com pesquisa, extensão. Por outro lado, apesar de ter um alto número de professores percebe-se que este quantitativo não está refletindo na taxa de sucesso da graduação (X12) e no Conceito da CAPES (X10).

Para as variáveis (X4) e (X5) de aluno em tempo integral / funcionário equivalente com e sem Hospital, respectivamente, a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) apresentou a maior taxa, tanto para o indicador que inclui a variável despesas com HU's quanto para o que não inclui. A UTFPR não possui um hospital universitário. A Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM) teve a menor taxa em relação a (X4) Aluno equivalente/ funcionário equivalente sem HU, e para o (X5) – aluno tempo integral / funcionário equivalente com HU foi a Universidade Federal do Cariri-UFCA, que não possui hospital.

Pela **Tabela 1**, constatou-se que a taxa média foi de 8,60 com um desvio padrão 3,31, ficando o intervalo de mínimo 3,31 e máximo 24,90, incluindo os servidores a disposição do HU's, já no (X5) e a taxa média foi de 9,14 com um desvio padrão de 3,38, intervalo entre 5,11 a 24,90 alunos tempo integral sobre o funcionários equivalentes sem os cedidos para os hospitais. Ao analisarmos os dados, observamos que em nenhuma universidade o quantitativo de alunos em tempo integral está acima de 1/3 de funcionários o que nos remete ao excesso de descentralização de atividades com duplicação de funções.

A taxa média da variável (X6) funcionário equivalente com HU / professor equivalente foi de 1,54 com um desvio padrão de 0,54, intervalo mínimo de 0,42 e máximo 3,81 (**Tabela 1**), a maior taxa deste indicador foi observada na Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM) e a menor na Universidade Tecnológica Federal do Paraná- UTFPR. Já no indicador (X7) funcionário equivalente sem HU / professor equivalente, a taxa média encontrada foi de 1,29 com um desvio padrão de 0,33,

intervalo mínimo de 0,42 e máximo de 2,51. A Universidade Federal de Viçosa – UFV teve a maior taxa neste indicador e a Universidade Tecnológica Federal do Paraná- UTFPR teve o menor valor.

A variável (X8) Grau de Participação Estudantil - GPE teve uma taxa média de 0,76, desvio padrão de 0,27, ficando entre o intervalo de 0,42 e 1,00 (**Tabela 1**). A universidade que apresentou o maior GPE foi a Universidade Federal de Itajubá-UNIFEI, com 0,997. Ou seja, praticamente todos os alunos matriculados estão enquadrados como tempo integral após descartar a universidade com sistemática de cálculo equivocada. A Universidade com menor grau de participação Estudantil foi a Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) com 0,42 ou seja, menos de 50% dos estudantes estão em tempo integral na Universidade.

A (IX) variável é o Grau de envolvimento Discente com Pós-Graduação (GEPG) que teve uma taxa média de 0,12, com desvio padrão de 0,07 e intervalo entre índice mínimo 0,02 e máximo 0,30. A Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) teve o maior índice o que representa a preocupação de integrar o aluno em projetos de pesquisa e iniciação científica preparando-os para a pós-graduação. As instituições com pouco tempo de criação (UFCA, UNIFESSPA, UNILAB, UFOB E UFFS) ficaram com índice mínimo ou muito próximo do mínimo verificado.

Em relação a X variável Conceito CAPES/MEC a média das universidades ficou em 3,86 e desvio padrão 0,55, com intervalo de 2,81 a 5,28. Constata-se que três universidades (UFRGS, UFRJ e UFMS) conseguiram um índice superior a 5, e outras 18 universidades tiveram seu índice médio superior a 4. Isso caracteriza que seus programas (cursos) de pós-graduação estão enquadrados com bons com alguns com grau de excelência elevada. Vale resaltar que as universidades já consolidadas ocupam este espaço. As universidades com os menores índices são as universidades recém implantadas ou que não ainda não possuem tradição em cursos de pós-graduação.

A variável XI Qualificação do Corpo Docente, a Universidade Federal do ABC (UFABC) obteve a nota máxima, 5. A média do IQCD foi de 4,44 e o menor valor entre as universidades foi da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), com 3,51. Se observarmos os dados percebemos que o Corpo Docente das universidades está com excelente qualificação com grande quantitativo de professores Doutores e Mestres.

