

ENTROPIA DA INFORMAÇÃO EM INDICADORES DE GESTÃO DA REDE FEDERAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL, CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

Lucas Benedito Gomes Rocha Ferreira
Adriana Kroenke
Nelson Hein

Submetido em: 03.03.2021

Aceito em: 30.05.2021

Resumo

Em virtude da crescente necessidade de mensurar o nível de eficiência do setor público, este artigo verifica, dentre uma seleção de indicadores de gestão, quais deles possuem o maior peso, medidos por meio da entropia informacional, e, por consequência, elabora um *ranking* de qualidade dessas instituições em âmbito nacional e regional. Trata-se de uma pesquisa quantitativa do tipo documental e descritiva com uma amostra de 41 entidades, ao passo que é selecionado 11 indicadores dos Relatórios de Análise de Gestão do período de 2012 a 2018. Os achados demonstram que, enquanto a Relação de Inscritos por Vaga (RIV) foi o indicador mais representativo, o Índice de Titulação do Corpo Docente (ITCD) foi responsável pelo menor peso informacional. Quanto ao *ranking*, a instituição mais bem colocada foi o IFSertãoPe, acompanhada pelo IFAP e pelo CP-II. As evidências demonstram que a região sudeste apresenta a melhor colocação, acompanhada das regiões sul e centro-oeste. Em contraste, ao passo que o IFAM deteve menor grau de eficiência técnica, seguido pelo IFMA e pelo IFPE, as regiões que apresentaram menor pontuação média quanto a qualidade técnica foi a região nordeste, seguida pela região norte. Os resultados permitem inferir um equilíbrio quanto a qualidade técnica da Rede Federal de Educação por região geográfica, já que as pontuações médias por região apresentaram pouca variação, sendo que as três instituições com melhores pontuações representam uma região distinta. Esses resultados podem fornecer apoio à tomada de decisão para os gestores da iniciativa pública sobre a real eficiência técnica das instituições e os graus de importância de cada indicador de gestão da Rede Federal de EPCT.

Palavras-chave: Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica; Indicadores de gestão; *Ranking*; Análise multicritério.

INFORMATION ENTROPY IN MANAGEMENT INDICATORS OF THE FEDERAL PROFESSIONAL, SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL EDUCATION NETWORK

Abstract

Due to the growing need to measure the level of efficiency of the public sector, this article verifies, among a selection of management indicators, which of them have the greatest weight, measured through informational entropy, and, consequently, prepares a ranking of quality of these institutions at the national and regional levels. This is a quantitative research of the documentary and descriptive type with a sample of 41 entities, while 11 indicators are selected from the Management Analysis Reports for the period 2012 to 2018. The findings show that, while the List of Subscribers per Vacancy (RIV) was the most representative indicator, the Faculty Title Index (ITCD) was responsible for the lowest informational weight. As for the ranking, the best placed institution was IFSertãoPe, accompanied by IFAP and CP-II. Evidence shows that the Southeast region presents the best placement, followed by the South and

Midwest regions. In contrast, while the IFAM had a lower degree of technical efficiency, followed by the IFMA and the IFPE, the regions with the lowest average score for technical quality were the northeast region, followed by the north region. The results allow us to infer a balance regarding the technical quality of the Federal Education Network by geographic region, since the average scores by region showed little variation, with the three institutions with the best scores representing a distinct region. These results can support decision making for public initiative managers about the real technical efficiency of institutions and the degrees of importance of each management indicator of the Federal Network of EPCT.

Keywords: Federal Network for Professional, Scientific and Technological Education; Management indicators; Ranking; Multi-criteria analysis.

1 INTRODUÇÃO

O uso de indicadores como mecanismo de avaliação do setor público é fundamental para investigar o empenho do Estado no atendimento em excelência das demandas da população. A avaliação desse desempenho manteve um enfoque nas melhorias da gestão quanto aos recursos destinados, principalmente quando se analisa as Universidade Federais brasileiras (SOARES; BORDIN; ROSA, 2019). Uma vez que as políticas governamentais condicionam a liberação de recursos e o credenciamento dessas instituições, expectativas e cobranças são geradas com relação a metas e resultados (ERASMO *et al.*, 2018).

Um dos principais deveres do agente público está o de atingir a missão da organização, através da redução de custos, do aumento do grau de eficiência, bem como da prestação de contas dos seus atos, sejam eles administrativos ou de gestão financeira (SANTOS *et al.*, 2014). Assim, a partir de 2005, em cumprimento ao Acórdão n.º 2.267, o Tribunal de Contas da União (TCU) determinou às Instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica E Tecnológica (EPCT) que incluam no relatório de gestão das contas anuais um conjunto de indicadores, acompanhados dos seus cálculos e a análise sobre os dados (BRASIL, 2005).

A preocupação de discutir o nível de desempenho da gestão das instituições públicas de ensino e a metodologia adequada para a classificação em *ranking* vêm obtendo relevância na academia (ABBOTT; DOUCOULIAGOS, 2003; SANTOS; ROCHA; HEIN, 2014; COSTA *et al.*, 2015). Calderón e Lourenço (2017) enfatizaram que “as mudanças derivadas da transformação do Estado Provedor para um modelo de Estado Avaliador, reforçaram as tendências em torno das avaliações, índices e classificações por meio de *rankings*” (p. 89).

Segundo Soares *et al.* (2011), as pesquisas acadêmicas em contabilidade pública possuem uma certa escassez de informações quando se retrata a obtenção de índices e indicadores, sendo temas significativos para extrair informações e, como consequência, direcionar a melhor decisão na aplicação de recursos públicos. Dessa forma, o foco de análise

desta pesquisa concentra-se nos Relatórios de Análise dos Indicadores de Gestão da Rede Federal de EPCT, referente ao período de 2012 a 2018, com base na fidedignidade dos componentes estatísticos da Plataforma Nilo Peçanha (PNP).

A Entropia Informacional “permite conhecer o elemento que transmite maior informação, que é aquele que demonstra maior dispersão no grupo, maior peso” (BEUREN *et al.*, 2013, p. 71). Apesar da entropia ser resultante da termodinâmica (SHANNON, 1949), ela foi apropriada em diversas áreas de conhecimentos, como nas Ciências Sociais em que esse conceito foi introduzido por Theil (1972), cujo objetivo é produzir um indicador de variabilidade que considera a dispersão das informações como um forte critério de importância (MEDEIROS, 2019).

Em relação ao método da entropia, estudos utilizam essa aplicação e demonstram a sua eficiência metodológica nas mais diversas áreas de aplicação (GOLAN, 2002; ROCHA; HEIN; KROENKE, 2011). Com o intuito de discutir como a entropia pode contribuir no estabelecimento de *rankings*, em que muitos critérios são analisados, é que se faz relevante este artigo com os seguintes questionamentos: quais indicadores de gestão possuem maior peso informacional e qual o nível de eficiência técnica das instituições da Rede Federal de EPCT?

O estudo dos indicadores de gestão é importante tanto no aspecto de controle, para que o gestor possa tomar as decisões, quanto no sentido de otimizar a alocação de recursos para as variáveis mais importantes (BARBOSA; FREIRE; CRISÓSTOMO, 2011). Tendo em vista que as pesquisas “tomam os resultados desses indicadores apenas para efeito de ranqueamento de instituições, renegando a importância de se considerar importantes diferenças regionais” (COSTA, 2020, p. 110), este estudo, por meio da separação da amostra, pretende comparar as estatísticas descritivas dessas instituições por região geográfica.

A aplicação de recursos na educação, quando realizada de forma aleatória, pode ter como consequência a perda de eficiência nos resultados, além de provocar problemas de continuidade das instituições (PARENTE *et al.*, 2021). Neste sentido, este estudo busca verificar, através da entropia informacional e do conjunto de onze indicadores de gestão, quais são os mais relevantes (maior peso informacional) para, posteriormente, determinar o nível de eficiência técnica relativa dessas instituições da Rede Federal por meio de um *ranking*.

Estudos nacionais, devido a restrição de dados, limitaram-se à análise da eficiência estática, observações com uma média de 3 anos, amostra restrita de universidades ou instituições federais, e sem considerar a heterogeneidade dessas organizações (BARBOSA; FREIRE; CRISÓSTOMO, 2011; FERREIRA; SANTOS; PESSANHA, 2013). Assim, este

estudo se diferencia dos demais pelo uso de um modelo dinâmico, que considera um período mais recente e extenso (dados de 2012 a 2018), possibilitando medir a variação das eficiências em relação ao desempenho da gestão da Rede Federal de EPCT no tempo delimitado.

A pesquisa justifica-se por identificar os indicadores mais relevantes para as organizações de ensino, possibilitando um conhecimento acerca da eficiência, planejamento e qualidade da gestão dessas Instituições. Além disso, o estudo contribui à academia e aos gestores públicos acerca da utilização da entropia como ferramenta de apoio à tomada de decisão, incentivando a adoção deste método na seleção de pesos para os critérios. Esse cálculo proporciona à iniciativa pública conhecer os indicadores que apresentam informações completas e seus graus de importância sobre a real eficiência técnica das instituições públicas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 INDICADORES DE GESTÃO DA REDE FEDERAL

O processo de construção, divulgação e monitoramento dos indicadores de gestão da Rede Federal de EPCT detém dois períodos: o primeiro de caráter exploratório, que se estende até o ano de 2016; e o segundo, que representa a etapa de consolidação dos conceitos e metodologias de coleta e análise de dados (BRASIL, 2019). A PNP, instituída neste segundo período, inaugura uma nova fase no processo de coleta, validação e disseminação das estatísticas oficiais por meio da integração de dados relativos ao corpo docente, discente, técnico-administrativo e de gastos financeiros de suas unidades (BRASIL, 2019).

