



Artigo

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1982-57652026v31id2909439>

AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA DE UNIVERSIDADES BRASILEIRAS: UM MODELO DE ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

Efficiency Assessment of Brazilian Universities: a Data Envelopment Analysis Model

Evaluación de la eficiencia de las universidades brasileñas: un modelo de análisis envolvente de datos

Waldecy Rodrigues¹

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5584-6586>

E-mail: waldecy@uft.edu.br

Daniela M. de Queiroz Trevisan²

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3677-0851>

E-mail: danielatrevisan@uft.edu.br

David Nadler Prata³

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1414-4000>

E-mail: ddnprata@uft.edu.br

Denise P. Pereira⁴

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3336-9002>

E-mail: denise.pereira@gestao.gov.br

Willians dos Santos Silva⁵

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3136-8698>

E-mail: wiliansster@gmail.com

Resumo: Este artigo avalia a eficiência de 53 universidades federais brasileiras, com o objetivo de estabelecer metas que permitam a essas instituições alcançar maior eficiência. Utilizando a Análise Envoltória de Dados (DEA) com retornos constantes de escala, foram considerados como entradas e saídas os indicadores de gestão estipulados pelo Tribunal de Contas da União (TCU) para o ano de 2017. Constatou-se que 35,48% das grandes universidades e 31,82% das universidades de médio porte atenderam aos critérios de eficiência. Os resultados sugerem metas específicas para que cada instituição que não atingiu a eficiência possa melhorar seu desempenho, com vistas a aumentar suas taxas de sucesso na graduação e a avaliação geral pela

¹ Universidade Federal do Tocantins. Palmas, TO, Brasil.

² Universidade Federal do Tocantins. Palmas, TO, Brasil.

³ Universidade Federal do Tocantins. Palmas, TO, Brasil.

⁴ Universidade Federal do Tocantins. Palmas, TO, Brasil.

⁵ Universidade Federal do Tocantins. Palmas, TO, Brasil.

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Conclui-se que a maioria das universidades consideradas eficientes está localizada nas regiões Sul e Sudeste do Brasil.

Palavras-chave: análise envoltória de dados; eficiência; universidades federais.

Abstract: This article assesses the efficiency of 53 Brazilian federal universities, aiming to establish targets that enable these institutions to achieve greater efficiency. The study employs Data Envelopment Analysis (DEA) with constant returns to scale, using management indicators defined by the Brazilian Federal Court of Accounts (TCU) for the year 2017 as inputs and outputs. The findings reveal that 35.48% of large universities and 31.82% of medium-sized universities met the efficiency criteria. The results propose specific targets for each inefficient institution to improve its performance, with the goal of increasing graduation success rates and the overall evaluation by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES). It is concluded that the majority of universities deemed efficient are located in the Southern and Southeastern regions of Brazil.

Keywords: data envelopment analysis; efficiency; federal universities.

Resumen: Este artículo evalúa la eficiencia de 53 universidades federales brasileñas, con el objetivo de establecer metas que permitan a estas instituciones alcanzar una mayor eficiencia. Utilizando el Análisis Envoltente de Datos (DEA) con retornos constantes de escala, se consideraron como insumos y productos los indicadores de gestión estipulados por el Tribunal de Cuentas de la Unión (TCU) para el año 2017. Se constató que el 35,48% de las universidades grandes y el 31,82% de las universidades de tamaño mediano cumplieron con los criterios de eficiencia. Los resultados sugieren metas específicas para que cada institución ineficiente pueda mejorar su desempeño, con vistas a aumentar sus tasas de éxito en la graduación y la evaluación general por la Coordinación de Perfeccionamiento de Personal de Nivel Superior (CAPES). Se concluye que la mayoría de las universidades consideradas eficientes se encuentran en las regiones Sur y Sudeste de Brasil.

Palabras clave: análisis envoltente de datos; eficiencia; universidades federales.

1 INTRODUÇÃO

As questões relacionadas com a avaliação do desempenho e da eficiência têm vindo a assumir uma relevância crescente no contexto das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES). Durante as décadas de 1980 e 1990, o processo de avaliação no ensino superior foi reforçado através do desenvolvimento de sistemas destinados a avaliar o desempenho dos estudantes e a sistematizar indicadores relacionados com as condições institucionais, tais como infraestruturas, recursos humanos e, em particular, a qualificação do corpo docente. Entre os instrumentos utilizados durante esse período destacam-se o Programa de Avaliação Institucional das Universidades Brasileiras (PAIUB) e o Exame Nacional de Cursos, que adotaram diferentes abordagens de avaliação. O PAIUB centrou-se na autoavaliação institucional e incentivou as universidades a identificarem as suas próprias deficiências, enquanto o Exame Nacional de Cursos, mais conhecido como Provão, visava medir o nível de conhecimento dos alunos finalistas em relação às diretrizes curriculares.

No início do século XXI, o Sistema Nacional de Avaliação do Ensino Superior (SINAES), instituído pela Lei n.º 10.861, de 14 de abril de 2004, consolidou um novo quadro normativo para a avaliação do ensino superior no Brasil. Em contraste com iniciativas anteriores, como o PAIUB e o Exame Nacional de Cursos, o SINAES organizou a avaliação de instituições, cursos de graduação e desempenho dos estudantes de forma integrada, sob a coordenação do Ministério da Educação. A sua abordagem de avaliação baseava-se em dimensões abrangentes, incluindo ensino, investigação, extensão, responsabilidade social, gestão institucional, corpo docente, instalações e desempenho dos estudantes (Brasil, 2004).

Nesse mesmo contexto, o Tribunal de Contas da União (TCU), cuja principal função é fiscalizar a utilização de recursos públicos e verificar a regularidade, legitimidade e eficiência da gestão pública, definiu, por meio da Decisão 408/2002 (Brasil, 2002), um conjunto de indicadores de desempenho a serem incluídos nos Relatórios de Gestão das universidades federais. Estes indicadores destinavam-se a apoiar o controlo externo e o acompanhamento histórico dos índices de desempenho institucional.

Essas avaliações são compostas por indicadores de desempenho que permitem analisar a qualidade das instituições de ensino superior no Brasil. As informações obtidas com esses índices podem orientar as IFES na criação de políticas públicas destinadas a melhorar os cursos de graduação e pós-graduação, fortalecer a investigação, bem como melhorar a organização. Tendo em conta esta situação, é extremamente importante que o foco das instituições públicas federais se centre no desenvolvimento de indicadores de qualidade que promovam uma interpretação clara dos dados e permitam analisar a eficiência e a produtividade das ações realizadas, de modo a otimizar os recursos disponíveis, direcionando-os para as áreas prioritárias identificadas no processo de avaliação.

Meggison, Mosley e Pietri (1998) definem eficiência como a relação entre insumo e produto (input e output). Uma instituição eficiente alcança resultados mais elevados (resultados, produtividade, desempenho) em relação aos inputs (mão-de-obra, material, dinheiro, máquinas e tempo) necessários para os alcançar. A organização que minimiza o custo dos recursos utilizados para atingir um determinado objetivo é considerada eficiente ou consegue maximizar os resultados com uma determinada quantidade de inputs.

Ferreira e Gomes (2012) argumentam que, de um ponto de vista económico, a eficiência é um conceito relativo definido pela comparação entre diferentes unidades de produção que utilizam os mesmos inputs para produzir o mesmo produto. Tupy e Yamaguchi (1998) complementam que a eficiência de uma unidade produtiva é entendida como uma comparação entre valores observados e valores ótimos de insumos e produtos. Essa comparação pode assumir a forma de uma relação entre a quantidade do produto obtido e o seu nível máximo, dada a quantidade do insumo utilizado, ou a relação entre a quantidade de insumo utilizada e o seu mínimo necessário para produzir, dada a quantidade de produto obtido, ou alguma combinação das duas.