A Taxa de Sucesso na Graduação média das universidades federais brasileiras foi de 46,04% com um desvio padrão de 13,77% (**Tabela 2**). As universidades que apresentaram as maiores Taxas de sucesso da Graduação foram a Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Universidade Federal do Paraná (UFPA). Elas obtiveram taxas superiores a 70%. Em contrapartida, foram identificadas universidades novas com taxa de sucesso abaixo de 30%, quais

sejam: UFFS; UFOB; UNILA; UNIPAMPA; UNIFESSAPA; UFESBA.

Tabela 2: Desempenho das variáveis por região do Brasil

Variáveis	CO	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul
X1 Custo corrente / aluno equivalente (com HU)	22.833,02	22.036,21	19.976,19	22.176,79	24.480,28
X2 Custo corrente / aluno equivalente (sem HU)	20.771,53	21.213,44	19.590,96	20.924,01	23.229,00
X3 Aluno tempo integral / professor	12,12	11,70	11,07	13,45	11,55
X4 Aluno tempo integral/ funcionário (com HU)	8,81	8,10	9,32	8,39	9,03
X5 Aluno tempo integral / funcionário (sem HU)	11,33	9,45	9,86	9,78	10,31
X6 Funcionário / professor (com HU)	1,49	1,47	1,22	1,82	1,52
X7 Funcionário / professor (sem HU)	1,10	1,29	1,16	1,46	1,24
X8 GPE	0,77	0,84	0,68	0,76	0,69
X9 GEPG	0,13	0,11	0,07	0,15	0,15
X10 Conceito CAPES	3,93	3,68	3,51	4,11	4,05
X11 IQCD	4,45	4,35	4,04	4,72	4,61
X12 TSG	45,51	40,56	46,36	54,19	42,85
Universidades	5	19	10	17	11

Fonte: **Elaboração própria**

Com base nos resultados obtidos com a análise de componentes principais, seus respectivos autovalores e porcentagens da variância explicada, os três primeiros componentes foram responsáveis por 76,55% da variação total dos indicadores da IFES (**Tabela 3**). O CP1 foi responsável por 36,39%, o segundo, CP2, por 28,35% e CP3 11,81% das variações dos dados.

Tabela 3: Variáveis de desempenho do TCU – Componentes Principais

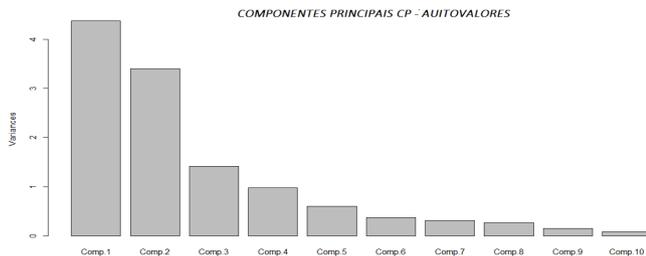
Componentes Principais (CP)	Autovalores λ_p	% VCP - Variância dos Componentes	% VCP - acumulada
CP1	4,37	36,39	36,39
CP2	3,40	28,35	64,74
CP3	1,42	11,81	76,55
CP4	0,98	8,14	84,69
CP5	0,61	5,06	89,75
CP6	0,38	3,14	92,89
CP7	0,32	2,64	95,53
CP8	0,27	2,25	97,78
CP9	0,15	1,27	99,05
CP10	0,08	0,69	99,74
CP11	0,02	0,17	99,91
CP12	0,01	0,09	100,00

Fonte: **Elaboração própria**

Para a determinação do número de componentes principais, utilizou-se o Critério de Kaiser (**KAISER, 1958; FRAGA et al., 2015**), em que se verificou que três primeiros CPs gerados a partir desta análise tem autovalores > 1 e foram responsáveis por 76,56% da variância total no conjunto de dados (**Figura 1**).

Portanto, os três primeiros componentes principais resumem efetivamente a variância amostral total e podem ser utilizados para o estudo dos indicadores de desempenho das IFES.

Figura 1: Componentes principais segundo seus autovalores



Fonte: *Elaboração própria*

Com a seleção de três componentes principais, a redução da dimensão de 12 variáveis originais para 3 componentes principais é disponibilizada na **Tabela 4**.

