

## Aplicação da Análise de Componentes Principais e de Agrupamento para os Indicadores de Desempenho das Universidades Federais do Brasil

Jhessica Letícia Kirch<sup>1†</sup>, Rubiane P. Schoenherr<sup>2</sup>, Tereza Christina M. A. Veloso<sup>3</sup>, Kuang Hongyu<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Estatística e Experimentação Agronômica, Universidade de São Paulo - ESALQ/USP.

<sup>2</sup>Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT. email: [rubi\\_prado@hotmail.com](mailto:rubi_prado@hotmail.com).

<sup>3</sup>Departamento de Alimento e Nutrição e Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT. email: [tecnav@terra.com.br](mailto:tecnav@terra.com.br).

<sup>4</sup>Departamento de Estatística, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT. email: [kuang\\_hongyu@hotmail.com](mailto:kuang_hongyu@hotmail.com).

**Resumo:** A decisão número 408/2002 do Tribunal de Contas da União determinou que as Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) incorporassem em seus Relatórios de Gestão nove indicadores para o acompanhamento do desempenho e aprimoramento da gestão das instituições federais. O objetivo desta pesquisa é analisar os indicadores de desempenho das universidades federais do Brasil no ano de 2015 por meio da técnica estatística multivariada Análise de Componentes Principais e de Agrupamento, permitindo assim uma redução da quantidade de variáveis de estudo e o agrupamento das universidades federais do Brasil de acordo com seus indicadores de desempenho. Através dos resultados da Análise de Componentes Principais (ACP) foi possível a formação de três componentes principais que, juntos, explicavam 74,20% da variação total dos dados. O primeiro componente principal explicou 39,22%, o segundo, 22,86% e o terceiro componente principal explicou 12,12% da variação total dos dados. Observou-se ainda, pela Análise de Agrupamento, a formação de nove grupos, ou clusters, das universidades federais analisadas. Estes clusters se mostraram explicativos em relação a ACP, unindo as IFES que são similares em seus valores para cada um dos componentes principais analisados.

**Palavras-chave:** Análise de Agrupamento; Análise de Componentes Principais; Ensino Superior; Indicadores de desempenho.

**Abstract:** The Decision No. 408/2002 of the Federal Court of Audit determined that the Federal Institutions of Higher Education (IFES) should incorporate in their Management Reports nine indicators to monitor the performance and improve the management of federal institutions. The objective of this research is to analyze the performance indicators of the Brazilian federal universities in 2015 through the multivariate statistical technique Principal Component Analysis and Clustering, thus allowing a reduction of the number of study variables and the grouping of the federal universities of the Brazil according to their performance indicators. Through the results of the Principal Components Analysis (ACP), it was possible to form three main components that, together, explained 74.20% of the total data variation. The first principal component accounted for 39.22%, the second, 22.86% and the third principal component accounted for 12.12% of the total data variation. It was also observed, through the Analysis of Clusters, the formation of nine groups, or clusters, of the analyzed federal universities. These clusters were explanatory in relation to ACP, joining the Federal Institutions that are similar in their values for each of the principal components analyzed.

**Keywords:** Clustering Analysis; Principal Component Analysis; Higher Education; Performance Indicators.

---

<sup>†</sup>Autora correspondente: [jhessicakirch@gmail.com](mailto:jhessicakirch@gmail.com).

## Introdução

A decisão nº 408/2002 do Tribunal de Contas da União (TCU) determinou que as Instituições Federais de Ensino Superior incorporassem em seus Relatórios de Gestão dois grupos de indicadores: Indicadores Primários e Indicadores da Decisão TCU 408/2002, o primeiro utilizado como base para o cálculo do segundo.

Esses indicadores propostos constituem 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, permitindo, 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 que poderiam servir de exemplo para instituições com características similares (FERREIRA; SANTOS; PESSANHA, 2013).

A premissa básica para qualquer sistema de medição de desempenho é orientar a melhoria contínua e o desempenho operacional (GIACOMELLO; OLIVERIA, 2014). Para Muller (2001), um sistema de indicadores de desempenho garante aos gestores informações importantes para a tomada de decisão, gerando maior grau de confiabilidade da gestão.