Neste contexto, o objetivo da investigação é analisar o nível de eficiência das Universidades Federais brasileiras, através da projeção da fronteira de produção de cada Instituição de Ensino Superior e, posteriormente, identificar as Instituições Federais de Ensino Superior que servem de referência para as outras IFES ineficientes, além de determinar as metas que as IFES ineficientes precisam atingir para alcançar a fronteira de produção.

2 METODOLOGIA

2.1 Análise de Envolvimento de Dados

Como modelo de análise quantitativa, foi realizada uma aplicação da Análise de Envolvimento de Dados (DEA), com o objetivo de avaliar a eficiência das Universidades Federais, bem como identificar quais eram as unidades ineficientes e o que precisavam de fazer para melhorar o seu desempenho.

Amaral (1999) refere que a Análise de Envolvimento de Dados é um método não paramétrico que permite avaliar a eficiência relativa das chamadas Unidades de Tomada de Decisão (DMU), em que cada unidade é caracterizada por um plano de operação que relaciona as quantidades de inputs consumidos e os produtos (output) gerados. A eficiência é relativa porque compara a produtividade do plano executado pela DMU (observado) em relação à produtividade dos planos de operação executados pelas outras DMUs.

Em 1978, Charnes, Cooper e Rhodes desenvolveram uma técnica para construir fronteiras de produção e indicadores de eficiência, utilizando múltiplos inputs e outputs. Esta técnica, conhecida como Análise de Envolvimento de Dados (DEA), visa

comparar várias Unidades de Tomada de Decisão (DMUs) que realizam tarefas semelhantes, mas diferem nas quantidades de inputs que consomem e nos outputs que produzem.

Os autores observam que existem várias formulações de modelos DEA. Esta investigação emprega o modelo CCR, também referido como modelo CRS (Retornos Constantes à Escala), que avalia a eficiência total, identifica tanto as DMUs eficientes como as ineficientes e mede a distância das unidades ineficientes em relação à fronteira de eficiência linear.

No que diz respeito às formulações, por se tratarem de modelos radiais, é também necessário definir a perspectiva de análise (orientação para os inputs ou para os outputs). Neste artigo, optou-se por uma orientação para os outputs, uma vez que o objetivo é manter a quantidade de inputs inalterada, procurando simultaneamente uma maior produção de outputs. A Tabela 1 apresenta o formato de cálculo do modelo e como um problema de programação matemática. No modelo na forma de multiplicadores, os pesos são variáveis de decisão e contribuem para casos em que os inputs e outputs podem ter ordens de magnitude diferentes. O modelo de envelope permite determinar as metas para que cada DMU ineficiente se torne eficiente, bem como identificar quais unidades eficientes são consideradas referências para as unidades não eficientes. Assim, no modelo de envelope, as referências das unidades ineficientes são aquelas em que os coeficientes λ (lambda) obtidos são diferentes de zero.

É importante compreender que o modelo de fronteira padrão permite que cada DMU escolha os pesos para cada variável de forma a melhorar o seu resultado, e a DMU irá escolher pesos que favoreçam a sua eficiência, reduzindo o poder de discriminação dos modelos ao apontar muitas DMUs no conjunto como sendo eficientes. Esta benevolência é limitada nos modelos CCR e BCC, nos quais muitas unidades são consideradas eficientes, gerando muitos empates ao nível de 100% de eficiência (Ferreira; Gomes, 2012).

Para melhorar este problema de discriminação do modelo, Mello et al. (2005) apresentam o conceito de fronteira invertida, que oferece uma solução ao trocar os inputs pelos outputs do modelo original. Esta fronteira invertida é composta por DMUs com as piores práticas de gestão (e pode ser chamada de fronteira ineficiente). Pode-se também dizer que as DMUs pertencentes à fronteira invertida têm as melhores práticas de uma perspectiva oposta. Por esta razão, o autor propõe que, para as DMUs, seja calculado um índice de eficiência agregado, que é a média aritmética entre a eficiência em relação à fronteira original e a ineficiência em relação à fronteira invertida.

Figura 1 – Modelos CCR na forma de multiplicadores e na forma de envelope, de acordo com Mello *et al.* (2005), orientados para os resultados

Modelo CCR na forma de multiplicadores $\text{Min } h_0 = \sum_{i=1}^r v_i \cdot x_{i0}$ Subject to: $\sum_{j=1}^s u_j \cdot y_{j0} = 1$ $\sum_{j=1}^s u_j \cdot y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i \cdot x_{ik} \leq 0 \quad \forall k$ $v_i, u_j \geq 0, \forall j, i$ where: u_j = weight calculated to output j v_i = weight calculated to input i x_{ik} = quantity of input i to unit k of a specific sector y_{jk} = quantity of output j to unit k of a specific sector x_{i0} = quantity of input i to the unit in analysis y_{j0} = quantity of output j to the unit in analysis s = number of outputs r = number of inputs h_0 = is the inverse of efficiency ($h_0 = 1/\text{Eff}_0$)	Modelo CCR na forma de $\text{Max } h_0$ Subject to: $x_{i0} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i$ $-h_0 y_{j0} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0, \forall j$ $\lambda_k \geq 0, \forall k$ where: x_{i0} = quantity of input i to the unit in analysis x_{ik} = quantity of input i to unit k of a specific sector λ_k = is the contribution of $DMU k$ to the formation of target of DMU_0 (under analysis) y_{j0} = quantity of output j to the unit in analysis y_{jk} = quantity of output j to unit k of a specific sector h_0 = is the inverse of efficiency ($h_0 = 1/\text{Eff}_0$)
Modelo CCR na forma de multiplicadores $\text{Min } h_0 = \sum_{i=1}^r v_i \cdot x_{i0}$ Subject to: $\sum_{j=1}^s u_j \cdot y_{j0} = 1$ $\sum_{j=1}^s u_j \cdot y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i \cdot x_{ik} \leq 0 \quad \forall k$ $v_i, u_j \geq 0, \forall j, i$	Modelo CCR na forma de envelope $\text{Max } h_0$ Subject to: $x_{i0} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i$ $-h_0 y_{j0} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0, \forall j$ $\lambda_k \geq 0, \forall k$

$u_j = 1$ $x_{ik} \leq 0 \quad \forall$ $v_i = \text{peso calculado para o output } j$ $x_{ik} = \text{quantidade de input } i \text{ para a unidade } k \text{ de um setor específico}$ $y_{jk} = \text{quantidade de produção } j \text{ para a unidade } k \text{ de um setor específico}$ $x_{i0} = \text{quantidade de input } i \text{ para a unidade em análise}$ $y_{j0} = \text{quantidade de produção } j \text{ para a unidade em análise}$ $s = \text{número de outputs}$ $r = \text{número de inputs}$ $h_i = \text{é o inverso da eficiência } (h_0 = 1/\text{Eff}_0)$	$-h_i y_{j0} + \sum_k y_{jk} \lambda_k \geq 0, \forall j$ $\lambda_k \geq 0, \forall k$ onde: x_{i0} = quantidade do input i para a unidade em análise x_{ik} = quantidade do insumo i para a unidade k de um setor específico λ_k = is the contribution of DMU k to the formation of target of DMU₀ (em análise) y_{j0} = quantidade de output j para a unidade em análise y_{jk} = quantidade de output j para a unidade k de um setor específico h_i = é o inverso da eficiência ($h_0 = 1/\text{Eff}_0$)
--	---

Fonte: elaboração própria

Existe ainda outra solução que pode ser aplicada, denominada fronteira composta, na qual as pontuações de eficiência compostas são obtidas através da média aritmética entre a eficiência padrão e a ineficiência (1 menos a eficiência) relacionadas com a fronteira invertida. Por fim, existe ainda a possibilidade de normalizar estas pontuações, dividindo todas estas pontuações de eficiência pela pontuação mais elevada encontrada (Mello *et al.*, 2008).