A busca pela eficiência do setor público é enfatizada através do Acórdão nº 2.508/2011 TCU 1ª Câmara, o qual institui a necessidade de avaliar a instituição como um todo, tendo em vista que os institutos federais precisariam acompanhar a eficiência e eficácia das ações dos programas da Setec/MEC (BRASIL, 2011). Assim, em atendimento ao princípio da administração pública da eficiência e, ainda, evidenciada em aspectos legais, a Setec/MEC padroniza a geração dos indicadores desde o exercício de 2012, centralizando a extração de dados e sistematizando a evolução das políticas públicas voltadas para a educação no Brasil.

2.2 ENTROPIA DA INFORMAÇÃO

A entropia foi utilizada inicialmente por Rudolf Julius Emanuel Clausius, físico e matemático alemão, em 1850, que através do seu estudo, teoria do calor, associou essa grande

termodinâmica ao grau de desordem, medindo parte da energia que não pode ser transformada em trabalho (MEDEIROS, 2019). Para Stahel (1994), a termodinâmica surgiu, em 1824, com os estudos de Carnot quanto a economia dos processos físicos de uma máquina a vapor, desencadeando as bases para a formulação das Leis da Termodinâmica, em 1865, por Clausius.

Em 1877, Ludwig Boltzmann associa a entropia ao conceito subjetivo de desordem, envolvendo as diferentes possibilidades de configurações energéticas através da Termodinâmica Estatística. Assim, Medeiros (2019) relaciona a entropia com o número de arranjos de mesma energia que um dado sistema pode assumir, pois quanto maior o número de configurações, maior a entropia é geralmente.

Em 1948, Claude Shannon desenvolve a teoria da informação em um artigo que se referia a ela como teoria da comunicação (CORDEIRO *et al.*, 2019). Essa teoria é um dos basilares da Era Digital, pois a compreensão de seus conceitos provocou o desenvolvimento de aplicações em diferentes áreas, elevando o nível da ciência ao demonstrar como quantizar informações obtidas de fontes contínuas (PINEDA, 2006). Esse processo que fornece bases teóricas para uma convergência digital tem influenciado no pensamento científico desde então, e, conforme o objetivo dessa pesquisa, o enfoque consiste em como o processo de gestão da Rede Federal de EPCT se apresenta do ponto de vista entrópico.

2.3 ESTUDOS ANTERIORES

Parente *et al.* (2021) analisaram a evolução da eficiência e da produtividade dos gastos públicos nos Institutos Federais de EPCT (IFs) do Brasil no período de expansão da rede federal, entre 2010 e 2017. Através da teoria de fronteira, esses autores se basearam em modelos matemáticos não paramétricos para avaliar a eficiência de unidades de produção educacional. Os resultados demonstraram que os IFs apresentaram ganhos de eficiência e de produtividade, apresentando um incremento médio de 13,7% na relação produto/insumo.

Ferreira, Santos e Pessanha (2013) investigaram se uma análise exploratória dos indicadores de desempenho estabelecidos pelo TCU para as IFES é capaz de fornecer informações mais consistentes de auxílio à gestão. Dentre os achados, eles constataram que as universidades situadas nas regiões Norte e Nordeste possuíram os piores resultados, enquanto a região Sul mostrou maior eficiência. Além disso, o Índice de Qualidade do Corpo Docente (IQCD) e o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (GEPG) foram os mais relevantes para o desempenho medido pela CAPES e pelo grau de integralização curricular.

Barbosa, Freire e Crisóstomo (2011) analisaram possíveis relações entre indicadores de gestão e desempenho discente. Assim, através de uma amostra de 52 IFES no período de 2006 a 2008, os resultados apontaram que alguns indicadores de gestão parecem ser capazes de influenciar o desempenho discente. Este é o caso, por exemplo, do custo por aluno que apresentou um efeito positivo sobre o desempenho dos alunos.

Furtado e Campos (2016) identificaram a escala de eficiência técnica dos IFs e a relação dos custos, indicativos de expansão e retenção nos escores de eficiência. O resultado referente à eficiência demonstrou que apenas 31% dos IFs analisados atingiram o escore de eficiência em 2012 e 2013. Há evidências de que os IFs considerados eficientes apresentaram melhores resultados médios de concluintes e menores gastos correntes por alunos matriculados, indicando que a obtenção do resultado não está condicionada a maiores dispêndios.

Costa (2020) investigou a relação entre desempenho da gestão e qualidade acadêmica nas Universidades Federais do Nordeste brasileiro. O desempenho foi mensurado através do índice de qualidade de gestão de insumos, obtido de um conjunto de indicadores estabelecidos pelo TCU, e a qualidade acadêmica foi medida através de um índice obtido por análise fatorial. Através de uma regressão linear para avaliar o efeito do desempenho da gestão sobre a qualidade acadêmica, os coeficientes demonstraram maior peso para a variável IQCD em relação à qualidade acadêmica.

Com base nesses estudos anteriores, os quais constataram um incremento médio de 13,7% na relação produto/insumo (PARENTE *et al.*, 2021), maior relevância para os indicadores IQCD (COSTA, 2020) e o GEPG (FERREIRA; SANTOS; PESSANHA, 2013), e que apenas 31% dos IFs atingiram o escore de eficiência (FURTADO; CAMPOS, 2016), destaca-se a importância desses resultados na construção do presente artigo, uma vez que se pretende corroborá-los ou refutá-los conforme a análise definida na metodologia a seguir.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como descritiva, pois, de acordo com Gil (2002, p. 42), “a pesquisa descritiva tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relação entre variáveis”. Essa caracterização decorre do objetivo central em verificar, através da entropia informacional e do conjunto de onze indicadores de gestão, quais são os mais relevantes para determinar o nível de eficiência técnica das instituições EPCT por meio de um *ranking*.

Quanto à abordagem, a pesquisa é considerada como quantitativa, pois analisou-se dados utilizando técnicas matemáticas ou estatísticas (MALHOTRA, 2006). No que tange ao instrumento de pesquisa, trata-se de um procedimento documental, pois foram utilizados os Relatórios de Análise dos Indicadores de Gestão da Rede Federal de EPCT, referente aos exercícios de 2012 a 2018.

A distribuição da amostra para o cálculo dos indicadores compreendem a Rede Federal de EPCT, instituída pela Lei 11.892/2008. O presente estudo selecionou essa amostra devido o Plano de Expansão da Rede Federal de EPCT, pois as instituições federais de EPCT partiu de um total de 144 unidades em 2006, para alcançar 659 unidades em todo o país em 2018.

A amostra foi delimitada para os 38 IFs, 2 Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFET) e o Colégio Pedro II (CP-II). Apesar da Rede também ser composta por 22 Escolas Técnicas Vinculadas às Universidades Federais (ETV-UF) e a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPr), elas foram retiradas da amostra por estarem administrativamente vinculadas à Secretaria de Educação Superior do Ministério da Educação (Sesu/MEC).

3.1 INDICADORES

O Relatório Anual de Análise dos Indicadores de Gestão foi elaborado a partir de um conjunto de grandezas absolutas e de indicadores que passaram a ser apresentados pela Rede Federal, apontando para a construção de um novo processo de coleta, tratamento e divulgação das informações estatísticas (BRASIL, 2019). Dentre os doze indicadores presentes no relatório, optou-se por excluir a “Distribuição de Matrículas por Renda Per Capita Familiar” devido à dificuldade em trabalhar com dados separados por faixas de rendas.

A partir dessa constatação, o quadro 1 apresenta os indicadores utilizados no presente artigo com suas respectivas descrições, fórmulas e sentido.