No que tange as instituições de ensino superior, a gestão por indicadores potencializa as contribuições dessas organizações para a sociedade, uma vez que essas instituições são destinadas à geração e disseminação do conhecimento por meio do ensino, pesquisa e extensão das atividades à comunidade externa.

Cada um dos indicadores de desempenho propostos pelo TCU apresentam 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. Cabe salientar que neste estudo foram incluídos os nove indicadores de desempenho utilizados para avaliação contínua, pelos órgãos de controle, do desempenho operacional das IES. São eles:

1. Custo corrente com Hospital Universitário (HU) / aluno equivalente e custo corrente sem HU / aluno equivalente;
2. Aluno em tempo integral / professor equivalente;
3. Aluno em tempo integral / funcionário equivalente com HU e aluno em tempo integral / funcionário equivalente sem HU;
4. Funcionário equivalente com HU / professor equivalente e funcionário equivalente sem HU / professor equivalente;
5. Grau de Participação Estudantil (GPE);
6. Grau de envolvimento Discente com Pós-Graduação (GEPG);
7. Conceito CAPES/MEC para a Pós-Graduação;
8. Índice de Qualificação do Corpo Docente (IQCD);
9. Taxa de sucesso na Pós-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 Agrupamento (AA). Assim, o presente trabalho tem como objetivo a redução da quantidade de variáveis de estudo e o agrupamento das universidades federais do Brasil de acordo com seus indicadores de desempenho.

*Sigmae*, Alfenas, v.8, n.2, p. 55-66, 2019.

64ª Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).

18º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (SEAGRO).

## Materiais e métodos

### Banco de dados

O conjunto de dados com o cálculo dos indicadores de desempenho do TCU para todas as universidades federais do Brasil no ano de 2015 foi retirado do Sistema Integrado de Monitoramento Execução e Controle do Ministério da Educação (SIMEC). Todas as análises deste artigo foram feitas por meio de rotinas computacionais implementadas no software R 3.4.0 (R Development Core Team, 2017).

### Indicadores de desempenho das IES

O primeiro indicador proposto pelo TCU é denominado custo corrente / aluno equivalente, dado por  $(I)$ , onde o custo corrente é igual as despesas correntes das universidades, subtraindo-se 65% das despesas correntes com hospitais universitários e maternidades, 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,  $A_gE$  é o número de alunos equivalentes da graduação,  $A_{PG}TI$  é o número de alunos em tempo integral da pós-graduação e o  $A_RTI$  é o número de alunos em tempo integral de residência.

$$\text{Custo corrente / aluno equivalente} = (\text{custo corrente}) / (A_gE + A_{PG}TI + A_RTI) \quad (I)$$

O conceito “aluno equivalente” consiste em um indicador que representa uma aproximação para o número equivalente de estudantes de graduação, mestrado *stricto sensu*, doutorado e residência médica em tempo integral (BARBOSA; FREIRE; CRISÓSTOMO, 2011).

Destaca-se que o indicador custo corrente / aluno equivalente foi calculado de duas formas, incluindo 35% das despesas do(s) Hospital(is) Universitário(s) (com HU) e excluindo os 35% das despesas do(s) Hospital(is) Universitário(s) (sem HU).

O indicador aluno em tempo integral / professor equivalente é calculado por  $(II)$ . Tem-se que  $A_GTI$  é o número de alunos da graduação em tempo integral,  $A_{PG}TI$  e  $A_RTI$  são o número de alunos em tempo integral da pós-graduação e da residência médica, respectivamente e o número de professores é a soma dos professores em exercício efetivos, substitutos e visitantes, subtraindo-se os professores afastados para capacitação ou cedidos para outros órgãos ou entidades.

$$\text{Aluno tempo integral / professor} = \frac{A_GTI + A_{PG}TI + A_RTI}{\text{número de professores}} \quad (II)$$

O aluno em tempo integral / funcionário equivalente também é calculado incluindo os 35 % das despesas com o(s) Hospital(is) Universitário(s) e excluindo essas despesas. Dado por  $(III)$ , seu cálculo é semelhante ao indicador  $(II)$ , porém o denominador da fração é dado pela soma dos servidores técnicos administrativos e os contratados sob a forma de prestação temporária de serviço, subtraindo-se os funcionários afastados para capacitação ou cedidos para outros órgãos ou entidades (número de funcionários).

$$\text{Aluno tempo integral / funcionário} = \frac{A_GTI + A_{PG}TI + A_RTI}{\text{número de funcionários}} \quad (III)$$

**Sigmae**, Alfenas, v.8, n.2, p. 55-66, 2019.

64<sup>a</sup> Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).