2.2 Procedimentos de investigação empírica

A principal fonte de dados utilizada para a escolha das variáveis de entradas e saídas foi o Relatório Anual de Gestão do Tribunal de Contas da União referente ao ano de 2017, que inclui os indicadores de desempenho definidos pelo Tribunal de Contas da União (TCU) para o acompanhamento da gestão dessas instituições

O inquérito abrangeu 53 (cinquenta e três) do número total de Universidades Federais brasileiras. Após uma revisão dos estudos sobre a aplicação da Análise de Envolvimento de Dados no Ensino Superior nos últimos anos, decidiu-se utilizar as variáveis empregadas por Costa *et al.* (2012):

Outputs:

Taxa de Sucesso na Graduação (TSG)

Conceito para Estudos de Pós-Graduação (CAPES)

Inputs:

Custo Corrente / Aluno Equivalente (CCAÉ)

Aluno a tempo inteiro / professor equivalente (ATIPE)

Aluno a tempo inteiro / Funcionário equivalente (ATIFE)

Índice de Qualificação do Corpo Docente (IQCD)

Para cumprir os objetivos deste trabalho, foi considerada a orientação para os resultados, ou seja, para o produto gerado, o Conceito da Capes/MEC para Estudos de Pós-Graduação e a Taxa de Sucesso de Pós-Graduação. Uma vez que, no que diz respeito à prestação de serviço público como é o caso das universidades, os inputs são difíceis de alterar, pois existem normas legais a serem seguidas nas IFES, tais como a Lei Orçamental Anual que é definida de acordo com critérios do governo federal, bem como a forma de ingresso de técnicos e docentes na universidade por meio de concurso público, o que impõe procedimentos legais para o aumento e redução do quadro de pessoal.

Para minimizar os problemas relacionados com a heterogeneidade das IFES, este trabalho procurou inserir uma técnica complementar denominada análise de agrupamentos ou análise de clusters. Nesta investigação, após delimitar a amostra com 53 (cinquenta e três) Instituições Federais de Ensino Superior, estas foram divididas em dois grupos para classificar a proximidade entre elas, considerando duas variáveis neste processo. Para os Estudos de Pós-Graduação, foram utilizadas as variáveis Índice de Qualificação do Corpo Docente (IQCD) e Conceito CAPES.

A similaridade entre as amostras foi calculada no software IBM SPSS com base na distância euclidiana, utilizando o agrupamento hierárquico pelo método de Ward. O método de Ward é um procedimento de agrupamento hierárquico no qual a medida de similaridade utilizada para unir os clusters é calculada como a soma dos quadrados entre os dois agrupamentos efetuados sobre todas as variáveis. Este método tende a

resultar em clusters de tamanhos aproximadamente iguais devido à sua minimização da variação interna (Anderson, 2005).

Após o resultado do agrupamento IFES, os indicadores de desempenho de cada unidade de tomada de decisão (universidade) delimitada no estudo foram processados no software SIAD v.3.0 (Sistema Integrado de Apoio à Decisão). O SIAD v.3.0 foi desenvolvido por investigadores da Universidade Federal Fluminense e disponibilizado no link <http://www.professores.uff.br/joaocsmello/?ddownload=246>, utilizando o modelo CCR (retorno constante de escala) com orientação para a produção (Meza *et al.*, 2005).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análise da eficiência das Universidades Federais brasileiras

Após realizar a análise de agrupamentos com a amostra de 53 IFES, a Tabela 1 mostra a formação dos dois grupos, após a análise do dendrograma, e os valores médios das duas variáveis utilizadas no agrupamento.

Tabela1 - Descrição dos grupos formados

GRUPO 1		GRUPO 2	
UFRGS	UFBA	UFERSA	UFAM
UFRJ	UFRPE	UNIRIO	UFTM
UFMG	UFPA	UFMS	UFT
UFPEL	UFF	UFPI	UFRA
UFSC	UFRN	UNIR	UFFS
UFV	UFABC	UFSJ	UFAC
UFRRJ	UFPB	UFS	UFRR
UFLA	UFGD	UFMA	
Unifesp	FURG	UFAL	
UFC	UFOP	UNIFEI	
UNB	UFES	UFMT	
UFPR	UFJF	UNIFAL	
UFSCAR	UFCG	UNIVASF	
UFSM	UTFPR	UFVJM	
UFPE UFU	UFG	UNIPAMPA	
Mean IQCD= 4,53		Mean IQCD= 4,16	
Mean Capes Concept = 4,31		Mean Capes Concept = 3,42	

Fonte: elaboração própria com base nos dados do SIAD, 2020

A Tabela 2 apresenta os resultados calculados para a eficiência padrão, a eficiência invertida, a eficiência composta e para a eficiência composta normalizada do

IFES no Grupo 1. O resultado mostrou que onze universidades com pontuação 1 foram consideradas eficientes: UFMG, UFCG, UFPR, UFRJ, UFRGS, UFV, UNB, UFPA, UFJF, UTFPR e UFPEL, que representam 35,48% do total de IFES no Grupo 1.

Continuando a análise da Tabela 2 referente ao Grupo 1, verifica-se que os IFES com pontuações inferiores a 1 no resultado de eficiência padrão foram considerados pelo método como ineficientes, num total de 20 (vinte) instituições de ensino, mesmo com os pesos mais baixos processados de forma vantajosa pelo modelo. Estão representados 64,52% do total de trinta e uma IFES do Grupo 1, e as três universidades com os índices mais baixos foram a UFF com 0,76, a FURG com 0,80 e a UFPB com 0,82.

Tabela 2 – Fronteira de eficiência do Grupo 1

DMU	Standard	Inverted	Composite	Normalized Composite
UFMG	1	0,8455	0,5772	1
UFCG	1	0,8495	0,5752	0,9965
UFPR	1	0,8845	0,5578	0,9663
UFRJ	1	0,9337	0,5332	0,9237
UFRGS	1	0,9402	0,5299	0,9180
UFV	1	0,9625	0,5188	0,8987
UNB	1	0,9632	0,5184	0,8981
UFPA	1	0,9735	0,5132	0,8892
UFJF	1	0,9919	0,5040	0,8732
UTFPR	1	0,9947	0,5026	0,8708
UFPEL	1	0,9952	0,5024	0,8704
UFLA	0,9646	0,9958	0,4844	0,8392
UFC	0,9625	0,9173	0,5226	0,9053
UFSC	0,9523	0,8788	0,5368	0,9299
UFOP	0,9487	0,8890	0,5298	0,9179
UFSCAR	0,9473	0,8925	0,5274	0,9137
UFBA	0,9436	1	0,4718	0,8174
UFG	0,9431	0,9230	0,5100	0,8835
UFRRJ	0,9406	0,9455	0,4976	0,8620
UFU	0,9380	0,9314	0,5033	0,8719
UFRPE	0,9099	1	0,4550	0,7882
UFABC	0,9065	1	0,4532	0,7852
UFES	0,8909	0,9679	0,4615	0,7995
UFPE	0,8770	0,9538	0,4616	0,7997
UFRN	0,8683	0,9720	0,4481	0,7763
UFSCAR	0,8624	0,9545	0,4540	0,7865
Unifesp	0,8541	0,9470	0,4535	0,7857
UFGD	0,8351	1	0,4176	0,7234
UFPB	0,8285	0,9768	0,4259	0,7378
FURG	0,8061	1	0,4030	0,6982
UFF	0,7663	1	0,3832	0,6638

Fonte: elaboração própria com base nos dados do SIAD, 2020

A Tabela 3 apresenta as pontuações calculadas para a eficiência padrão, a eficiência invertida, a eficiência composta e para a eficiência composta padronizada do IFES no Grupo 2, que é o grupo com a média mais baixa nos índices de pós-graduação. O resultado alcançado no item de eficiência padrão mostra que 07 (sete) universidades federais foram consideradas eficientes com pontuação 1: UFPI, UFERSA, UFVJM, UNIVASF, UFRA, UFSJ e UNIFAL, representando 31,82% do total de IFES do Grupo 2.