Tabela 4: Demonstração dos dados dos três Componentes Principais

Variáveis	CP1	CP2	CP3
X1	-0,760	0,347	0,466
X2	-0,798	0,205	0,498
X3	0,804	0,484	-0,090
X4	0,716	-0,533	0,275
X5	0,810	-0,365	0,291
X6	-0,149	0,864	-0,252
X7	-0,248	0,800	-0,392
X8	0,421	0,092	0,054
X9	0,585	0,600	0,403
X10	0,486	0,618	0,264
X11	0,154	0,550	0,492
X12	0,688	0,389	-0,299

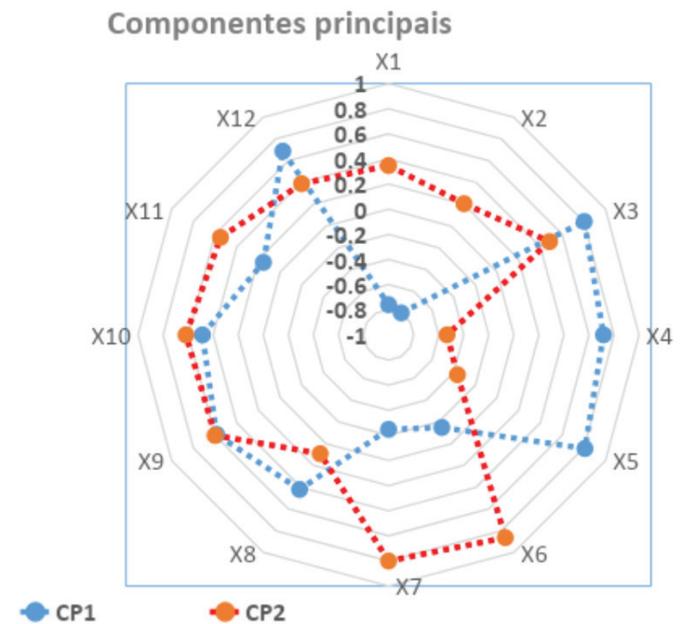
Fonte: *Elaboração própria*

De acordo com a **Tabela 4**, observa-se que o componente principal - CP1 tem como impacto nas variáveis (X5) Aluno tempo integral / funcionário (sem HU); (X3) Aluno tempo integral / professor e (X4) Aluno tempo integral / funcionário (com HU) e (X12) Taxa de Sucesso na Graduação -TSG, variáveis positivamente relacionadas diretamente com o Aluno ou que expressam a relação e desempenho acadêmico. Já as negativas foram (X1) e (X2) Custo corrente / aluno equivalente (com e sem HU), respectivamente e a (X6) e (X7) Funcionário / professor (com e sem HU), variáveis relacionadas a investimento nos alunos e recursos humanos disponíveis.

Em relação ao segundo componente principal – CP2 as variáveis que impactaram positivamente foram (X6) e (X7) Funcionário / professor (com e sem HU) respectivamente, e a variável (X10) Conceito CAPES. Em contrapartida, as variáveis

(X4) e (X5) Aluno tempo integral / funcionário com e sem HU, impactaram negativamente. A análise focou nos dois principais componentes, que corresponde a 64,74%, apesar de apresentar também os dados do terceiro componente principal, conforme **Figura 2**.