18<sup>o</sup> Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agrônômica (SEAGRO).

O indicador funcionário equivalente / professor equivalente, com e sem as despesas do(s) Hospital(is) Universitário(s), é dada por (IV), no qual o número de professores e o número de funcionários seguem os cálculos descritos em (II) e (III).

$$\text{Funcionário / professor} = \frac{\text{número de funcionários}}{\text{número de professores}} \quad (IV)$$

O quinto indicador proposto pelo TCU é o Grau de Participação Estudantil (GPE). A equação (V) apresenta esse indicador, dado pela razão entre o número de alunos de graduação em tempo integral ( $A_{GTI}$ ) e o total de alunos regularmente matriculados na graduação ( $A_G$ ).

$$GPE = (A_{GTI})/A_G \quad (V)$$

O Grau de Envolvimento Discente com a Pós-Graduação (VI) é calculado considerando o total de alunos na pós-graduação *stricto sensu* ( $A_{PG}$ ) e o total de alunos regularmente matriculados na graduação ( $A_G$ ).

$$GEPG = (A_{PG})/(A_G + A_{PG}) \quad (VI)$$

O sétimo indicador é o Conceito CAPES/MEC (Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior do Ministério da Educação) para a Pós-Graduação. Ele considera o conceito da última avaliação realizada pela CAPES, essa avaliação varia de 1 a 7. O cálculo desse indicador é dado por (VII).

$$\text{Conceito CAPES} = \frac{\sum \text{conceito de todos os cursos de pós - graduação}}{\text{número de cursos de pós - graduação}} \quad (VII)$$

No IQDC – Índice de Qualificação do Corpo Docente (VIII) é dado pesos para o número de professores de acordo com sua qualificação. O peso 5 é aplicado para docentes doutores (D), 3 para docentes mestres (M) e 2 para docentes com especialização. Os docentes que possuem apenas a graduação (G) tem peso 1.

$$IQCD = \frac{5 * D + 3 * M + 2 * E + G}{D + M + E + G} \quad (VIII)$$

O último indicador proposto pelo TCU é a Taxa de Sucesso na Graduação (TSG), que possui como variáveis: o número de alunos diplomados (total de concluintes do ano letivo) e o número total de alunos ingressantes (total de ingressantes no ano correspondente a duração de cada curso).

$$TSG = \frac{\text{número de alunos diplomados}}{\text{número total de alunos ingressantes}} \quad (IX)$$

### Análise de Componentes Principais

A Análise de Componentes Principais (ACP) possui múltiplas aplicações nas mais variadas áreas científicas, o seu uso tem se popularizado após os avanços computacionais e o desenvolvimento de programações que possibilitem cálculos matriciais que diagonalizem matrizes simétricas positivas semi-definidas (NEISSE; HONGYU, 2016). 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 et al., 2016).

A ACP é recomendável sempre trabalhar com amostras maiores do que o número de variáveis para que não haja perda de informação da variabilidade original. Em casos de variáveis com baixa correlação o resultado da redução de variáveis é praticamente igual aos dados originais, ou seja, não há efeito. (RENCHER, 2002; HONGYU et al., 2016).

Seja  $X_{n \times p}$  uma matriz de  $p$  variáveis com médias  $\mu_p$  e  $\sigma_p^2$  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  $\Sigma_{p \times p}$  (JOHNSON; WICHERN, 2007; HONGYU et al., 2016).