Quadro 1: Indicadores

Indicadores	Descrição	Fórmula	Sentido
Relação de Inscritos por Vagas (RIV);	Comunica a relação entre o número de inscritos e vagas nos processos seletivos para os cursos.	$RIV = \frac{INSCRITOS}{VAGAS}$	Quanto maior, melhor.
Relação Ingressantes por Matrículas (RIM);	Mede a porcentagem de ingressantes entre o total de matrículas.	$RIM = \frac{INGRES}{MATRÍC} \times 100(\%)$	Quanto maior, melhor.
Relação Concluintes por Matrículas (RCM);	Mede a porcentagem de formados entre o total de matrículas.	$RCM = \frac{FORMAD}{MATRÍC} \times 100(\%)$	Quanto maior, melhor.
Eficiência Acadêmica de Concluintes (EAC);	Comunica a proporção de concluintes frente ao total de matrículas finalizadas na instituição, seja por conclusão ou por evasão.	$EAC = \frac{FORMAD}{FINALIZ} \times 100(\%)$	Quanto maior, melhor.
Retenção do Fluxo Escolar (RFE);	Comunica o percentual de matrículas que se encontraram retidas pelo menos um dia no ano de referência.	$RFE = \frac{RETIDOS}{MATRÍC} \times 100(\%)$	Quanto menor, melhor.
Relação Matrículas por Professor (RAP);	Comunica a relação entre matrículas equivalentes e professores equivalentes.	$RAP = \frac{MATRÍCULAS}{PROFESSORES}$	Quanto menor, melhor.
Índice de Titulação do Corpo docente (ITCD);	Comunica o grau de titulação do corpo docente.	$ITCD = \frac{G*1+A*2+E*3+M*4+D*5}{G+A+E+M+D}$	Quanto maior, melhor.
Gastos Correntes por Matrícula (GCM);	Mede o custo médio de cada matrícula da Instituição.	$GCM = \frac{GASTOS COR}{MATRÍC}$	Quanto menor, melhor.
Gastos com Pessoal (GCP);	Comunica o percentual de gastos com pessoal em relação aos gastos totais da Instituição.	$GCP = \frac{GAST PESSOAL}{GASTOS TOTAIS} \times 100$	Quanto menor, melhor.
Gastos com outros Custeios (GOC);	Comunica o percentual de gastos com outros custeios em relação aos gastos totais da Instituição.	$GOC = \frac{GAST OUT CUS}{GASTOS TOT} \times 100$	Quanto menor, melhor.
Gastos com Investimentos (GCI).	Comunica o percentual de gastos com investimentos em relação aos gastos totais da Instituição.	$GCI = \frac{GASTOS INVEST}{GASTOS TOTAIS} \times 100$	Quanto menor, melhor.

Fonte: elaborado própria, 2021.

Tendo em vista que este estudo pretende analisar as instituições partindo da premissa de maximização de resultados com gastos mínimos, os indicadores de gastos, GCM, GCP, GOC e GCI apresentam interpretações contrárias aos outros critérios, ou seja, quanto menor quantitativo, melhor. Da mesma forma, a Retenção do Fluxo Escolar (RFE) e a Relação de Matrículas por Professor (RAP) demonstram impacto negativo no comportamento e desempenho educacional, portanto, possuem a mesma lógica.

Considerando que o objetivo inicial do artigo visa verificar, através da entropia informacional e do conjunto de onze indicadores de gestão, quais são os mais relevantes (maior peso informacional), os dados coletados dos relatórios indicaram o peso a ser considerado em cada critério, sem a necessidade de interferência de especialistas ou do gestor. Os pesos por

entropia consistem em atribuir a maior carga ao critério que represente maior quantidade de informação, que está associada a capacidade de discriminar as alternativas. Após a obtenção dos pesos e sua aplicação, o objetivo final é alcançado ao estabelecer o *ranking* da Rede Federal.

3.2 MÉTODO MULTICRITÉRIO ENTROPIA

Para Rocha, Hein e Kroenke (2011), a entropia necessita de um ponto de referência, isto é, o melhor valor para cada indicador. Com base nesse valor, calcula-se então a entropia através do seguinte método:

Seja $d_i = (d_i^1, d_i^2, \dots, d_i^m)$ os valores normalizados, onde: $d_i^k = \frac{x_i^k}{x_i^*}$, que caracteriza o conjunto D , em termos i -ésimo atributo. Define-se $D_i = \sum_{k=1}^m d_i^k$; $i=1, 2, \dots, n$. A medida de entropia do contraste de intensidade para o i -ésimo atributo é calculado por $e(d_i) = -\alpha \sum_{k=1}^m \frac{d_i^k}{D_i} \ln\left(\frac{d_i^k}{D_i}\right)$, onde $\alpha = \frac{1}{E_{\max}} > 0$ e $E_{\max} = \ln(m)$. Lembrando ainda que $0 \leq d_i^k \leq 1$ e $d_i^k \geq 0$. Caso todos os d_i^k sejam iguais para um dado i , então $\frac{d_i^k}{D_i} = \frac{1}{n}$ e $e(d_i)$ assume valor máximo, isto é, $E_{\max} = \ln(m)$. Ao se fixar $\alpha = \frac{1}{E_{\max}}$, determina-se $0 \leq e(d_i) \leq 1$ para todos os d_i 's (p. 6).

A entropia total de D é definida por: $E = \sum_{i=1}^n e(d_i)$. Observa-se que quanto maior for $e(d_i)$, menor é a informação transmitida pelo i -ésimo atributo; caso $e(d_i) = E_{\max} = \ln(m)$, então o i -ésimo atributo não transmite informação e pode ser removida da análise decisória. Devido ao peso $\tilde{\lambda}_i$ ser inversamente relacionado a $e(d_i)$, usa-se $1 - e(d_i)$ ao invés de $e(d_i)$ e normaliza-se para assegurar que $0 \leq \tilde{\lambda}_i \leq 1$ e $\sum_{i=1}^n \tilde{\lambda}_i = 1$. Assim: $\tilde{\lambda}_i = \frac{1}{n - E} [1 - e(d_i)] = \frac{[1 - e(d_i)]}{n - E}$.

Cabe destacar que qualquer mudança dinâmica em X ou D pode afastar a decisão do ponto "ideal". Nesse caso, pode introduzir mudanças nas d_i 's e que causam, correspondentemente, mudanças nas intensidades de contraste relativa. As alterações irão refletir um novo conjunto de $\tilde{\lambda}_i$'s, ou seja, a remoção ou adição de uma alternativa pode incrementar a intensidade de contraste e isso produz informação decisória adicional. O oposto também pode ocorrer. A riqueza informacional pode ser diminuída nestes casos. Efeitos similares podem ser removidos ou incluídos.

A menor divergência nos escores de d_i^k farão menores as diferenças entre $\tilde{\lambda}_i$, tornando o i -ésimo atributo menos importante. Casos os escores dos atributos sejam iguais, então $\tilde{\lambda}_i = 0$. Ambos os pesos: w_i e $\tilde{\lambda}_i$ são determinantes na importância de modo paralelo. Se $w_i = 0$ então todo $\tilde{\lambda}_i = 1$, o que não justifica fazer o i -ésimo atributo importante. Se $\tilde{\lambda}_i = 0$, então todo atributo com $w_i = 1$ se torna irrelevante para o tomador de decisão. Uma maneira (hipótese possível) para

atribuir importância lado a lado, pode ser formulado por $\lambda_i = \tilde{\lambda}_i w_i$, ou após a normalização:

$$\lambda_i = \frac{\tilde{\lambda}_i w_i}{\sum_{i=1}^n \tilde{\lambda}_i w_i}. \text{ Nesse sentido, a medida de entropia é calculada por } e(d_i) = -\alpha \sum_{k=1}^m \frac{d_i^k}{D_i} \ln\left(\frac{d_i^k}{D_i}\right).$$

4 ANÁLISE DOS DADOS

Nesta seção, apresenta-se a estatística descritiva dos indicadores adotados pela Rede Federal de EPCT, em seguida, através do método da entropia informacional, evidencia-se a entropia das variáveis e seus respectivos pesos, e, por fim, estabelece o *ranking* das instituições para fins de análise conforme relatório anual. Além dessa análise principal, o estudo buscou evidenciar a evolução das posições no *ranking* por região geográfica, conforme período delimitado, e por um *ranking* consolidado.

4.1 ESTATÍSTICA DESCRITIVA

Os dados coletados referentes aos indicadores de gestão de cada instituição da Rede Federal de EPCT, no período de 2012 a 2018, foram extraídos dos Relatórios de Análise dos Indicadores de Gestão advindos da PNP. A tabela 1 apresenta as principais medidas estatísticas levando em consideração os 7 anos de delimitação temporal, conforme a seguinte análise descritiva.

Tabela 1: Estatística descritiva dos indicadores de gestão do Brasil

Indicadores	Média	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	Observações
RIV	5,60	3,22	4,84	0,61	19,32	283
RIM (%)	34,51%	11,22%	32,46%	10,50%	81,69%	283
RCM (%)	13,39%	7,48%	12,40%	0,60%	53,41%	283
EAC (%)	48,03%	12,82%	48,51%	3,00%	86,58%	283
RFE (%)	34,38%	12,93%	36,11%	6,51%	69,21%	283
RAP	24,15	9,30	22,01	7,90	89,15	283
ITCD	3,70	0,47	3,81	1,14	4,45	283
GCM	13.477,97	4.930,26	14.168,43	2.120,81	37.620,53	283
GCP (%)	69,24%	9,42%	70,22%	30,33%	87,12%	283
GOC (%)	17,06%	3,50%	17,01%	8,58%	32,90%	283
GCI (%)	9,84%	7,31%	8,28%	0,99%	46,20%	283

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

O indicador RIV apresentou uma média de 5,6 inscritos por vaga nos processos seletivos, demonstrando de forma geral uma significativa concorrência entre os inscritos para a fase inicial de um curso. Essa generalização não se destina, por exemplo, para o Instituto Federal de Roraima (IFRR) que apresentou o valor mínimo de 61 inscritos para 100 vagas em

2013. Em contraste, o Instituto Federal do Ceará (IFCE) apresentou a maior concorrência de 483 inscritos para 25 vagas em 2014.