Figura 2: Projeções dos indicadores da Análise de Componentes Principais

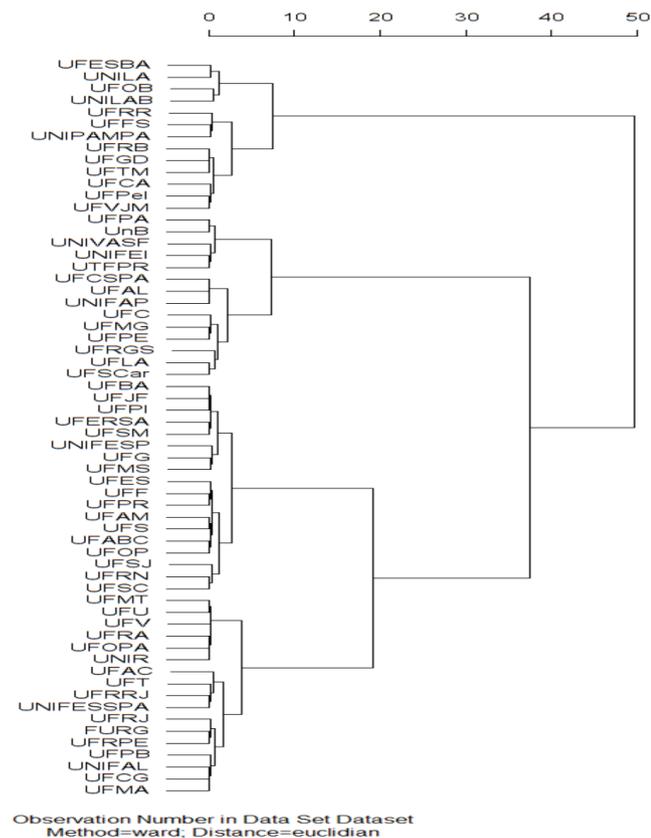


Fonte: *Elaboração própria*

A análise de agrupamentos tem como objetivo unificar diversas variáveis semelhantes entre si (homogêneas), com outros diferentes entre os grupos (heterogêneas). Essa análise pode ser realizada utilizando-se de método de aglutinação hierárquico, onde são realizados os agrupamentos por ligações. Os tipos de ligações mais utilizados são: Ligações Simples (vizinho mais próximo), Ligações Completas (vizinho mais distante), Método das Médias das Distâncias, Método do Centróide, Método de Ward.

Nesta análise, optou-se pelo método de Ward, que consiste em um procedimento de agrupamento hierárquico (**Figura 3**) no qual a medida de similaridade usada para juntar agrupamentos é calculada como a soma de quadrados entre os dois agrupamentos feita sobre todas as variáveis.

Figura 3: Dendrograma das IFES em função dos indicadores de desempenho



Fonte: Elaboração própria

Com base na **Figura 3** é possível verificar que foram formados seis agrupamentos. O primeiro cluster foi formado com um grupo de quatro universidades relativamente novas (UFESBA, UNILAB, UFOB e UNILA). O segundo grupo foi formado pelas universidades: UFRR, UFFS, UNIPAMPA, UFRB, UFGD, UFTM, UFCA, UFPEL e UFVJM. Este grupo tem em comum que sete das nove universidades possuem menos de 20 anos de criação e representam as regiões norte, nordeste, centro-oeste e sul do Brasil. O terceiro cluster foi formado por cinco universidades: UFPA, UNB, UNIVASF, UNIFEI e UTFPR. O quarto agrupamento foi formado com nove universidades: UFCSPA, UFAL, UNIFAP, UFC, UFMG, UFPE, UFRGS, UFLA, UFSCAR. O quinto agrupamento conta com 19 universidades: UFBA, UFJF, UFPI, UFRSA, UFSM, UNIFESP, UFG, UFMS, UFES, UFES, UFF, UFPPR, UFAM, UFS, UFABC, UFOP, UFSJ, UFRN, e UFSC. No último grupo, temos 17 universidades: UFMT, UFU, UFV, UFRA, UFOPA, UNIR, UFAC, UFT, UFRRJ, FURG, UFRPE, UFRPB, UNIFAL, UFCG e UFMA. Constata-se na **Figura 3** que as universidades não são similares em razão de sua localização, mas pelos resultados dos indicadores mensurados.

Após o agrupamento por hierarquia, foi realizado procedimento k-means, onde o número de clusters é pré-definido e faz-se uso de um procedimento de aglomeração (**Tabela 5**).

Para este caso, o procedimento hierárquico recomendou seis agrupamentos e utilizou-se do critério denominado vizinho mais longe, que agrupa objetos similares em cada cluster, ao mesmo tempo em que reforça a dissimilaridade entre eles.

Tabela 5: Análise de Clusters

Variáveis	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5	Cluster 6
X1	29.989,82	25.526,79	19.959,28	22.558,24	35.020,36	15.153,54
X2	28.341,66	24.538,81	19.002,48	21.271,77	33.358,54	14.679,59
X3	9,37	11,04	12,99	11,64	9,66	13,95
X4	5,62	6,38	10,17	7,47	5,96	11,19
X5	6,43	7,01	11,56	8,89	8,53	12,59
X6	1,73	1,86	1,41	1,60	1,67	1,29
X7	1,46	1,60	1,18	1,33	1,14	1,16
X8	0,60	0,73	0,75	0,77	0,65	0,93
X9	0,10	0,09	0,15	0,11	0,13	0,12
X10	3,72	3,75	4,06	3,76	3,79	3,78
X11	4,44	4,46	4,53	4,45	4,61	4,28
X12	36,05	39,53	49,53	45,83	32,87	54,61

Fonte: Elaboração própria

Na **Tabela 5** observa-se o menor custo corrente investido por aluno com ou sem NHU (X1 e X2). Ele consta no cluster 6. Se compararmos com o cluster de maior investimento por aluno (cluster 5), tem um custo de 56,73% menor. Em relação à Taxa de sucesso (X12), o cluster 6 apresenta o maior fator, com 54,61% dos alunos concluintes. E o cluster 5 apresenta o pior desempenho, com 32,87%. Observa-se que o aluno tempo integral sob professor equivalente, nem o aluno tempo integral sob funcionário com ou sem HU, também não interfere no resultado da taxa de sucesso. Neste sentido observa-se que o investimento de recursos (custo corrente por aluno) e a ampliação de docentes e funcionários, isoladamente, não garantem a melhoria da taxa de sucesso como demonstrado no cluster 5.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa foram analisados os indicadores de desempenho das IFES com base para análise de componentes principais. Além disso, aplicou-se a análise de clusters para realizar o agrupamento destas IFES com base nestas métricas.