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11}^2 & \cdots & \sigma_{1p}^2 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{p1}^2 & \cdots & \sigma_{pp}^2 \end{bmatrix}$$

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  $Z_i$  são obtidos através da combinação linear do  $i$ -ésimo autovetor com as  $p$  variáveis:

$$Z_i = e_{i1} X_1 + e_{i2} X_2 + \dots + e_{ip} X_p$$

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, 2016).

### Análise de Agrupamento

A análise de agrupamentos é uma técnica mais primitiva, na qual nenhuma suposição é feita sobre o número de grupos ou a estrutura dos grupos. O agrupamento é feito com base em medidas de similaridades ou distâncias (dissimilaridades). As entradas necessárias são medidas de similaridade ou dados para os quais serão calculadas as similaridades (FRAGAS et al., 2015).

A análise de agrupamento tem como objetivo 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 (FRAGAS et al., 2015).

### Resultados e discussão

A universidade com o maior custo corrente / aluno equivalente foi a Universidade Federal do Oeste da Bahia – UFOB, com um valor de R\$ 49.481,47. É importante notar que a UFOB não possui um hospital universitário e ainda sim possui o maior indicador de custo corrente / aluno equivalente incluindo ou não as despesas com hospitais universitários para as outras universidades. Pela Tabela 1 vemos que a média desse indicador foi de R\$ 20.478,68 com um desvio padrão de R\$ 7.496,65 quando se inclui as despesas com os HU's e média de R\$ 19.376,51 com um desvio padrão de R\$ 7.447,03 quando não se inclui. A universidade com o menor custo corrente / aluno equivalente foi a Universidade Federal de São João del-Rei – UFSJ (9.531,50) quando se inclui os 35% das despesas com HU's e Universidade Federal de Alagoas – UFAL (R\$ 7.261,78) quando não inclui.

A média da taxa de aluno em tempo integral / professor equivalente foi de 11,62 com um desvio padrão de 2,87 (Tabela 1). A Universidade Federal do Pará – UFPA foi a universidade com a maior taxa e a Universidade Federal do Sul da Bahia – UFESBA foi a que apresentou a menor taxa.

Para o indicador de aluno em tempo integral / funcionário equivalente a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR foi a que apresentou a maior taxa, tanto para o indicador que inclui as despesas com HU's quanto para o que não inclui. A UTFPR não possui um hospital universitário. A UFOB foi a universidade com a menor taxa em ambos os casos. Pela Tabela 1, vemos que a taxa média foi de 6,85 com um desvio padrão de 2,83 incluindo as despesas com HU's e a taxa média foi de 8,14 com um desvio padrão de 2,91, excluindo as despesas com HU's.

Tabela 1. Média e desvio padrão dos indicadores de desempenho do TCU.

	<b>Indicador</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>
$X_1$	Custo corrente / aluno equivalente (com HU)	20478,68	7496,65
$X_2$	Custo corrente / aluno equivalente (sem HU)	19376,51	7447,03
$X_3$	Aluno tempo integral / professor	11,62	2,87
$X_4$	Aluno tempo integral / funcionário (com HU)	6,85	2,83
$X_5$	Aluno tempo integral / funcionário (sem HU)	8,14	2,91
$X_6$	Funcionário / professor (com HU)	1,86	0,61
$X_7$	Funcionário / professor (sem HU)	1,52	0,42
$X_8$	GPE	0,73	0,17
$X_9$	GEPG	0,12	0,10
$X_{10}$	Conceito CAPES	3,78	0,80
$X_{11}$	IQCD	4,25	0,41
$X_{12}$	TSG	42,94	17,36

A taxa média do indicador funcionário equivalente com HU / professor equivalente foi de 1,86 com um desvio padrão de 0,61 (Tabela 1), a maior taxa deste indicador foi observada na Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO. Para o indicador funcionário equivalente sem HU / professor equivalente, a taxa média encontrada foi de 1,52 com um desvio padrão de 0,42. A Universidade Federal de Viçosa – UFV foi a universidade com a maior taxa neste indicador. Em ambos os indicadores, a menor taxa foi observada na UTFPR.

**Sigmae**, Alfenas, v.8, n.2, p. 55-66, 2019.

64<sup>a</sup> Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).