Tendo em vista que a variável RIM busca identificar o grau de renovação do corpo discente, a tabela 1 demonstra que o impacto das matrículas realizadas pela primeira vez (ingressantes) sobre o total de matrículas resultou uma média de 34,51% nos anos em análise. O Instituto Federal do Pará (IFPA) apresentou o menor valor para essa variável em 2012, 10,5% de ingressantes por matrícula, e o Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG), por outro lado, evidenciou a maior porcentagem de ingressantes por matrícula, 81,69%, em 2013.

Quanto a porcentagem de alunos que concluíram o curso com êxito em relação ao número de matrículas (RCM), verifica-se uma média de 13,39%. O Instituto Federal do Mato Grosso do Sul (IFMS) deteve menor valor para esse indicador, 0,6%, em 2012, enquanto o Instituto Federal do Sul de Minas apresentou maior valor, 53,41%, em 2014.

A média de proporção de concluintes frente ao total de matrículas finalizadas (EAC) nas instituições foi de 48,03%, onde o valor máximo para esse indicador é representado pelo Instituto Federal do Amapá (IFAP) em 2014. Por outro lado, o IFMS foi responsável pela menor proporção, 3%, em 2012.

O RFE apresentou uma média de 34,38% alunos que permanecem matriculados por período superior ao tempo previsto para a integralização de um curso. Esse resultado é contrário ao que foi evidenciado por Ferreira, Santos e Pessanha (2013), que encontraram um valor atípico de 63,24% de retenção dos alunos das Universidade Federais. Ainda sobre esse indicador, o Instituto Federal do Paraná (IFPR) deteve o maior valor, 69,21%, em 2015, enquanto o Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSertãoPe) apresentou a menor proporção de retidos, 6,51%, em 2018.

O ITCD apresentou uma média de 3,7 em titulação, o que indica significativa especialização acadêmica dos professores da Rede Federal. Esse resultado é semelhante com a pesquisa de Ferreira, Santos e Pessanha (2013), os quais encontraram uma média no IQCD de 3,9. Destaca-se que o CEFET-MG evidenciou a maior pontuação para esse indicador (4,45) em 2017, destacando expressivo número de professores doutores e mestres, que representavam, respectivamente, 50% e 45% do corpo docente. Por outro lado, o IFAP exibiu a menor titulação de 1,14 em 2012, pois dentre os 96 docentes, apenas 2 possuíam especialização, 3 continham mestrado e nenhum doutorado.

O GCM, calculado com base no conceito de Matrícula Equivalente, teve uma média de R\$ 13.477,97, resultado semelhante ao encontrado por Ferreira, Santos e Pessanha (2013), os

quais constataram uma média de R\$ 13.346,96 de custo por aluno. Este estudo aponta o IFPR com o menor valor, R\$ 2.120,81, em 2012, enquanto o CP-II efetuou maior gasto, R\$ 37.620,53, em 2016. O percentual de GCP em relação aos gastos totais da Instituição deteve uma média de 69,24%, sendo o Instituto Federal de Brasília (IFB) responsável pelo valor mínimo de 30,33% em 2012, e o CP-II pelo valor máximo de 87,12% em 2018. O GOC obteve média de 17,06%, e, por fim, o GCI evidenciou a menor média percentual de gastos (9,84%).

4.2 ENTROPIA E PESO DOS INDICADORES

Apesar do presente estudo analisar o período de 2012 a 2018, os quadros a seguir demonstram os dados referente apenas ao último ano, pois pretende-se meramente demonstrar os processos que foram realizados para identificar a entropia das variáveis, e, por consequência, seus pesos. Dessa forma, o quadro 2 expõe os dados dos indicadores por instituição, os quais foram extraídos do Relatório de Análise dos Indicadores de Gestão.

Destaca-se que, apesar da inviabilidade de informar os dados das 41 instituições para os 7 anos investigados, os quadros 2, 3 e 4 apresentam os valores para as 4 primeiras e 3 últimas IFs conforme ordem alfabética.

Quadro 2: Dados dos indicadores de gestão

IFs	ITCD	RIV	RIM	RCM	EAC	RFE	RAP	GCM	GCP	GOC	GCI
IFAC	3,62	9,17	36,95	16,82	47,56	16,82	19,45	8.715	14,33	11,84	9,22
IFAL	3,83	5,63	32,90	17,26	49,31	17,26	22,10	8.396	10,28	12,73	12,98
IFAM	3,55	10,78	30,32	0,85	50,64	0,85	22,28	9.084	15,12	10,95	9,69
IFAP	3,44	3,95	44,72	5,42	78,92	5,42	25,10	11.276	22,84	6,01	6,71
...
IFS	4,06	5,07	34,69	16,89	42,08	16,89	22,49	5.081	10,71	15,18	10,14
IFSP	4,11	3,87	57,77	18,79	51,36	18,79	21,53	9.435	9,69	15,60	10,50
IFTO	3,91	4,13	32,09	14,64	38,64	14,64	27,36	10.830	17,71	7,51	10,79

Fonte: Plataforma Nilo Peçanha, 2018.

Os valores de cada coluna são somados e, a partir destes, constrói-se uma nova matriz dividindo cada valor da matriz original pelo somatório de sua coluna, desencadeando o que se conceitua de normalização da matriz. Tendo em vista que essa normalização se faz necessária para obter um efeito comparativo, constitui-se o quadro 3.

Quadro 3: Normalização dos dados

IFES	ITCD	RIV	RIM	RCM	EAC	RFE	RAP	GCM	GCP	GOC	GCI
IFAC	0,82	0,85	0,64	0,78	0,60	0,78	0,80	0,65	0,59	0,63	0,67
IFAL	0,86	0,52	0,57	0,80	0,62	0,80	0,64	0,63	0,42	0,67	0,94
IFAM	0,80	1	0,52	0,04	0,64	0,04	0,63	0,68	0,62	0,58	0,70
IFAP	0,78	0,37	0,77	0,25	1	0,25	0,46	0,84	0,94	0,32	0,49
...
IFS	0,92	0,47	0,60	0,79	0,53	0,79	0,62	0,38	0,44	0,80	0,73
IFSP	0,93	0,36	1	0,87	0,65	0,87	0,68	0,70	0,40	0,82	0,76
IFTO	0,88	0,38	0,56	0,68	0,49	0,68	0,33	0,81	0,73	0,40	0,78
SOMA	36,9	17,8	26,7	27,0	27,1	27,0	22,3	26,8	21,0	27,5	32,6

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Após a normalização, realiza-se a hierarquização das alternativas diante a um critério específico através do cálculo da média de cada linha da matriz normalizada. Ressalta-se que o somatório desses índices de priorização das alternativas dentro de um critério deve ser igual a 1. Esse procedimento é repetido para todos os critérios, de modo a obter uma hierarquização das alternativas frente a cada critério (MACEDO; CORRAR, 2010).

Quadro 4: Valores probabilísticos dos indicadores nas alternativas

IFES	ITCD	RIV	RIM	RCM	EAC	RFE	RAP	GCM	GCP	GOC	GCI
IFAC	0,02	0,05	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,02	0,02
IFAL	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03
IFAM	0,02	0,06	0,02	0,001	0,02	0,001	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02
IFAP	0,02	0,02	0,03	0,01	0,04	0,01	0,02	0,03	0,04	0,01	0,01
...
IFS	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,03	0,02
IFSP	0,03	0,02	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02
IFTO	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,01	0,03	0,03	0,01	0,02
Total	1										

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Conforme exposto na metodologia, a medida de entropia do contraste de intensidade para o *i*-ésimo atributo é calculado por $e(d_i) = -\alpha \sum_{k=1}^m \frac{d_i^k}{D_i} \ln\left(\frac{d_i^k}{D_i}\right)$, onde $\alpha = \frac{1}{E_{\max}} > 0$ e $E_{\max} = \ln(m)$. De acordo com Zeleny (1982), quanto menor o $e(d_i)$, maior será a informação transmitida, ou seja, maior será o peso do critério. Assim, a tabela 2 apresenta o cálculo da entropia entre os indicadores (variáveis) de gestão conforme delimitação temporal, e, por conseguinte, a tabela 3 demonstra a variação dos seus respectivos pesos conforme os anos.