O conjunto de indicadores propostos pelo TCU, apesar de aparentemente apresentar limitações quando se analisam individualmente os resultados de cada Universidade, torna-se uma ferramenta importante quando comparamos os desempenhos entre as universidades, pois fornece parâmetros, referências, para traçar métricas que auxiliem melhorias na gestão universitária, tomada de decisão e busca de resultados melhores.

O acompanhamento permanente e a elaboração de séries históricas com informações para as Universidades facilita

a gestão universitária, bem como a realização de projeções, visualização de como se encontra a Universidade e qual o caminho ela deve percorrer para almejar uma gestão de excelência.

Pela análise exploratória dos dados e análise de seus resultados definiu-se nesta pesquisa o valor médio, valor mínimo e máximo. Constatou-se grande diferença existente entre as universidades para os indicadores analisados. Em relação ao custo corrente de alunos com e sem hospital, a média está em torno de R\$ 21 a 22 mil, com mínimo de R\$11 a 12 mil e máxima com mais de R\$ 36 mil. Observa-se a disparidade do custo entre as universidades. Identificou-se que a UNIFEI Ao é a instituição com menor custo corrente por aluno. E ao analisar o resultado do emprego destes recursos no produto final, que é a Taxa de sucesso na graduação, observou-se neste estudo que apesar de ter baixo custo por aluno, a taxa de sucesso é uma das maiores. Isso permite afirmar que a universidade emprega bem seus recursos. Em contrapartida, é necessário considerar que se trata de uma análise exploratória, e que, ao analisar outras amostras, não chegaria ao mesmo resultado, e também não seria possível afirmar que quem investe mais recursos (custo corrente por aluno) tem os melhores resultados.

Essa análise dos indicadores foi realizada e demonstra a importância de realizar o acompanhamento e investigação de cada um deles para melhorar a gestão universitária. Na prática, a melhor compreensão do comportamento destes indicadores possibilita uma redefinição ou reorientação estratégica da IFES, viabilizando a busca por melhores resultados.

De acordo com a análise dos componentes principais, observa-se que os três primeiros componentes acumulam 76,55% do total de dados. Essa redução da dimensão de 12 variáveis originais para 3 componentes principais é interessante e atende ao propósito definido nesta pesquisa.

Em relação aos agrupamentos hierárquicos, foi construído um dendograma com todos os indicadores das IFES. O dendograma permitiu identificar seis grupos ou clusters. Dois grupos foram compostos 17 universidades. Também foi realizado o procedimento *k-means*, onde o número de clusters foi pré-definido, elaborando-se as informações das 12 variáveis dentro do referido cluster.

Por fim, observou-se que os resultados encontrados mediante a aplicação da estatística multivariada e sua análise contribuem significativamente no provimento de elementos que permitem que sejam realizados diagnósticos que permitem a prospecção de estratégias para maximizar a eficiência e alcançar melhores resultados na gestão universitária.

O aprofundamento da análise e a inserção de novos

componentes é sugerido para futuros estudos, destacando a importância de se valorizar o conjunto de indicadores de desempenho, pois serem eixos nevrálgicos na busca por melhorias na gestão universitária.

Referências

BARBOSA, G. C.; FREIRE, F. S.; CRISÓSTOMO, V. L. Análise dos Indicadores de Gestão das IFES e o Desempenho Discente no Enade. **Avaliação (Campinas)**, Sorocaba, v. 16, n. 2, p. 317-444, jul. 2011.

BERTOLIN, Júlio C. G. Qualidade em educação superior: da diversidade de concepções a inexorável subjetividade conceitual. **Avaliação (Campinas)**, Sorocaba, v. 14, n. 1, p. 127-149, 2009.

BRASIL. Tribunal de Contas da União – TCU; Secretaria de Educação Superior – SESu/MEC; Secretaria Federal de Controle Interno – TCU. Orientações para o cálculo dos indicadores de gestão: decisão TCU nº 408/2002 – plenário. Versão revisada em março em 2004.