18<sup>o</sup> Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agrônômica (SEAGRO).

O Grau de Participação Estudantil (GPE) médio das IFES foi de 0,73 (Tabela 1). A universidade que apresentou o maior GPE foi a Universidade Federal do Amazonas – UFAM (1,2). O Grau de envolvimento Discente com Pós-Graduação (GEPG) médio foi de 0,12.

A UNIRIO foi a universidade com o maior indicador do Conceito CAPES/MEC. A média deste indicador foi de 3,78, com um desvio padrão de 0,80 (Tabela 1). A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ foi a universidade com o maior índice de Qualificação do Corpo Docente. A média do IQCD foi de 4,25 com um desvio padrão de 0,41 (Tabela 1).

A Taxa de Sucesso na Graduação média da universidade federais brasileiras foi de 42,94% com um desvio padrão de 17,36% (Tabela 1). As universidades que apresentaram as maiores Taxas de sucesso da Graduação foram a Universidade Federal do Tocantins – UFT, a Universidade Federal do Pará – UFPA, a Universidade Federal do Amapá – UNIFAP e a Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG.

Tabela 2. Componentes principais (CP), autovalores ( $\lambda_i$ ) e porcentagem da variância explicada pelos componentes (%VCP) das características estudadas.

<b>Componente Principal</b>	<b><math>\lambda_i</math></b>	<b>%VCP</b>	<b>%VCP (acumulada)</b>
CP <sub>1</sub>	4,71	39,22	39,22
CP <sub>2</sub>	2,74	22,86	62,08
CP <sub>3</sub>	1,46	12,12	74,20
CP <sub>4</sub>	0,82	6,84	81,04
CP <sub>5</sub>	0,69	5,76	86,80
CP <sub>6</sub>	0,51	4,23	91,03
CP <sub>7</sub>	0,41	3,44	94,47
CP <sub>8</sub>	0,30	2,50	96,97
CP <sub>9</sub>	0,25	2,08	99,05
CP <sub>10</sub>	0,09	0,77	99,82
CP <sub>11</sub>	0,02	0,12	99,94
CP <sub>12</sub>	0,01	0,06	100,00

Fonte: Elaborada pelos autores.

Com base nos resultados obtidos para os componentes principais, seus respectivos autovalores e porcentagem da variância explicada por cada um, temos que os três primeiros componentes foram responsáveis por 74,20% da variação total dos indicadores da IFES (Tabela 2). O CP1 foi responsável por 39,22%, o segundo, CP2, por 22,86% e CP3 12,12% das variações dos dados. 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 os três primeiros CPs gerados a partir desta análise tem autovalores  $> 1$  ( $\lambda_i > 1$ ) e foram responsáveis por 74,20% da variância total no conjunto de dados. 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.

Com a seleção de três componentes principais, a redução da dimensão de 12 variáveis originais para 3 componentes principais é bastante razoável porém, para composição das equações (X) e (XI) e construção gráfica, foram considerados apenas os dois primeiros CPs. As equações dos dois primeiros componentes principais foram:

**Sigmae**, Alfenas, v.8, n.2, p. 55-66, 2019.

64<sup>a</sup> Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).

18<sup>o</sup> Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agrônômica (SEAGRO).

$$CP_1 = -0,38X_1 - 0,40X_2 + 0,37X_3 + 0,32X_4 + 0,38X_5 - 0,04X_6 - 0,14X_7 + 0,34X_8 - 0,15X_9 \\ + 0,23X_{10} - 0,12X_{11} + 0,30X_{12} \quad (X)$$

$$CP_2 = 0,04X_1 - 0,01X_2 + 0,27X_3 - 0,33X_4 - 0,18X_5 + 0,55X_6 + 0,45X_7 + 0,09X_8 + 0,19X_9 \\ + 0,39X_{10} + 0,24X_{11} + 0,17X_{12} \quad (XI)$$