Tabela 2: Entropia das variáveis

Variáveis	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ITCD	0,9913	0,9987	0,9990	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994
RIV	0,9463	0,9573	0,9557	0,9638	0,9628	0,9676	0,9729
RIM	0,9847	0,9842	0,9857	0,9833	0,9839	0,9917	0,9937
RCM	0,9481	0,9690	0,9437	0,9521	0,9728	0,9838	0,9820
EAC	0,9830	0,9879	0,9894	0,9908	0,9933	0,9915	0,9939
RFE	0,9731	0,9545	0,9725	0,9806	0,9580	0,9670	0,9820
RAP	0,9867	0,9806	0,9814	0,9762	0,9585	0,9819	0,9756
GCM	0,9679	0,9745	0,9735	0,9777	0,9910	0,9854	0,9847
GCP	0,9748	0,9737	0,9748	0,9637	0,9688	0,9685	0,9827
GOC	0,9861	0,9608	0,9655	0,9803	0,9697	0,9738	0,9926
GCI	0,9884	0,9871	0,9873	0,9858	0,9902	0,9843	0,9940

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Tabela 3: Pesos das variáveis

Variáveis	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Saldo
ITCD	3,22%	0,46%	0,36%	0,24%	0,23%	0,25%	0,34%	5,10%
RIV	19,93%	15,73%	16,35%	14,72%	14,78%	15,81%	18,54%	115,86%
RIM	5,66%	5,82%	5,24%	6,78%	6,39%	4,03%	4,27%	38,19%
RCM	19,27%	11,43%	20,76%	19,46%	10,83%	7,88%	12,30%	101,93%
EAC	6,28%	4,43%	3,89%	3,71%	2,65%	4,14%	4,17%	29,27%
RFE	9,99%	16,75%	10,12%	7,89%	16,70%	16,10%	12,30%	89,85%
RAP	4,94%	7,13%	6,84%	9,67%	16,52%	8,81%	16,69%	70,60%
GCM	11,92%	9,37%	9,76%	9,05%	3,57%	7,12%	10,46%	61,25%
GCP	9,36%	9,69%	9,29%	14,76%	12,39%	15,40%	11,79%	82,68%
GOC	5,16%	14,45%	12,73%	7,99%	12,06%	12,81%	5,04%	70,24%
GCI	4,28%	4,74%	4,66%	5,74%	3,89%	7,66%	4,09%	35,06%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	700%

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

No período de 2012 a 2015, o Colégio Pedro II não constava na amostra da pesquisa, portanto, há 40 instituições nesse lapso temporal, e 41 entre 2016 e 2018. As 11 variáveis, indicadores de gestão, são baseadas em uma análise consolidada das informações apresentadas pelas instituições da Rede Federal de EPCT.

Os pesos originados, conforme o modelo multicritério entropia da informação, permitem inferir que o RIV foi o indicador mais representante (19,93%) em 2012, o RFE (16,75%) em 2013, o RCM (20,76% e 19,46%) em 2014 e 2015, o RFE (16,70% e 16,10%) em 2016 e 2017, e, por fim, o RIV (18,54%) em 2018. Ao analisar o saldo acumulado dos maiores pesos, constata-se que o RIV é o indicador mais relevante, seguido pelo RCM e RFE.

Ao contrário da pesquisa de Ferreira, Santos e Pessanha (2013) e de Costa (2020), os quais constataram o IQCD como o indicador mais relevante para o desempenho, este estudo demonstra que o ITCD foi o indicador responsável pelo menor peso em todos os anos. Os saldos

acumulados desses pesos permitem apontar que o ITCD é o indicador de gestão com menor carga informacional (pouca variação), seguido pelo EAC e GCI. A evolução do ITCD durante o período analisado permite acreditar que a menor variação quanto a titulação do corpo docente da Rede Federal demonstra um maior acesso desses professores a uma pós-graduação.

Quanto aos indicadores de gastos, evidencia-se que o GCM apresentou maior peso (11,92%) em 2012, o GCP (15,4%) em 2017, o GOC (14,45%) em 2013, e, por fim, o GCI (7,66%) em 2017. De forma geral, os resultados apontam que o GCI foi o responsável pela menor carga informacional dentre todas as variáveis de dispêndios, 35,06%.

No período de 2012 a 2016, a eficiência acadêmica (EAC) da Rede Federal obteve uma queda em seu peso informacional de 6,28% para 2,65%, o que indica menor variação entre a eficiência desses alunos. Entretanto, esse indicador consegue realizar uma leve recuperação em sua carga informacional, atingindo o valor de 4,17% em 2018. Por fim, o RFE e o RAP apresentaram significativas oscilações em seus volumes informacionais em todos os anos analisados.

4.3 ANÁLISE POR REGIÃO GEOGRÁFICA

Apresenta-se, nesta subseção, as estatísticas descritivas e a evolução dos *rankings* conforme região geográfica, tendo em vista as sugestões dos estudos anteriores para retratar de forma sistêmica as instituições contemplando características individuais e regionais. Os quadros 5, 6, 7, 8 e 9 apresentam as médias delimitadas para os órgãos públicos de cada região, sendo comparadas com os dados consolidados da tabela 1. Em sequência, as tabelas 4, 5, 6, 7 e 8 apresentam a evolução das colocações e pontuações das instituições para cada ano analisado.

O quadro 5 apresenta a média e o desvio padrão das 49 observações para cada indicador da região norte:

Quadro 5: Média e desvio padrão dos indicadores da região norte

NOR.	ITCD	RIV	RIM	RCM	EAC	RFE	RAP	GCM	GCP	GOC	GCI
Média	3,33	6,63	36,84	13,91	49,8	36,59	24,43	11,94 1	64,46	19,47	12,12
DP	0,55	3,81	13,65	9,08	16,61	15,84	6,58	3,942	9,78	3,79	8,2

Legenda: NOR.= Norte; DP = Desvio Padrão. **Fonte:** dados da pesquisa, 2021.

Ao comparar as médias do quadro 5 e tabela 1, os indicadores RIV, RIM, EAC, RFE, GOC e GCI tiveram uma maior média, enquanto os outros apresentaram menores valores. Isso permite inferir que a região norte detém uma maior concorrência nos processos seletivos (6,36 - 5,6), mais ingressantes por matrícula (36,84% - 34,51%), maior eficiência acadêmica (49,80%

-48,03%), mais matrículas retidas (36,59% - 34,38 e mais gastos com investimentos (12,12% - 9,84%) quando confrontados com a média nacional. Destaca-se que o indicador GOC dessa região alcançou a maior média, pois, dentre os gastos totais, 19,47% eram destinados para gastos com outros custeios. A tabela 4 apresenta a evolução do *ranking* dos IFs dessa região:

Tabela 4: Evolução do *ranking* das instituições da região norte por ano

NORTE	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018	
	C°	Pont												
IFAC	3°	56,09	3°	60,36	5°	50,05	4°	57,90	20°	47,34	4°	63,66	2°	71,93
IFAM	37°	39,51	38°	37,82	34°	39,37	32°	43,27	37°	36,15	39°	42,86	34°	54,31
IFAP	32°	41,86	1°	63,85	1°	62,99	1°	65,83	4°	53,56	2°	67,37	35°	53,70
IFPA	21°	45,64	37°	39,01	22°	45,17	16°	48,51	9°	53,56	32°	53,39	1°	73,66
IFRO	33°	41,60	17°	48,91	31°	40,60	23°	47,38	21°	47,27	24°	56,92	10°	65,01
IFRR	18°	46,21	40°	32,77	39°	35,13	35°	41,39	28°	43,27	25°	55,44	38°	49,80
IFTO	30°	42,45	35°	41,17	32°	40,53	27°	46,37	33°	38,57	28°	54,07	16°	61,62

Legenda: C° = Colocação, Pont = Pontuação. **Fonte:** Dados da pesquisa, 2021.

Conforme a tabela 4, o IFAP deteve a primeira colocação no período entre 2013 a 2015, sofrendo uma significativa oscilação negativa na sua qualidade técnica nos anos restantes. Dentre as instituições da região norte, o Instituto Federal do Amazonas (IFAM) e o Instituto Federal do Acre (IFAC) apresentaram as menores variações em suas posições. Enquanto a melhor posição do IFAM foi o 32° em 2015 e a pior em 2017, 39ª, por outro lado, o IFAC demonstrou pouca variação em melhores colocações, variando da 5ª em 2014 até o 2° em 2018.

Quanto a região nordeste, o quadro 6 e a tabela 5 apresentam, respectivamente, as médias e desvios padrão das 77 observações para cada indicador de gestão, e a evolução das colocações e pontuações desses IFs.

Quadro 6: Média e desvio padrão dos indicadores da região nordeste

NORD.	ITCD	RIV	RIM	RCM	EAC	RFE	RAP	GCM	GCP	GOC	GCI
Média	3,65	6,46	30,58	10,89	46,34	36,71	23,61	13,017	70,64	16,90	8,66
DP	0,41	3,34	7,51	6,63	9,79	12,49	5,84	4,405	7,4	3,26	5,43

Legenda: NORD. = Nordeste; DP = Desvio Padrão. **Fonte:** dados da pesquisa, 2021.

Ao comparar as médias do quadro 6 e da tabela 1, apenas os indicadores RIV, RFE e GCP apresentaram uma maior média. Isso permite inferir que a região nordeste detém uma maior concorrência nos processos seletivos (6,46 - 5,6), mais matrículas retidas (36,71% - 34,38%) e maiores gastos com pessoal (70,64% - 69,24%). Vale destacar que, dentre esses 3 indicadores, apenas o RIV apresenta uma interpretação positiva (quanto maior, melhor), sendo o nordeste responsável pelas maiores médias dos indicadores RIV (6,46) e RFE (36,71%).