BRASIL/MEC. **Ministério da Educação**. 2005. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/>.

CRISPIM, S.; LUGOBONI, L. Avaliação de desempenho organizacional: Análise comparativa dos modelos teóricos e pesquisa de aplicação nas Instituições de Ensino Superior da Região Metropolitana de São Paulo. **Revista Portuguesa e Brasileira de Gestão**, v. 11, n. 1, p. 41-54, 2012.

FERREIRA, M. C.; SANTOS, W. J. L.; PESSANHA, J. F. M. Avaliação do Ensino Superior: Análise dos Indicadores Instituídos pelo TCU para as IFES. **Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 104-124, jan./abr. 2013.

FRAGA, A. B. *et al.* Multivariate analysis to evaluate genetic groups and production traits of crossbred Holstein × Zebu cows. **Trop Anim Health Prod.**, 2015.

GIACOMELLO, C. P.; OLIVEIRA, R. L. Análise Envoltória de dados (DEA): uma proposta para a avaliação de desempenho de unidades acadêmicas de uma universidade. **Revista Gestão Universitária na América Latina – GUAL**, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 130-151, maio 2014.

- HAIR, J. F. *et al.* **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- HONGYU, K. Comparação do GGEbiplot ponderado e AMMI-ponderado com outros modelos de interação genótipo × ambiente. 2015. 155p. Tese (Doutorado em Estatística e Experimentação Agronômica) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- _____; SANDANIELO, V. L. M.; OLIVEIRA JUNIOR, G. J. Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. **E&S - Engineering and Science**, v. 5, n. 1, 2016.
- JOHNSON, R.; WICHERN, W. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. 4. ed. New York: Prentice-Hall, 2007.
- KAISER, H. F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. **Psychometrika**, v. 23, n. 3, p. 187-200, 1958.
- KHATTREE, R.; NAIK, D.N. **Multivariate data reduction and discrimination with SAS software**. USA: SAS Institute Inc., 2000. 558 p.
- KOBS, F. F.; REIS, D. R. Gestão nas instituições de ensino superior privado. **Revista Científica de Administração**, v. 10, n. 10, jan./jun. 2008.
- MINGOTI, Sueli Aparecida. **Análise de Dados Através de Métodos de Estatística Multivariada: Uma abordagem Aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.
- MOÇO, L. C. E. S. Proposta de um modelo de avaliação de desempenho da instituição de ensino superior com enfoque em indicadores de desempenho do BSC – Balanced Scorecard: Caso – UNIARAXA. 2007. Dissertação (Mestrado em Administração) – PUC/SP, São Paulo.
- MULLER, J. R. Desenvolvimento de modelo de gestão aplicado à Universidade, tendo por base o Balanced Scorecard. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- NEISSE, A.C.; HONGYU, K. Aplicação de componentes principais e análise fatorial a dados criminais de 26 estados dos EUA. **E&S - Engineering and Science**, v. 6, n. 2, 2016.
- OSBORNE, David; GAEBLER, Ted. **Reinventando o governo: como o espírito empreendedor está transformando o setor público**. Brasília: MH Comunicação, 1995.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. 2014. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.
- RICHARDSON, Roberto J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1999.
- REGAZZI, A. J. Análise multivariada, notas de aula INF 766. **Departamento de Informática da Universidade Federal de Viçosa**, v. 2, 2000.
- RENCHER, A. C. **Methods of Multivariate Analysis**. A John Wiley & Sons, Inc. Publication. 2. ed. [S.l.: s.n.], 2002.
- SONNEBORN, M. J. Desenvolvimento de um modelo de apoio à gestão para uma instituição de educação superior baseado em indicadores de desempenho. 2004. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- TACHIZAWA, T.; ANDRADE, R. O. B. **Gestão de Instituições de ensino**. 4. ed., revista e ampliada. Rio de Janeiro: Editora da FGV, 2006.
- TCU - Tribunal de Contas da União. Secretaria de Educação Superior – SESu/MEC. **Secretaria Federal de Controle Interno – TCU**. Disponível em: <https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/>. Acesso em maio de 2022.
- VIDOVICH, L.; SLEE, R. Bringing universities to account? Exploring some global and local policy tensions. **Journal of Education Policy**, v. 16, n. 5, p. 431-453, 2010.
- VILLE, S.; VALADKHANI, A. Ranking and clustering of the faculties of commerce research performance in Australia. **Applied Economics**, v. 42, n. 22, p. 2881-2895, 2009.