De acordo com a Equação X e a Figura 1, observa-se que o componente principal 1 é dado pelo contraste entre o custo corrente / aluno equivalente (incluindo e excluindo os 35% das despesas com o Hospital Universitário) ( $X_1$  e  $X_2$ ) com o aluno tempo integral / professor ( $X_3$ ), aluno tempo integral / funcionário (com e sem HU) ( $X_4$  e  $X_5$ ) e o grau de participação estudantil (GPE) ( $X_8$ ). O componente principal 2 é dado como uma média ponderada entre a razão funcionário / professor (com e sem HU) ( $X_6$  e  $X_7$ ) e o conceito CAPES ( $X_{10}$ ) (Equação XI e Figura 1). Portanto, temos que o primeiro componente principal, que explica 39,22% da variação total, pode ser denominado como componente dos indicadores dos estudantes e o segundo componente principal, que explica 22,86%, de componente dos indicadores de servidores e conceito CAPES.

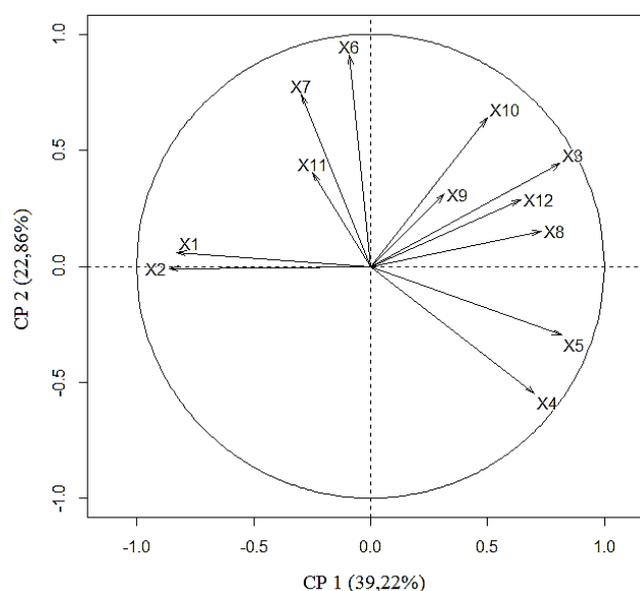


Figura 1. Projeções dos indicadores da Análise de Componentes Principais.

Analisando a Figura 2, pelo componente principal 1, o cluster 1 (UFESBA), cluster 2 (UFOB e UNILAB) e o cluster 3 (UFRB, UFFS, UFRRJ, UFPel, UFRR, UNILA, UFOPA e UFABC) de forma decrescente tem os maiores valores de custo corrente / aluno equivalente (com e sem HU) e os menores valores de aluno em tempo integral / professor, aluno em tempo integral / funcionário (com e sem HU) e GPE. O cluster 8 (UTFPR), cluster 9 (UFSJ, UFRN, UFPA, UFAC, UFAM, UNIFESSPA, UNIFAP e UFT) e cluster 7 (UFS) tem os maiores valores de aluno em tempo integral / professor, aluno em tempo integral / funcionário (com e sem HU) e GPE e os menores valores de custo corrente / aluno equivalente (com e sem HU).

Pelo componente principal 2 (Figura 2), o cluster 4 (UFRJ, UFPR, UFV e UNIRIO) tem os maiores valores de funcionário / professor (com e sem HU) e conceito CAPES. O cluster 8 (UTFPR) apresentou valores baixos no indicador de servidores e conceito CAPES.

**Sigmae**, Alfenas, v.8, n.2, p. 55-66, 2019.

64ª Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).

18º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agrônoma (SEAGRO).