Verifica-se também que as 15 (quinze) IFES consideradas ineficientes pelo modelo padrão, que representam 68,18% do total de vinte e duas universidades do Grupo 2, com destaque para as três com os índices mais baixos, a UFFS com 0,80, a UFAC com 0,81 e a UFS com 0,87, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Fronteira de Eficiência do Grupo 2

DMU	Padrão	Invertido	Composto	Composto Normalizado
UFPI	1	0,7763	0,6119	1
UFERSA	1	0,7976	0,6012	0,9826
UFVJM	1	0,8382	0,5809	0,9494
UNIVASF	1	0,8623	0,5689	0,9297
UFRA	1	0,9089	0,5456	0,8916
UFSJ	1	0,9394	0,5303	0,8667
UNIFAL	1	0,9260	0,5370	0,8776
UNIR	0,9980	0,9258	0,5361	0,8762
UFMA	0,9917	0,8574	0,5671	0,9269
UNIFEI	0,9800	0,9268	0,5266	0,8606
UFTM	0,9790	0,9917	0,4936	0,8068
UFRR	0,9655	1	0,4828	0,7890
UNIPAMPA	0,9487	0,9187	0,5150	0,8417
UFAL	0,9257	1	0,4629	0,7565
UFMT	0,9206	0,8458	0,5374	0,8783
UFAM	0,9165	0,8562	0,5302	0,8665
UFT	0,9119	0,8795	0,5162	0,8437
UNIRIO	0,9085	1	0,4542	0,7424
UFMS	0,9083	0,8538	0,5272	0,8617
UFS	0,8705	0,9473	0,4616	0,7544
UFAC	0,8113	1	0,4057	0,6630
UFFS	0,8055	1	0,4027	0,6582

Fonte: elaboração própria com base em dados do SIAD, 2020

É importante compreender que os pontos de referência das unidades ineficientes são determinados pela sua projeção na fronteira de eficiência, sendo o ponto de referência uma unidade na qual a outra unidade ineficiente se pode espelhar. Estas referências para as unidades ineficientes são aquelas em que os coeficientes obtidos são diferentes de zero e os pontos de referência das unidades consideradas eficientes são elas próprias. A Tabela 4 apresenta o resultado das referências do Grupo 1 e a Tabela 5 do Grupo 2.

Tabela 4 – Referências do IFES para o Grupo 1 ineficiente

DMU	UFRGS	UFRJ	UFMG	UFPEL	UFV	UNB	UFPR	UFPA	UFJF	UFCG	UTFPR
UFMG			100.0%								
UFPEL			100.0%								
UTFPR										100.0%	
UFRGS	100.0 %										
UFPA								100.0 %			
UFRJ		100.0 %									
UNB						100.0 %					
UFPR							100.0 %				
UFCG										100.0 %	
UFJF									100.0 %		
UFV					100.0 %						
UFSC	53.5%		19.2%	17.9%							9.3%
UFRRJ	13.1%			54.1%			32.7%				
UFLA	80.9%			1.5%		17.7%					
Unifesp	29.6%	11.4%	25.6%	33.4%							
UFC	39.6%		47.3%	1.6%							11.6%
UFSCAR			67.9%	9.8%		3.9%					18.3%
UFSM				28.3%			28.0%	39.0%	4.6%		
UFPE		5.8%	80.3%							13.9%	
UFU			60.4%	18.7%				19.2%			1.8%
UFBA			25.0%			64.1%		10.9%			
UFRPE	0.3%			52.1%			47.5%				
UFF		39.9%	44.8%							15.4%	
UFRN			45.6%	16.1%				38.3%			
UFABC			40.9%	9.7%		25.8%					23.6%
UFPB	43.2%		3.3%	23.3%			30.2%				
UFGD		3.8%	60.6%	35.6%							
FURG	60.3%			38.0%							1.8%
UFOP			50.1%	28.1%				14.9%			6.9%
UFES			13.6%	33.5%				38.9%			14.0%
UFG			18%	28%				41%			14%
Total of Benchmarks	9	5	16	18	1	5	5	8	2	3	10

Fonte: elaboração própria com base em dados do SIAD, 2020

Tabela 5 – Referências para IFES ineficientes do Grupo 2

DMU	UFERSA	UFPI	UFSJ	UNIFAL	UNIVASF	UFVJM	UFRA
UFPI		100,0%					
UFERSA	100,0%						
UFVJM						100,0%	
UNIVASF					100,0%		
UFRA							100,0%
UFSJ			100,0%				
UNIFAL				100,0%			
UFMS	54,3%	45,7%					
UNIRIO	100,0%						
UNIR	82,3%	17,7%					
UFS	88,9%		11,1%				
UFMA	32,2%					67,8%	
UFAL	8,6%	91,4%					
UNIFEI	1,0%	17,3%	81,7%				
UFMT	62,8%	19,5%				17,7%	
UNIPAMPA	37,7%					9,0%	53,3%
UFAM	35,9%	64,1%					
UFTM				3,4%	15,3%		81,4%
UFT	39,5%	15,8%				44,7%	
UFFS	34,4%					65,6%	
UFAC	83,6%	16,4%					
UFRR	18,9%	15,2%				65,9%	
Total of benchmarks	15	10	3	2	2	7	3

Fonte: elaboração própria com base em dados do SIAD, 2020

É de salientar que o modelo aplicado resultou em vários pontos de referência para cada IFES ineficiente, alguns com índices de parceria fortes e outros com índices fracos, mas o importante é compreender que as unidades não eficientes, através do resultado destas referências, consideram os IFES eficientes como referências a seguir para melhorar os seus indicadores de desempenho.

De acordo com a Tabela 6 para o Grupo 1 descrito, são apresentados os valores atuais dos inputs e os valores desejáveis para esses inputs. Essas metas ou alvos são calculados com o objetivo de projetar as IFES ineficientes na fronteira de eficiência, considerando as suas referências. Considera-se uma referência para os valores

esperados, para cada input e output, numa situação em que a universidade ineficiente, de acordo com o modelo, se torne eficiente.

Interpretando o resultado da Tabela 6, analisa-se que, em relação aos resultados produzidos, os inputs CCAE, ATIFE, ATIPE ou IQCD, em alguns casos, são superiores ao necessário em relação ao desempenho do conjunto de IFES analisadas. A utilização do modelo DEA não permite solicitar que este fator nunca sofra uma indicação de diminuição, o que deve ser sempre lembrado ao interpretar os dados.

Mesmo com as sugestões de diminuição de alguns dos inputs de algumas IFES analisadas, o modelo solicitou metas ou alvos para todos os outputs da CAPES e do TSG, o que constitui o principal objetivo da análise das instituições ineficientes, ou seja, considerando os seus benchmarks, foi proposto um aumento nos produtos para alcançar a fronteira de produção. Foi definida uma percentagem para os outputs de cada instituição ineficiente analisada.