Tabela 5: Evolução do ranking das instituições da região nordeste por ano

NORDES TE	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018	
	C°	Pon												
IFAL	40°	37.8	20°	47.8	35°	38.7	12°	50.3	38°	35.7	22°	58.3	12°	64.4
IFBA	36°	40.1	27°	46.0	29°	41.8	38°	40.5	41°	32.6	17°	59.4	8°	65.9
IFBahiano	39°	38.9	30°	43.5	37°	36.5	26°	46.4	34°	38.5	34°	52.2	27°	57.9
IFCE	17°	46.3	9°	53.4	3°	56.3	10°	52.0	5°	53.5	7°	62.6	6°	68.2
IFMA	31°	42.2	33°	42.0	40°	34.9	40°	39.1	40°	35.1	23°	57.7	41°	46.8
IFPB	16°	46.6	12°	51.9	16°	46.4	17°	48.5	26°	44.9	8°	61.8	21°	59.1
IFPE	35°	40.4	29°	44.0	33°	39.4	36°	40.8	39°	35.1	36°	50.9	36°	51.9
IFPI	13°	47.0	22°	47.3	19°	45.7	18°	48.0	30°	40.9	11°	60.6	14°	63.0
IFRN	5°	55.2	10°	52.3	25°	44.0	31°	45.5	35°	38.1	30°	53.8	11°	64.8
IFS	8°	50.1	34°	41.7	10°	48.1	37°	40.6	17°	49.1	33°	52.6	19°	59.5
IFSertãoPe	4°	55.3	2°	60.4	4°	54.9	6°	53.0	2°	59.6	19°	59.0	4°	69.3

Legenda: C° = Colocação, Pont = Pontuação. **Fonte:** Dados da pesquisa, 2021.

Conforme tabela 5, visualiza-se que o IFSertãoPE deteve o melhor desempenho nos períodos analisados, seguido pelo IFCE e pelo IFPB. Entretanto, apesar da significativa oscilação entre os outros IFs, percebe-se que o Instituto Federal do Maranhão (IFMA) e o Instituto Federal de Pernambuco (IFPE) mantiveram uma baixa qualidade técnica em todos os anos. Apesar do Instituto Federal da Bahia (IFBA) ter ocupado a pior posição do *ranking* em 2016, os dados evidenciaram uma recuperação nos anos seguintes.

Quanto a região centro oeste, o quadro 7 e a tabela 6 apresentam, respectivamente, as médias e desvios padrão das 35 observações para cada indicador de gestão, bem como a evolução dos IFs no *ranking*.

Quadro 7: Média e desvio padrão dos indicadores da região centro oeste

CENTR.	ITCD	RIV	RIM	RCM	EAC	RFE	RAP	GCM	GCP	GOC	GCI
Média	3,77	4,64	39,38	12,06	39,35	30,99	24	13.130	65	17,29	14,05
DP	0,42	2,78	10,74	4,95	12,7	10,95	7,4	4.499	13,1	3,07	11,32

Legenda: CENTR. = Centro Oeste; DP = Desvio Padrão. **Fonte:** dados da pesquisa, 2021.

Através da comparação das médias do quadro 7 e da tabela 1, verifica-se que, na região centro oeste, os indicadores RIM, GOC (17,29% - 17,06%) e GCI possuem uma maior média. A região centro oeste foi responsável pelo maior valor para os indicadores GCI, em média 14,05% dos gastos totais dessa região eram destinados a investimentos, e RIM, que denota um alto índice de renovação do corpo discente (39,38%). Esse resultado é relevante, pois o período “entre 2014 e 2017 ocorreu uma consistente redução do volume de investimentos nas Instituições da Rede Federal” (BRASIL, 2019, p. 41). Além disso, essa região apresentou a maior média para os indicadores RIM (39,38%) e GCI (14,05%).

Tabela 6: Evolução do ranking das instituições da região centro oeste por ano

CENTRO OESTE	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018	
	C°	Pon												
IFB	7°	51.5	5°	55.6	26°	42.7	3°	60.9	12°	51.3	3°	64.4	3°	71.8
IFG	15°	46.7	4°	57.2	13°	46.7	30°	45.8	8°	52.1	29°	53.8	24°	58.1
IFGO	29°	42.6	25°	46.6	30°	41.3	19°	47.9	32°	39.5	40°	42.5	29°	57.8
IFMS	12°	47.1	32°	42.2	21°	45.4	9°	52.3	18°	48.9	35°	51.4	28°	57.9
IFMT	38°	39.2	26°	46.4	28°	41.8	34°	41.7	31°	40.6	27°	54.3	39°	48.0

Legenda: C° = Colocação, Pon = Pontuação. **Fonte:** Dados da pesquisa, 2021.

Dentre os IFs da região centro oeste, conforme tabela 6, percebe-se que o Instituto Federal de Goiás (IFG) apresentou melhores pontuações de qualidade técnica nos anos 2013, 2014 e 2016. Para os anos restantes, o Instituto Federal de Brasília (IFB) foi o responsável pelo melhor desempenho, repetindo a colocação de 3° lugar nos anos 2015, 2017 e 2018. O Instituto Federal do Mato Grosso (IFMT) evidenciou as menores pontuações de qualidade técnica nos anos 2012, 2015 e 2018, e o IFMS deteve uma significativa oscilação nas posições do *ranking* em todo o período analisado.

Quanto a região sudeste, o quadro 8 apresenta as médias e desvios padrão das 80 observações para cada indicador de gestão.

Quadro 8: Estatística descritiva dos indicadores da região sudeste

SUDES.	ITCD	RIV	RIM	RCM	EAC	RFE	RAP	GCM	GCP	GOC	GCI
Média	3,86	5,65	34,92	14,92	52,21	33,07	24,29	14.790	73,25	15,34	7,62
DP	0,42	3,22	13,91	8,72	13,18	11,52	11,95	6.298	7,58	3,08	5,26

Legenda: SUDES. = Sudeste; DP = Desvio Padrão. **Fonte:** dados da pesquisa, 2021.

Segundo as médias do quadro 8, todos os indicadores da região sudeste apresentaram valores acima da média nacional, exceto o RFE (33,07% - 34,38%), o qual possui um sentido negativo (quanto menor, melhor). Destaca-se que o indicador GCP apresentou nessa região o maior valor, ou seja, em média 73,25% dos gastos totais dessa região eram destinados a gastos com pessoal. Em seguida, a tabela 7 expõe a evolução dos IFs da região sudeste no *ranking*.

Tabela 7: Evolução do ranking das instituições da região sudeste por ano

SUDESTE	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018	
	Cº	P.	Cº	P.	Cº	P.	C	P.	C	P.	Cº	P.	Cº	P.
CEFET-MG	20º	46.0	19º	48.1	7º	48.6	22º	47.5	16º	49.7	15º	59.5	18º	60.0
CEFET-RJ	2º	58.7	8º	53.4	8º	48.2	24º	47.2	27º	44.7	9º	61.7	40º	47.2
CP-II	-	-	-	-	-	-	-	-	3º	55.6	14º	60.0	23º	58.3
IFES	6º	53.4	7º	54.9	12º	47.1	8º	52.4	15º	49.8	18º	59.1	17º	61.6
IFF	27º	43.6	31º	42.6	38º	35.8	39º	39.2	36º	37.5	26º	54.6	33º	54.8
IFMG	28º	42.9	16º	49.2	9º	48.1	21º	47.6	23º	46.5	13º	60.4	32º	55.1
IFNMG	11º	48.6	6º	54.9	14º	46.5	7º	52.6	22º	46.8	6º	62.9	13º	63.8
IFRJ	34º	41.3	21º	47.6	24º	44.3	13º	49.8	6º	53.0	20º	58.8	25º	58.0
IFSP	25º	44.4	11º	52.3	15º	46.5	5º	55.6	1º	67.9	1º	71.0	9º	65.8
IFSudestMG	9º	48.9	18º	48.7	17º	46.0	29º	45.8	29º	41.5	37º	50.5	26º	57.9
IFSuldeMG	1º	64.7	23º	47.2	2º	62.4	2º	63.1	24º	46.5	41º	41.4	20º	59.1
IFTM	23º	45.1	36º	40.8	20º	45.4	15º	49.2	7º	52.9	10º	61.2	22º	59.0

Legenda: Cº = Colocação, P. = Pontuação. **Fonte:** Dados da pesquisa, 2021.

Conforme a tabela 7, destaca-se que, apesar do IFSuldeMG ter sido responsável pelas melhores colocações em 2012, 2014 e 2015, salienta-se uma queda em sua *performance* nos dois anos seguintes, onde ele alcança a pior posição em 2017. Em seguida, percebe-se que o IFSP apresentou o melhor desempenho para os anos de 2016 a 2018. Apesar do IFNMG ter demonstrado uma alta variação em suas colocações, ele alcançou a melhor pontuação em 2013.

Dentre os 7 anos analisados, o Instituto Federal Fluminense (IFF) revelou a pior colocação entre 2014 e 2016 nessa região. Da mesma forma, o Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ) deteve a pior colocação em 2012, apesar de ter recuperado sua qualidade técnica nos anos seguintes, e o Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) também ocupou a pior colocação em 2013, entretanto apresentou recuperação em sua pontuação até o ano de 2016.

As médias e os desvios padrão das 42 observações para cada indicador de gestão, referente a região sul, são apresentados no quadro 9.