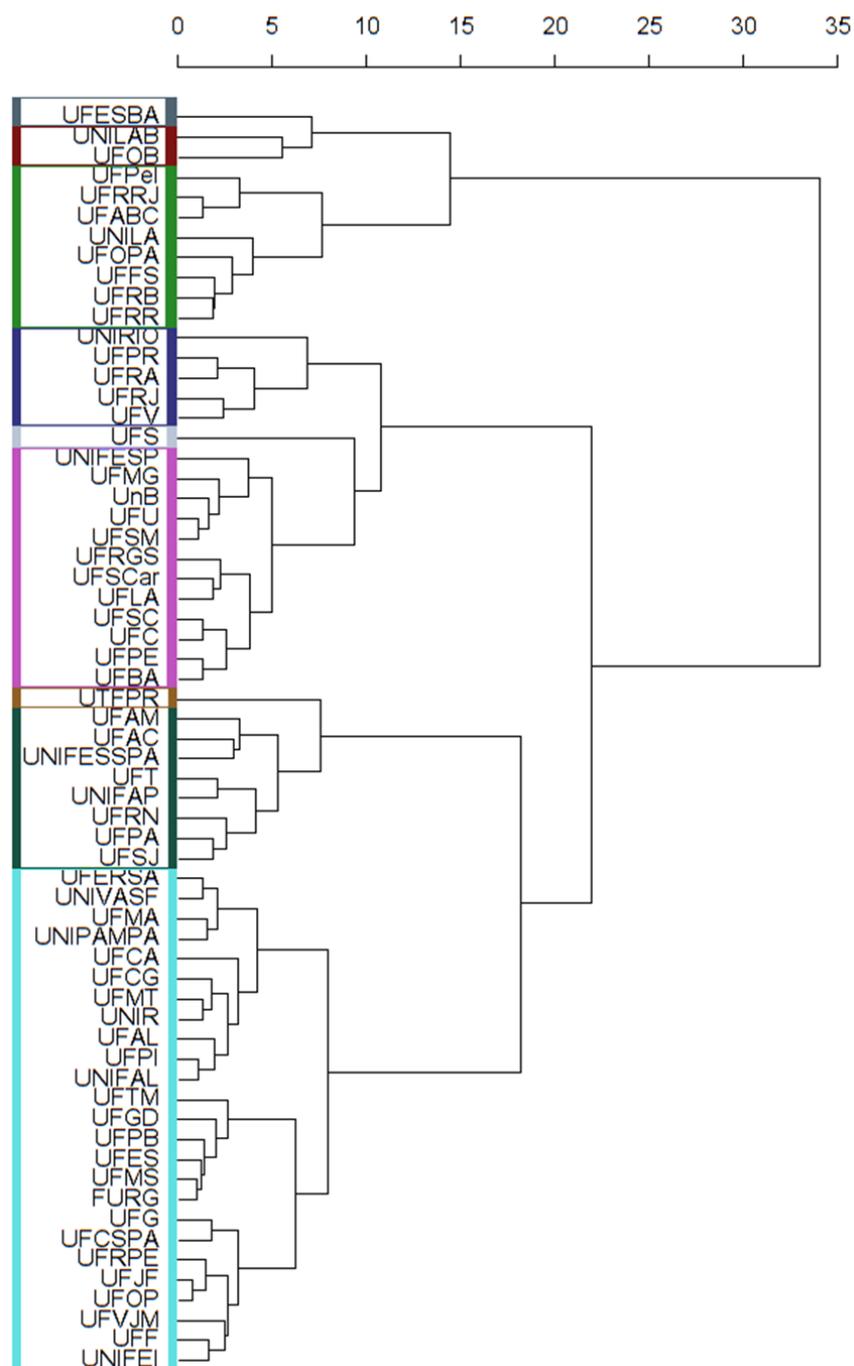


Figura 3. Dendrograma das IFES em função dos indicadores de desempenho do TCU.

### Conclusão

Este estudo teve como objetivo realizar uma análise dos indicadores de desempenhos propostos pelo Tribunal de Contas da União, reduzir da quantidade de variáveis de estudo sem perda significativa de informação e o agrupamento das universidades federais do Brasil de acordo com seus indicadores de desempenho.

*Sigmae*, Alfenas, v.8, n.2, p. 55-66, 2019.

64ª Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).

18º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (SEAGRO).

Esses indicadores constituem uma ferramenta nova para a gestão universitária. O TCU, por meio do documento de orientação para o cálculo dos indicadores de gestão (2014) aponta as limitações desses indicadores para permitir, de maneira isolada, conclusões sobre o desempenho das instituições, uma vez que existe uma grande heterogeneidade entre as IFES. Entretanto, destaca que com a inclusão desses dados no relatório de gestão, é possível a construção de uma série histórica para acompanhar a evolução de aspectos relevantes do desempenho de todas as IFES, possibilitando, assim, a auto-avaliação institucional e o aprimoramento da gestão das instituições federais de ensino superior.