Tabela 6 – Valor atual e meta para cada variável, considerando cada IFES não eficiente do Grupo 1

UFSC (efficiency:0,952338)				Unifesp (efficiency:0,854128)			
Variable	Current	Target	Target Variation Current % x	Variable	Current	Target	Target Variation Current % x
CCAIE (input)	21.483,4 9	21.483,4 9	0,0%	CCAIE (input)	25.857,2 5	25.857,2 5	0,0%
ATIPE (input)	14,30	14,30	0,0%	ATIPE (input)	13,83	13,83	0,0%
ATIFE (input)	10,74	10,30	-4,1%	ATIFE (input)	12,03	8,86	-26,3%
IQCD (input)	4,71	4,71	0,0%	IQCD (input)	4,92	4,92	0,0%
CAPES (output)	4,87	5,11	5,0%	CAPES (output)	4,64	5,43	17,1%
TSG (output)	48,78	51,22	5,0%	TSG (output)	45,73	53,54	17,1%
UFC (efficiency:0,962488)				UFPE (efficiency:0,876993)			
Variable	Current	Target	Target Variation x Current %	Variable	Current	Target	Target Variation x Current %
CCAIE (input)	18.293,0 2	18.293,0 2	0,0%	CCAIE (input)	19.447,8 3	19.447,8 3	0,0%
ATIPE (input)	14,58	14,58	0,0%	ATIPE (input)	15,17	15,03	-0,9%
ATIFE (input)	12,71	10,18	-19,9%	ATIFE (input)	10,04	8,58	-14,5%
IQCD (input)	4,47	4,47	0,0%	IQCD (input)	4,47	4,47	0,0%
CAPES (output)	4,60	4,78	3,9%	CAPES (output)	4,21	4,80	14,0%
TSG (output)	53,79	55,89	3,9%	TSG (output)	57,24	65,27	14,0%
UFRRJ (efficiency:0,940625)				UFPA (efficiency:0,964628)			
Variable	Current	Target	Target Variation x Current %	Variable	Current	Target	Target Variation x Current %
CCAIE (input)	25.352,2 3	25.352,2 3	0,0%	CCAIE (input)	17.487,3 1	17.487,3 1	0,0%
ATIPE (input)	11,56	11,56	0,0%	ATIPE (input)	15,20	15,20	0,0%
ATIFE (input)	7,25	7,25	0,0%	ATIFE (input)	9,39	9,39	0,0%
IQCD (input)	4,90	4,63	-5,5%	IQCD (input)	4,81	4,38	-8,9%

CAPES (output)	4,71	5,01	6,3%	CAPES (output)	4,65	4,82	3,7%
TSG (output)	37,00	48,11	30,0%	TSG (output)	43,11	46,62	8,1%
UFSCAR (efficiency:0,862402)				UFU (efficiency:0,937996)			
Variable	Current	Target	Target Variation x Current %	Variable	Current	Target	Target Variation x Current %
CCAIE (input)	20.284,15	20.284,15	0,0%	CCAIE (input)	18.491,43	18.491,43	0,0%
ATIPE (input)	14,20	14,20	0,0%	ATIPE (input)	13,21	13,21	0,0%
ATIFE (input)	11,21	11,21	0,0%	ATIFE (input)	8,58	8,58	0,0%
IQCD (input)	4,85	4,73	-2,5%	IQCD (input)	4,82	4,25	-11,7%
CAPES (output)	4,26	4,94	16,0%	CAPES (output)	4,19	4,47	6,6%
TSG (output)	53,69	62,26	16,0%	TSG (output)	56,95	60,71	6,6%
UFABC (efficiency:0,906491)				UFOP (efficiency:0,948711)			
Variable	Current	Target	Target Variation x Current %	Variable	Current	Target	Target Variation x Current %
CCAIE (input)	17.651,93	17.651,93	0,0%	CCAIE (input)	18.330,51	18.330,51	0,0%
ATIPE (input)	12,41	12,41	0,0%	ATIPE (input)	11,24	11,24	0,0%
ATIFE (input)	11,06	11,06	0,0%	ATIFE (input)	8,18	8,18	0,0%
IQCD (input)	5,00	4,21	-15,8%	IQCD (input)	4,28	3,92	-8,4%
CAPES (output)	3,94	4,35	10,3%	CAPES (output)	3,91	4,12	5,4%
TSG (output)	45,62	50,33	10,3%	TSG (output)	49,00	51,65	5,4%
UFMS (efficiency:0,947323)				UFPE (efficiency:0,909936)			
Variable	Current	Target	Target Variation x Current %	Variable	Current	Target	Target Variation x Current %
CCAIE (input)	19.804,24	19.804,24	0,0%	CCAIE (input)	22.919,64	22.919,64	0,0%
ATIPE (input)	13,19	13,19	0,0%	ATIPE (input)	10,70	10,70	0,0%
ATIFE (input)	8,61	8,61	0,0%	ATIFE (input)	6,27	6,27	0,0%
IQCD (input)	4,65	4,46	-4,1%	IQCD (input)	4,65	4,26	-8,4%
CAPES (output)	4,26	4,50	5,6%	CAPES (output)	4,14	4,55	9,9%
TSG (output)	59,94	63,27	5,6%	TSG (output)	31,50	46,90	48,9%
UFBA (efficiency:0,943637)				UFF (efficiency:0,766342)			
Variable	Current	Target	Target Variation x Current %	Variable	Current	Target	Target Variation x Current %
CCAIE (input)	14.884,09	14.884,09	0,0%	CCAIE (input)	25.201,47	25.201,47	0,0%
ATIPE (input)	14,92	14,92	0,0%	ATIPE (input)	14,94	14,69	-1,7%
ATIFE (input)	12,14	9,81	-19,2%	ATIFE (input)	9,71	8,36	-14,0%
IQCD (input)	4,33	4,26	-1,6%	IQCD (input)	4,67	4,67	0,0%
CAPES (output)	4,19	4,44	6,0%	CAPES (output)	3,96	5,17	30,5%
TSG (output)	51,60	54,68	6,0%	TSG (output)	46,62	60,83	30,5%
UFRN (efficiency:0,868293)				UFGD (efficiency:0,835137)			
Variable	Current	Target	Target Variation x Current %	Variable	Current	Target	Target Variation x Current %

CCAIE (input)	21.771,0	18.245,8	-16,2%	CCAIE (input)	28.615,9	21.971,9	-23,2%
	4	7			2	1	
ATIFE (input)	14,15	14,15	0,0%	ATIFE (input)	12,13	12,13	0,0%
ATIFE (input)	10,22	9,32	-8,8%	ATIFE (input)	8,58	7,66	-10,7%
IQCD (input)	4,42	4,42	0,0%	IQCD (input)	4,34	4,34	0,0%
CAPE (output)	3,95	4,55	15,2%	CAPE (output)	3,93	4,71	19,7%
TSG (output)	58,29	67,13	15,2%	TSG (output)	45,00	53,88	19,7%
UFPB (efficiency:0,828546)				FURG (efficiency:0,806070)			
Variable	Current	Target	Target Variation x Current %	Variable	Current	Target	Target Variation x Current %
CCAIE (input)	20.187,6	20.187,6	0,0%	CCAIE (input)	22.416,5	22.416,5	0,0%
	8	8			2	2	
ATIFE (input)	13,43	13,43	0,0%	ATIFE (input)	12,34	12,34	0,0%
ATIFE (input)	7,75	7,75	0,0%	ATIFE (input)	8,58	8,47	-1,2%
IQCD (input)	4,45	4,39	-1,3%	IQCD (input)	4,39	4,39	0,0%
CAPE (output)	3,94	4,76	20,7%	CAPE (output)	3,92	4,86	24,1%
TSG (output)	41,00	49,48	20,7%	TSG (output)	33,65	42,16	25,3%
UFES (efficiency:0,890897)				UFG (efficiency:0,943072)			
Variable	Current	Target	Target Variation x Current %	Variable	Current	Target	Target Variation x Current %
CCAIE (input)	19.994,9	19.994,9	0,0%	CCAIE (input)	17.637,8	17.637,8	0,0%
	6	6			8	8	
ATIFE (input)	11,42	11,42	0,0%	ATIFE (input)	10,91	10,91	0,0%
ATIFE (input)	10,27	10,27	0,0%	ATIFE (input)	9,58	9,58	0,0%
IQCD (input)	4,51	4,23	-6,2%	IQCD (input)	4,21	3,89	-7,6%
CAPE (output)	3,83	4,30	12,2%	CAPE (output)	3,71	3,93	6,0%
TSG (output)	49,57	55,64	12,2%	TSG (output)	50,00	53,02	6,0%

Fonte: elaboração própria com base em dados do SIAD, 2020

Na análise geral da Tabela 6, verifica-se uma variação nos resultados sugeridos pelo modelo, mas em todos os casos há uma recomendação para aumentar o TSG e a CAPE, que são os principais objetivos para que as instituições ineficientes alcancem a fronteira de produção. Em algumas variáveis, foi sugerida a redução de inputs; no entanto, as reduções e adições solicitadas basearam-se nos benchmarks de cada IFES ineficiente. O que se pode interpretar nestes dados é que, mesmo com o excesso de inputs apresentado pelas IFES ineficientes, isso não implicou melhorias no Conceito da CAPE e na Taxa de Sucesso na Graduação. No caso do excesso de IQCD, pode ser interpretado como subutilização de professores qualificados.