Quadro 9: Estatística descritiva dos indicadores da região sul

SUL	ITCD	RIV	RIM	RCM	EAC	RFE	RAP	GCM	GCP	GOC	GCI
Média	3,89	3,75	35,43	15,8	50,72	32,61	23,88	14.655	68,92	16,93	10,07
DP	0,38	1,63	8,91	5,45	9,7	13,23	12,94	5.430	9,43	3,31	6,85

Legenda: DP = Desvio Padrão. **Fonte:** dados da pesquisa, 2021.

A região sul é responsável, conforme o quadro 9, por médias maiores dos indicadores ITCD (3,89 – 3,7), RIM (35,43% - 34,51%), RCM (15,8% – 13,39%), EAC (50,72% - 48,03%), GCM (14.655 – 13.477) e GCI (10,07% - 9,84%) quando confrontados com a média nacional. Destaca-se que, dentre esses indicadores, apenas o GCM e o GCI possuem interpretações negativas. Além disso, essa região foi responsável pelo maior ITCD, o que permite inferir que esse valor próximo ao nível 4, em uma escala de 1 a 5, comprova o alto nível acadêmico dos

professores dessa região, possuindo uma titulação equivalente aos níveis mestrado e doutorado. Em seguida, a tabela 8 expõe a evolução dos IFs dessa região no *ranking*.

Tabela 8: Evolução do *ranking* das instituições da região sul por ano

SUL	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018	
	C°	P.	C°	P.	C°	P.	C	P.	C	P.	C°	P.	C°	P.
IFC	19°	46.1	15°	50.0	18°	45.9	14°	49.5	13°	50.5	12°	60.5	30°	56.2
IFFarroupilha	14°	46.7	28°	45.4	27°	42.5	25°	46.9	10°	52.0	5°	63.0	7°	66.1
IFPR	22°	45.4	39°	34.2	36°	37.6	28°	46.3	19°	47.5	38°	50.2	15°	63.0
IFRS	10°	48.8	14°	51.3	11°	47.7	11°	51.5	14°	50.3	16°	59.5	31°	55.6
IFSC	24°	44.6	13°	51.4	6°	50.0	20°	47.6	11°	51.6	21°	58.6	5°	69.0
IFSUL	26°	44.3	24°	47.1	23°	44.9	33°	42.9	25°	45.3	31°	53.7	37°	51.5

Legenda: C° = Colocação, P. = Pontuação. **Fonte:** Dados da pesquisa, 2021.

Segundo a tabela 8, nota-se que o Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) evidenciou a melhor qualidade técnica nos anos 2013, 2014 e 2018. Na sequência de melhores desempenhos, segue o Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) nos anos 2012 e 2015, e, por fim, o Instituto Federal Farroupilha nos anos 2016 e 2017.

As instituições responsáveis pelos piores desempenhos foram o IFPR nos anos 2013, 2014 e 2017, seguido pelo Instituto Federal Sul Riograndense (IFSUL) nos anos 2012, 2015, 2016 e 2018. O Instituto Federal Catarinense (IFC) demonstrou pontuações razoáveis em todo o período de análise, não apresentando posições extremas.

4.4 RANKING CONSOLIDADO

Após a exposição dos *rankings* regionais, elaborou-se o *ranking* consolidado a partir da média, que foi calculada através da soma das pontuações de qualidade técnica sendo dividido pelo número de anos analisados. Destaca-se que, dentre as 41 instituições analisadas, apenas o Colégio Pedro II não apresentou 7 anos de observação, assim, sua pontuação final foi dividida por 3 anos (2016-2018), conforme tabela 9.

Tabela 9: Ranking consolidado

C°	Instituição	Soma	Média	C°	Instituição	Soma	Média
1°	IFSertãoPe	411.5	58.8	22°	IFPI	352.5	50.4
2°	IFAP	409.2	58.5	23°	IFAC	351.2	50.2
3°	CP-II	173.9	58.0	24°	IFMG	349.8	50.0
4°	IFSP	403.5	57.6	25°	IFRO	347.7	49.7
5°	IFB	398.2	56.9	26°	IFMS	345.2	49.3
6°	IFCE	392.3	56.0	27°	IFS	341.7	48.8
7°	IFSuldeMG	384.4	54.9	28°	IFSudesteMG	339.3	48.5
8°	IFES	378.3	54.0	29°	IFAL	333	47.6
9°	IFNMG	376.1	53.7	30°	IFSUL	329.7	47.1
10°	IFSC	372.8	53.3	31°	IFBA	326.3	46.6
11°	IFRS	364.7	52.1	32°	IFTO	324.8	46.4
12°	IFFarroupilha	362.6	51.8	33°	IFPR	324.2	46.3
13°	CEFET-RJ	361.1	51.6	34°	IFGO	318.2	45.5
14°	IFG	360.4	51.5	35°	IFBahiano	313.9	44.8
15°	CEFET-MG	359.4	51.3	36°	IFMT	312	44.6
16°	IFPB	359.2	51.3	37°	IFF	308.1	44.0
17°	IFPA	358.9	51.3	38°	IFRR	304	43.4
18°	IFC	358.7	51.2	39°	IFPE	302.5	43.2
19°	IFRN	353.7	50.5	40°	IFMA	297.8	42.5
20°	IFTM	353.6	50.5	41°	IFAM	293.29	41.9
21°	IFRJ	352.8	50.4				

Legenda: C° = Colocação. **Fonte:** dados da pesquisa, 2021.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 9, nota-se que a instituição mais bem colocada foi o IFSertãoPe, seguida pelo IFAP, e pelo CP-II. Destaca-se que cada uma das três instituições representa uma região geográfica distinta, o que demonstra um equilíbrio quanto a qualidade técnica da Rede Federal de Educação por região. Em contraste, o IFAM deteve menor grau de eficiência técnica (41,9), seguido pelo IFMA (42,5) e pelo IFPE (43,2).

Após apresentação do *ranking* consolidado por instituição, o quadro 10 apresenta a média das pontuações das instituições por região geográfica, a partir do somatório das médias e da divisão pelo número de institutos pertencentes a cada região.

Quadro 10: Ranking consolidado por região geográfica

Colocação	Região	Média	Observações
1°	Sudeste	52	880
2°	Sul	50,3	462
3°	Centro-Oeste	49,6	385
4°	Norte	48,8	539
5°	Nordeste	48,6	847

Conforme o quadro 10, apesar da baixa diferença entre as médias, percebe-se que a região sudeste apresenta a melhor colocação, acompanhada das regiões sul, centro-oeste, norte, e, por fim, a região nordeste. Esse resultado apresenta-se alinhado com o estudo de Ferreira,

Santos e Pessanha (2013), os quais também constaram que as universidades situadas nas regiões Norte e Nordeste possuíram os piores resultados. Entretanto, ao contrário da pesquisa desses autores, a região sul não foi a que mostrou maior eficiência, uma vez que nesta pesquisa ela assume a 2ª colocação. Esses resultados podem ser relevantes à iniciativa pública, uma vez que se apresenta informações completas e seus graus de importância sobre a real eficiência técnica das instituições públicas de educação nacional.

5 CONCLUSÃO

O sistema de medição de eficiência técnica com base em 11 indicadores aqui apresentados é um método ainda aberto a novas construções. Nesse sentido, este artigo teve como objetivo verificar, dentre uma seleção não aleatória de indicadores de gestão e através da entropia informacional, quais são os mais relevantes para determinar o nível de eficiência técnica das instituições EPCT por meio de um *ranking*.

Para análise da pesquisa, a população compreendeu 38 IFs, 2 CEFET e o CP-II. O cálculo dos indicadores, que compõem os Relatórios Anuais de Gestão dos Indicadores referentes aos anos de 2012 a 2018, foi aplicado pelo método da entropia por meio de cálculos em planilha eletrônica. Para tanto, utilizou-se metodologia descritiva, por meio de análise documental e abordagem quantitativa.

Em relação a identificação do nível de eficiência técnica relativa das instituições e sua classificação por meio de um *ranking* de qualidade, fez-se necessário, inicialmente, calcular a entropia da informação dos indicadores de gestão para cada ano. Assim, observa-se que o RIV foi o indicador mais representante, acumulando um peso informacional de 115,85% durante os 7 anos analisados. Em contrapartida, o ITCD foi o indicador com menor peso em todos os anos, possuindo uma carga informacional acumulada de apenas 5,1%.

Além de mensurar a entropia da informação nos indicadores, formulou-se um *ranking* de qualidade levando em consideração a classificação da população de pesquisa conforme região geográfica e de forma consolidada, enfatizando a evolução das posições para cada ano. Os resultados demonstram que, para a região norte, o IFAP deteve as melhores colocações no período de 2013 a 2017, e o Instituto Federal do Amazonas (IFAM) apresentou a menor variação em suas posições. Além disso, o indicador GOC dessa região alcançou a maior média, pois, dentre os gastos totais, 19,47% eram destinados para gastos com outros custeios.

Quanto ao *ranking* da região nordeste, os achados revelam que o IFSertãoPE deteve o melhor desempenho nos períodos analisados, seguido pelo IFCE e pelo IFPB. Por outro lado,

o estudo constata que o IFMA deteve a pior qualidade técnica em todos os anos, exceto em 2013, 2016 e 2017. Apesar do IFBA ter ocupado a pior posição do *ranking* em 2016, os dados evidenciaram uma recuperação nos anos seguintes, o que não aconteceu para o IFPE, o qual teve o pior desempenho da região em 2017 e manteve a colocação (36º) no ano seguinte. Essa região foi responsável pelas maiores médias dos indicadores RIV (6,46) e RFE (36,71%).