Por meio da análise exploratória dos indicadores, observou-se que o Grau de Participação Estudantil (GPE) médio das IFES foi de 0,73 e a média do índice de Qualificação do Corpo Docente foi de 4,25. A Taxa de Sucesso na Graduação média da universidade federais brasileiras foi de 42,94%, entre as universidades que apresentaram as maiores taxas de sucesso da graduação, destacam-se a Universidade Federal do Tocantins – UFT (85,84%) e a Universidade Federal do Pará – UFPA (74,35%).

De acordo com os resultados obtidos, a análise de componentes principais se mostrou efetiva e permitiu a retirada de três indicadores (GEPG, IQCD e TSG) que apresentaram baixa variabilidade ou foram redundantes por estarem correlacionadas com as de maior importância para os componentes principais. Um dos objetivos da ACP, neste caso, foi atingido, pois um número relativamente pequeno de componentes foi extraído explicando, no total, 74,20% da variação total dos dados.

Observou-se, ainda, a formação de nove grupos, ou clusters, das universidades federais analisadas. Estes clusters se mostraram explicativos em relação a ACP, unindo as IFES que são similares em seus valores para cada um dos componentes principais analisados.

Entre os grupos formados destacam-se o cluster 1 (UFESBA), cluster 2 (UFOB e UNILAB) e o cluster 3 (UFRB, UFFS, UFRRJ, UFPel, UFRR, UNILA, UFOPA e UFABC) de forma decrescente tem os maiores valores de custo corrente / aluno equivalente (com e sem HU) e os menores valores de aluno em tempo integral / professor, aluno em tempo integral / funcionário (com e sem HU) e GPE. O cluster 8 (UTFPR), cluster 9 (UFSJ, UFRN, UFPA, UFAC, UFAM, UNIFESSPA, UNIFAP e UFT) e cluster 7 (UFS) tem os maiores valores de aluno em tempo integral / professor, aluno em tempo integral / funcionário (com e sem HU) e GPE e os menores valores de custo corrente / aluno equivalente (com e sem HU).

Observou-se ainda que o cluster 4 (UFRJ, UFPR, UFV e UNIRIO) tem os maiores valores de funcionário / professor (com e sem HU) e conceito CAPES. O cluster 8 (UTFPR) apresentou valores baixos no indicador de servidores e conceito CAPES.

Portanto, o estudo mostrou que, embora o conjunto de indicadores de desempenho propostos não esgotem todas as dimensões avaliativas das IFES, ele foi suficiente para realização de análises comparativas entre as instituições permitindo, portanto, a identificação dos órgãos que possuem boas práticas de gestão e as instituições com características similares.

## **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

*Sigmae*, Alfenas, v.8, n.2, p. 55-66, 2019.

64ª Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).

18º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agrônômica (SEAGRO).

**Referências Bibliográficas**

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, SP, v.16, n.2, p. 317-444, jul. 2011.

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.

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.; SILVA, F. L.; HONGYU, K.; SANTOS, D. S.; MURPHY, T. W.; LOPES, F. B. 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, mai. 2014.

HONGYU, K., SANDANIELO, V. L. M., JUNIOR, G. J. O. Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. *E&S - Engineering and Science*, 5:1. 2016.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. Applied Multivariate Statistical Analysis, 6.<sup>a</sup> edição. New Jersey: *Prentice Hall*. 2007.

KAISER, H. F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*, v. 23, n. 3.p. 187-200, 1958.

MULLER, J. R. *Desenvolvimento de modelo de gestão aplicado à Universidade, tendo por base o Balanced Scorecard*. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001.

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*, 6:2. 2016.

R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R *Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RENCHER, A.C. Methods of Multivariate Analysis. A *John Wiley & Sons, Inc. Publication*. p.727. 2ed. 2002.

**Sigmae**, Alfenas, v.8, n.2, p. 55-66, 2019.

64<sup>a</sup> Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).

18<sup>o</sup> Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agrônômica (SEAGRO).