Em relação à Tabela 7, o DEA-CCR também recomendou metas a serem alcançadas pelas universidades ineficientes. Pode-se observar nos resultados do Grupo 2 que, em alguns casos, também foi proposta a redução de insumos, além do aumento de produtos já esperado pelo modelo. Os resultados do modelo sugeriram uma redução nos inputs CCAIE, ATIFE, ATIFE, ou seja, demonstrou-se que existem excessos

nos indicadores Custo Corrente por Aluno Equivalente em, Aluno a Tempo Inteiro por Professor Equivalente e Aluno a Tempo Inteiro por Funcionário Equivalente.

Tabela 7 – Valor atual e meta para cada variável, considerando cada IFES não eficiente do Grupo 2

UNIRIO (efficiency:0,908481)				UFMS (efficiency:0,908260)			
Variable	Current	Target	Target Variation x Current %	Variable	Current	Target	Target Variation x Current %
CCAIE (input)	24.026,7	15.535,7		CCAIE (input)	22.562,4		
	2	8	-35,3%		0	16.522,23	-26,8%
ATIPE (input)	12,97	11,17	-13,9%	ATIPE (input)	13,42	12,06	-10,1%
ATIFE (input)	12,95	9,88	-23,7%	ATIFE (input)	10,76	10,02	-6,9%
IQCD (input)	4,3	4,30	0,0%	IQCD (input)	4,29	4,29	0,0%
CAPES (output)	3,67	4,04	10,1%	CAPES (output)	3,65	4,02	10,1%
TSG (output)	22,77	39,88	75,1%	TSG (output)	44,28	48,75	10,1%
UNIR (efficiency:0,997953)				UFAC (efficiency:0,811308)			
Variable	Current	Target	Target Variation x Current %	Variable	Current	Target	Target Variation x Current %
CCAIE (input)	23.925,1	14.001,7		CCAIE (input)	17.320,6		
	6	8	-41,5%		2	14.566,26	-15,9%
ATIPE (input)	13,78	10,13	-26,5%	ATIPE (input)	18,06	10,53	-41,7%
ATIFE (input)	10,41	8,74	-16,0%	ATIFE (input)	14,54	9,11	-37,4%
IQCD (input)	3,78	3,78	0,0%	IQCD (input)	3,94	3,94	0,0%
CAPES (output)	3,54	3,55	0,2%	CAPES (output)	3	3,70	23,3%
TSG (output)	38	38,08	0,2%	TSG (output)	32	39,44	23,3%
UFS (efficiency:0,870458)				UFMT (efficiency:0,920553)			
Variable	Current	Target	Target Variation x Current %	Variable	Current	Target	Target Variation x Current %
CCAIE (input)	15.383,8	15.383,8		CCAIE (input)	21.287,2		
	0	0	0,0%		7	16.539,04	-22,3%
ATIPE (input)	14,04	11,72	-16,5%	ATIPE (input)	10,65	10,65	0,0%
ATIFE (input)	13,83	10,41	-24,7%	ATIFE (input)	9,15	9,00	-1,7%
IQCD (input)	4,39	4,39	0,0%	IQCD (input)	4,13	4,13	0,0%
CAPES (output)	3,52	4,04	14,9%	CAPES (output)	3,5	3,80	8,6%
TSG (output)	36	43,28	20,2%	TSG (output)	41	44,54	8,6%
UFMA (efficiency:0,991653)				UFRR (efficiency:0,965546)			
Variable	Current	Target	Target Variation x Current %	Variable	Current	Target	Target Variation x Current %
CCAIE (input)	20.478,5	19.207,5		CCAIE (input)	27.558,2		
	0	7	-6,2%		3	16.377,26	-40,6%
ATIPE (input)	8,89	8,89	0,0%	ATIPE (input)	7,76	7,76	0,0%
ATIFE (input)	7,38	7,26	-1,6%	ATIFE (input)	6,8	6,20	-8,9%
IQCD (input)	4,07	4,07	0,0%	IQCD (input)	3,43	3,43	0,0%
CAPES (output)	3,52	3,55	0,8%	CAPES (output)	2,89	2,99	3,6%
TSG (output)	35,36	47,49	34,3%	TSG (output)	40,75	42,20	3,6%
UNIPAMPA (efficiency:0,948727)				UFTM (efficiency:0,979034)			

Variable	Current	Target	Target Variation x Current %	Variable	Current	Target	Target Variation x Current %
	19.707,8	19.707,8			20.721,9		
CCAIE (input)	5	5	0,0%	CCAIE (input)	3	20.721,93	0,0%
ATIPE (input)	9,27	9,27	0,0%	ATIPE (input)	11,56	8,50	-26,4%
ATIFE (input)	6,76	6,76	0,0%	ATIFE (input)	5,1	5,10	0,0%
IQCD (input)	4,48	4,31	-3,7%	IQCD (input)	4,56	4,27	-6,5%
CAPES (output)	3,45	3,64	5,4%	CAPES (output)	3,27	3,34	2,1%
TSG (output)	39,52	51,80	31,1%	TSG (output)	55,06	56,24	2,1%
UFAL (efficiency:0,925730)				UFAM (efficiency:0,916520)			
Variable	Current	Target	Target Variation x Current %	Variable	Current	Target	Target Variation x Current %
	18.376,0	16.657,1			15.736,8	15.251,	
CCAIE (input)	0	9	-9,4%	CCAIE (input)	6	30	-3,1%
ATIPE (input)	13,83	12,32	-10,9%	ATIPE (input)	12,93	11,19	-13,4%
ATIFE (input)	20,21	9,65	-52,3%	ATIFE (input)	10,77	9,08	-15,7%
IQCD (input)	4,06	4,06	0,0%	IQCD (input)	3,86	3,86	0,0%
CAPES (output)	3,51	3,79	8,0%	CAPES (output)	3,31	3,61	9,1%
TSG (output)	51	55,09	8,0%	TSG (output)	43,3	47,24	9,1%
UFT (efficiency:0,911892)				UFFS (efficiency:0,805456)			
Variable	Current	Target	Target Variation x Current %	Variable	Current	Target	Target Variation x Current %
	19.155,0	17.720,4			24.543,4	19.952,	
CCAIE (input)	6	2	-7,5%	CCAIE (input)	7	02	-18,7%
ATIPE (input)	9,58	9,58	0,0%	ATIPE (input)	9,59	9,36	-2,4%
ATIFE (input)	8,86	7,88	-11,1%	ATIFE (input)	7,67	7,67	0,0%
IQCD (input)	4	4,00	0,0%	IQCD (input)	4,26	4,26	0,0%
CAPES (output)	3,26	3,57	9,7%	CAPES (output)	3	3,72	24,2%
TSG (output)	42,23	46,31	9,7%	TSG (output)	34,79	49,38	41,9%
UNIFEI (efficiency:0,979955)							
Variable	Current	Target	Target Variation x Current %				
	12.933,3	12.933,3					
CCAIE (input)	5	5	0,0%				
ATIPE (input)	14,2	13,98	-1,5%				
ATIFE (input)	12,51	12,49	-0,2%				
IQCD (input)	4,41	4,41	0,0%				
CAPES (output)	3,5	3,57	2,0%				
TSG (output)	61	62,25	2,0%				