Dentre os IFs da região centro oeste, o IFG e o IFB recebem destaque quanto as melhores pontuações, enquanto o IFMT e o IFG evidenciam os piores desempenhos. Essa região foi responsável pelo maior valor para os indicadores GCI, em média 14,05% dos gastos totais eram destinados a investimentos, e RIM, que denota um alto índice de renovação do corpo discente (39,38%).

Na região sudeste, apesar do IFSuldeMG ter obtido as melhores posições em 2012, 2014 e 2015, salienta-se uma queda de *performance* nos dois anos seguintes, chegando a alcançar a pior posição em 2017. O IFSP apresentou o melhor desempenho para os anos de 2016 a 2018, e o IFNMG alcançou a melhor qualidade técnica em 2013. Destaca-se que o indicador GCP apresentou nessa região o maior valor, isto é, em média 73,25% dos gastos totais dessa região eram destinados a gastos com pessoal.

O *ranking* da região sul evidenciou o IFSC como a instituição com a melhor qualidade técnica em 2013, 2014 e 2018, e o IFRS em 2012 e 2015, e o IF Farroupilha em 2016 e 2017. Por outro lado, os IFs responsáveis pelos piores desempenhos foram o IFPR em 2013, 2014 e 2017, seguido pelo IFSUL nos anos restantes. Vale ressaltar que o IFC demonstrou pontuações razoáveis em todo o período analisado, não apresentando posições extremas. A região sul foi responsável pelo maior ITCDD, o que comprova um alto nível acadêmico dos professores dessa região, possuindo uma titulação equivalente aos níveis mestrado e doutorado

O estudo conclui, através do *ranking* consolidado, que a instituição mais bem colocada foi o IFSertãoPe, acompanhada pelo IFAP e pelo CP-II. As evidências permitem inferir um equilíbrio quanto a qualidade técnica da Rede Federal de Educação por região geográfica, já que as três instituições com melhores pontuações representam uma região geográfica distinta, bem como suas pontuações médias possuíram baixa diferença.

Por outro lado, o IFAM deteve menor grau de eficiência técnica, seguido pelo IFMA e pelo IFPE. Ao analisar as pontuações por regiões geográficas, constatou-se que a região sudeste apresenta a melhor colocação, acompanhada das regiões sul, centro-oeste, norte, e, por fim, a região nordeste. Esses resultados podem fornecer apoio à tomada de decisão para os gestores da iniciativa pública sobre a real eficiência técnica das instituições da Rede Federal de EPCT.

A pesquisa apresenta algumas limitações, pois os resultados não podem ser generalizados para todas as instituições de ensino da rede pública, uma vez que o foco do presente estudo pertenceu a Rede Federal de EPCT, devido ao Plano de Expansão que essa rede obteve. Além desse estudo não verificar possíveis determinantes que poderiam justificar as variações de posições das instituições dentre os anos de análise, optou-se por excluir a “Distribuição de Matrículas por Renda Per Capita Familiar” devido à dificuldade em trabalhar com dados separados por faixas de rendas.

Há instigações para as pesquisas futuras, como investigar a qualidade técnica das instituições de ensino públicas em uma amostra maior, bem como aplicar mais de um Método Multicritério de Apoio à Decisão aos dados e investigar possíveis fatores específicos ou geográficos que expliquem a variação da eficiência técnica dessas instituições durante os anos de análise. Sugere-se, ainda, a replicação desse modelo para diferentes contextos.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, M.; DOUCOULIAGOS, C. The Efficiency of Australian Universities: a data envelopment analysis. **Economics of Education Review**, v. 22, n. 1, p. 89-97, 2003.

BARBOSA, G. de C.; FREIRE, F. de S.; CRISÓSTOMO, V. L. Análise dos indicadores de gestão das IFES e o desempenho discente no ENADE. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, v. 16, n. 2, p. 317-344, 2011.

BRASIL, Ministério da Educação. **Análise de indicadores**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/escola-de-gestores-da-educacao-basica/190-secretarias-112877938/setec-1749372213/21519-analise-de-indicadores>>. Acesso em: 03 mar. 2021.

_____, Ministério da Educação. **Relatório Anual de Análise dos Indicadores de Gestão das Instituições Federais de Educação Profissional, Científica e Tecnológica**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=117321-caderno-de-indicadores-2019-tcu&category_slug=julho-2019-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 03 mar. 2021.

_____, Tribunal de Contas da União TCU. **ACÓRDÃO Nº 2.267/2005 - TCU Plenário**. Relatório de Auditoria Operacional e de Legalidade na Secretaria de Educação Média e Tecnológica do Ministério da Educação Setec/MEC. Ata nº 49/2005 Plenário. Brasília, DF, 13 de dezembro de 2005. Disponível em: <<http://www.tcu.gov.br/Consultas/Juris/Docs/judoc/Acord/20060330/TC-005-084-2006-2.doc>>. Acesso em 30 jul. 2021.

CALDERÓN, A. I.; LOURENÇO, H. S. Rankings na educação superior Brasileira: Uma aproximação aos rankings públicos e privados. **Revista de Estudos Aplicados em Educação (REAE)**, v. 2 n. 3, 2017.

CORDEIRO, V. L. *et al.* Aplicações da teoria da informação à neurociência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 2, 2019.

COSTA, E. M. *et al.* Dinâmica da eficiência produtiva das instituições federais de ensino superior. **Planejamento e políticas públicas**, v. 44, p. 51-84, 2015.

COSTA, L. Indicadores: contrapondo gestão e qualidade acadêmica em IFES. **Revista Gestão e Organizações**, v. 5, p. 107-122, 2020.

ERASMO, E. A. L. *et al.* Avaliação institucional: uma análise de indicadores de desempenho institucional em uma IFES. **Revista Observatório**, v. 4, n. 6, p. 845-877, 2018.

FERREIRA, M. C.; SANTOS, W. J. L. dos; 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**, v. 18, n. 1, p. 104-124, 2013.

FREIRE, F. de S.; CRISÓSTOMO, V. L.; CASTRO, J. E. G. de. Análise do desempenho acadêmico e indicadores de gestão das IFES. **Revista Produção Online**, v. 7, n. 4, p. 5-25, 2008.

FURTADO, L. L.; CAMPOS, G. M. Grau de eficiência técnica dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia e a relação dos custos, indicativos de expansão e retenção nos escores de eficiência. **Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade**, v. 9, n. 3, p. 295-312, 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOLAN, A. Information and entropy econometrics Editor's View. **Journal of Econometrics**, v. 107, p. 1-15, 2002.

MACEDO, M. A. S.; CORRAR, L. J. Análise do Desempenho Contábil-Financeiro de Seguradoras no Brasil no Ano de 2007: um Estudo Apoiado em Análise Hierárquica (AHP). **Contabilidade Vista & Revista**, v. 21, n. 3, p. 135-165, 2010.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de Marketing**: uma orientação aplicada. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MEDEIROS, R. M. Entropia pluviométrica na grande metrópole Recife-PE, Brasil. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 4, n. 1, 2019.

PARENTE, P. H. N. *et al.* Eficiência e produtividade nos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia do Brasil. **Administração Pública e Gestão Social**, v. 13, n. 1, 2021.

PINEDA, J. O. C. **A entropia segundo Claude Shannon**: o desenvolvimento do conceito fundamental da teoria da informação. Dissertação (Mestrado em Ensino). PUC-SP, 2006.

ROCHA, I.; HEIN, N.; KROENKE, A. Entropia da informação em indicadores econômico-financeiros das empresas pertencentes ao setor econômico materiais básicos. **XIV Seminários em Administração**, 2011.

SANTOS, P. S. A.; ROCHA, I.; HEIN, N. Utilização da entropia informacional na seleção de indicadores financeiros mais relevantes para tomada de decisão no setor público: o caso dos estados brasileiros. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 19, n. 2, p. 83-105, 2014.

SHANNON, C. E. Communication theory of secrecy systems. **Bell System Technical Journal**, v. 28, n. 4, p. 656-715, 1949.

SOARES, M. *et al.* O emprego da análise de balanços e métodos estatísticos na área pública: o ranking de gestão dos municípios catarinenses. **Revista Administração Pública**, v. 45, n. 5, p. 1425-1443, 2011.

SOARES, J. R.; BORDIN, R.; ROSA, R. S. Indicadores de gestão e de qualidade nas Instituições Federais De Ensino Superior brasileiras - 2009 a 2016. **REAd - Revista Eletrônica de Administração**, v. 25, n. 2, p. 215-239, 2019.

STAHEL, A. W. **Capitalismo e Entropia**: os aspectos ideológicos de uma contradição e a busca de alternativas sustentáveis. Instituto de Pesquisas Sociais, Fundação Joaquim Nabuco, 1994.

THEIL, H. **Statistical decomposition analysis with applications in the social and administrative sciences**. London: North-Holland, 1972.

ZELENY, M. **Multiple criteria decision making**. New York: McGraw-Hill, 1982.