Fonte: elaboração própria com base em dados do SIAD, 2020

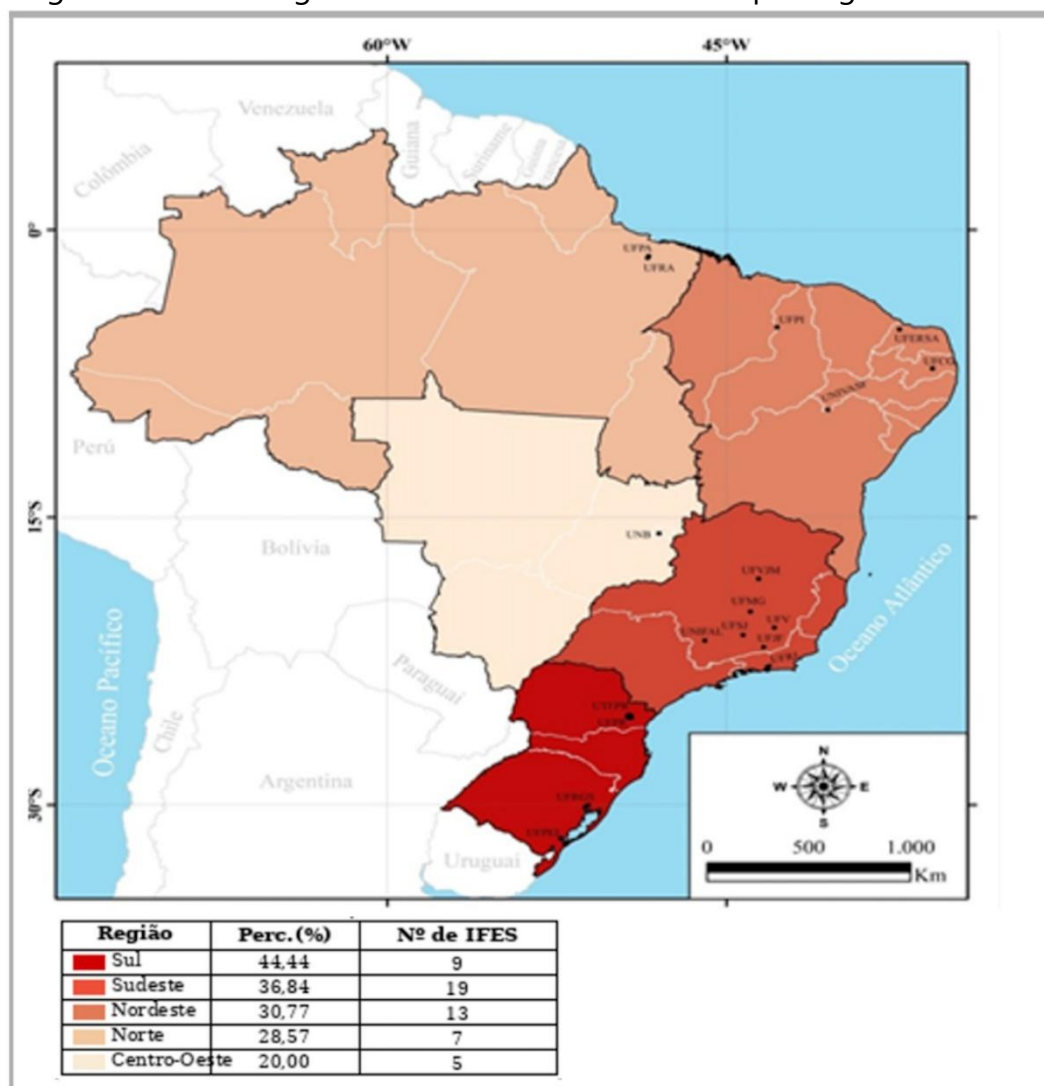
Pode-se também observar na Tabela 7 que o modelo propôs, para todas as IFES ineficientes, acréscimos a todas as variáveis CAPES e TSG, o que constitui o principal objetivo do modelo orientado para a produção. Verifica-se que, em todos os casos em que se recomenda esta redução de inputs, o modelo pode estar a demonstrar que estas instituições apresentaram dificuldades na otimização dos seus recursos para maximizar os seus produtos, uma vez que, ao calcular a produtividade e compará-la com os seus benchmarks, não conseguiram atingir a fronteira de eficiência.

Pode-se inferir desses excessos de ATIFE e ATIPE uma sugestão do modelo para que as IFES revisem as suas estruturas, ou seja, analisem se a relação aluno/docente ou aluno/funcionário está a comprometer o resultado da sua produtividade. No caso do excesso de CCAE, ou seja, Custo por Aluno, pode-se interpretar como uma recomendação do método de que as IFES devem rever as suas prioridades com as políticas públicas adotadas para melhorar a sua produtividade.

Por um lado, espera-se que as condições económicas regionais mais favoráveis tenham um papel nos padrões de eficiência das universidades no Brasil. Por exemplo, é uma hipótese plausível supor que as IFES no centro-sul do Brasil sejam mais « mente eficientes» do que as universidades localizadas no Norte e Nordeste do Brasil. No entanto, pode haver instituições de ensino superior bem-sucedidas devido à sua gestão e às condições contingentes que as rodeiam.

Conforme demonstrado na Figura 2, os resultados desta investigação demonstram que, em termos relativos, o maior número de universidades eficientes concentra-se na Região Sul, ou seja, do total de 9 (nove) IFES que se encontram na Região Sul, 44,44% foram consideradas eficientes. Segue-se a Região Sudeste, onde, de um total de 19 (dezanove) Instituições Federais de Ensino Superior, 36,84% foram definidas como eficientes pelo resultado padrão. Na Região Nordeste, 30,77% do total de 13 (treze) IFES foram consideradas eficientes, enquanto na Região Norte, do total de 07 (sete) IFES, 28,57% foram consideradas eficientes. Por fim, no Centro-Oeste, 20% do total de 05 (cinco) IFES foram consideradas eficientes.

Figura 2 – Percentagem de universidades eficientes por região brasileira



Fonte: dados da investigação (2020)

Outra questão a considerar ao analisar a Figura 2 é que, com o processo de desconcentração regional do ensino superior, nos últimos quinze anos, muitas universidades de médio porte têm se destacado em termos de eficiência e otimização de recursos. Conforme demonstrado na investigação, entre as IFES consideradas eficientes, a UFRSA e a UNIVASF estão localizadas em cidades distantes dos grandes centros urbanos da Região Nordeste, com a UFRSA sediada em Mossoró-RN e a UNIVASF na cidade de Petrolina-PE. Na Região Sudeste, destacam-se as universidades da UFVJM, com sede na cidade de Diamantina, a UNIFAL, em Alfenas, e a UFSJ, em São João Del Rei, todas no estado de Minas Gerais. Todas estas instituições, que de acordo com o estudo analisado se revelaram eficientes na sua gestão, especialmente no que diz respeito a bons índices de pós-graduação, considerando a realidade local de cada uma.

O que se pode inferir disto é que, no Brasil, quando foram criadas universidades ou apenas campus em regiões com boa densidade demográfica, mas com baixa cobertura universitária, é evidente que, mesmo em cidades com menor poder de compra ou com índices socioeconômicos menos favoráveis, foi possível obter boas instituições de ensino superior.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desta investigação foi analisar o nível de eficiência das Universidades Federais brasileiras. Para tal, foi utilizada uma amostra com 53 IFES. A metodologia aplicada foi a Análise de Envolvimento de Dados, modelo CCR (retornos de escala constante) e a análise de agrupamentos. A fim de homogeneizar a amostra, esta foi dividida em dois grupos: o primeiro grupo com os índices mais elevados em investigação e estudos de pós-graduação e o segundo grupo com maior enfoque no ensino. Os indicadores escolhidos para o estudo foram recomendados pelo Tribunal de Contas da União, com quatro inputs (CCAIE, ATIPE, ATIFE, IQCD) e dois outputs (CAPES, TSG).

Os resultados da eficiência padrão encontrados mostraram que, no Grupo 1, o modelo apresentou 11 (onze) IFES eficientes. No Grupo 2, resultou em 07 (sete) universidades eficientes. No Grupo 1, as instituições consideradas eficientes foram a UFMG, a UFCG, a UFPR, a UFRJ, a UFRGS, a UFV, a UNB, a UFJF, a UFPEL, a UTFPR e a UFPA, representando 35,48% do total do grupo. No Grupo 2, as consideradas eficientes foram a UFPI, a UFERSA, a UFVJM, a UNIVASF, a UFRA, a UFSJ e a UNIFAL, o que representa 31,82% do total do Grupo 2. Na eficiência composta normalizada, a UFMG foi considerada altamente eficiente no Grupo 1 ao obter a pontuação 1, e no Grupo 2 a UFPI também obteve essa pontuação e é igualmente classificada como de alta eficiência.

Além disso, de acordo com o modelo DEA-CCR, a fronteira padrão, as universidades eficientes com uma pontuação de 1 tornaram-se possíveis referências para as IFES ineficientes. De acordo com o Grupo 1, a UFPEL foi considerada uma referência para 18 (dezoito) unidades ineficientes, enquanto a UFMG foi uma excelente parceira para 16 (dezesesseis) unidades ineficientes e a UFRGS para 09 (nove) IFES, o que pode ser explicado pelos elevados índices do Conceito CAPES e da Taxa de Sucesso na Graduação destas instituições. No Grupo 2, as IFES consideradas referências para as outras ineficientes foram a UFERSA, sendo uma referência para 15 (quinze) unidades ineficientes, a UFPI, considerada uma referência para 10 (dez) unidades, e a UFVJM, um excelente parceiro para 7 (sete) IFES ineficientes.

No que diz respeito aos objetivos ou metas que o modelo DEA-CCR sugeriu às instituições ineficientes, para que estas, a fim de atingirem a fronteira de produção, aumentassem, em todos os casos, o seu «Conceito CAPES» e a «Taxa de Sucesso na

Graduação», variando de acordo com cada IFES em relação à comparação com os seus pontos de referência. Este resultado pode contribuir para que a gestão destas universidades avalie as suas ações e melhore o seu planeamento, aumentando assim a eficiência dos seus órgãos.

É importante notar que, no total de 53 universidades pesquisadas, 35 IFES, de acordo com a fronteira padrão, foram definidas como ineficientes, ou seja, aquelas que não atingiram a pontuação 1. Uma das formas que pode levar à melhoria dos índices dessas instituições é aumentar as Taxas de Sucesso na Graduação, o que inclui a formação em ensino, e o Conceito Capes, que avalia os estudos de pós-graduação e a investigação. Sugere-se que haja uma avaliação interna destes índices e que se invista em políticas públicas destinadas a melhorar estes indicadores, principalmente no caso do TSG, em que um dos problemas deste indicador se deve à elevada taxa de abandono e retenção nas Instituições de Ensino Superior, ou seja, muitos estudantes abandonam ou reprovam durante os seus períodos de licenciatura.

No que diz respeito ao resultado do desempenho das universidades por região, verificou-se que o maior número de universidades eficientes se encontra no Sul e no Sudeste. No entanto, não se deve descurar o facto de algumas universidades consideradas de média dimensão se terem destacado na otimização dos seus recursos, apesar de se situarem em áreas com índices socioeconómicos mais baixos, como a UFERSA, localizada em Mossoró-RN, ou a UFVJM, em Diamantina-MG.

É importante, neste contexto, que as instituições de ensino federais encontrem estratégias de otimização na gestão dos cursos de graduação e pós-graduação, com vista a aumentar a sua produtividade, de acordo com as vocações regionais de cada instituição e da sua área de abrangência.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Odete dos Santos *et al.* **Avaliação da eficiência produtiva das unidades acadêmicas da Universidade do Amazonas, nos anos de 1994 e 1995, empregando análise envoltória de dados.** 1999. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 1999.

ANDERSON, Rolph E. *et al.* **Análise multivariada de dados.** Porto Alegre: Bookman, 2005.

BRASIL. **Lei nº 10.861, de 14 de abril de 2004.** Institui o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior – SINAES. Brasília, DF: Presidência da República, 2004.

BRASIL. Tribunal de Contas da União – TCU. **Decisão 408** – Plenário. Relatório Consolidado de Auditoria Operacional. Brasília, DF, 2002.

CHARNES, Abraham; COOPER, William W.; RHODES, Edwardo. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978. DOI: 10.1016/0377-2217(78)90138-8.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0377221778901388>. Acesso em: 6 jun. 2024.

COSTA, Edward Martins *et al.* Eficiência e desempenho no ensino superior: uma análise da fronteira de produção educacional das IFES brasileiras. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 415-440, 2012. DOI: 10.1590/S1415-98482012000300003. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rec/a/VMp6StXRyHq9f7MYgS53BPb/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 6 jun. 2024.

FERREIRA, Carlos Marinho de Carvalho; GOMES, Adriano Provenzano. **Introdução à análise envoltória de dados**: teoria, modelos e aplicações. Viçosa, MG: Editora UFV, 2012.

MEGGINSON, Leon C.; MOSLEY, Donald C.; PIETRI, Paul H. **Administração**: conceitos e aplicações. São Paulo: Harbra, 1998.

MELLO, J. C. C. B. S. *et al.* Curso de análise envoltória de dados. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 37., 2005, Gramado, RS. **Anais [...]**. Gramado, RS, 2005.

MELLO, J. C. C. B. S. *et al.* DEA Advanced Models for Geometric Evaluation of used Lathes. **WSEAS Transactions on Systems**, Athens, v. 7, n. 5, p. 510-520, 2008.

Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/1456007.1456017>. Acesso em: 6 jun. 2024.

MEZA, Lidia Angulo *et al.* ISYDS-Integrated System for Decision Support (SIAD-Sistema Integrado de Apoio à Decisão): a software package for data envelopment analysis model. **Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, p. 493-503, 2005. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/pope/a/ZMsS7jdb7r9SxBhFxmNjKR/?lang=en>. Acesso em: 6 jun. 2024.

TUPY, Oscar; YAMAGUCHI, Luís. Eficiência e produtividade: conceitos e medição. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, 1998.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

1) Waldecy Rodrigues

- 2) Daniela M. de Queiroz Trevisan
- 3) David Nadler Prata
- 4) Denise P. Pereira
- 5) Willians dos Santos Silva

Contribuição	Autor 1	Autor 2	Autor 3	Autor 4	Autor 5
1. Conceituação	x	x	x	x	x
2. Curadoria de dados	x	x	x		
3. Análise formal	x	x	x		
4. Obtenção de financiamento					
5. Investigação	x	x	x	x	x
6. Metodologia	x	x	x	x	x
7. Administração do projeto	x	x			x
8. Recursos	x	x	x		x
9. Software					x
10. Supervisão	x				
11. Validação	x	x	x	x	x
12. Visualização					x
13. Redação (rascunho/original)		x		x	x
14. Escrita (revisão e edição)	x	x	x	x	x

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram que não há conflito de interesse com o artigo "Avaliação de eficiência de universidades brasileiras: um modelo de análise envoltória de dados".

DECLARAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE DADOS

Todo o conjunto de dados de apoio aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

DECLARAÇÃO DE USO DE IA

A ferramenta de inteligência artificial ChatGPT foi utilizada para auxiliar na revisão técnico-gramatical do texto na tradução do português para a língua inglesa.

Traduzido por:

E-mail: danielatrevisan@uft.edu.br