

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Centro de Ciências Sócio-Organizacionais
Programa de Pós-Graduação em Administração Pública em Rede Nacional –
PROFIAP



Dissertação

Eficiência em educação: um estudo sobre as universidades federais brasileiras

Caren Hartwig Milech de Oliveira

Pelotas, 2024

Caren Hartwig Milech de Oliveira

Eficiência em educação: um estudo sobre as universidades federais brasileiras

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração Pública em Rede Nacional da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestra em Administração Pública.

Orientador: Prof. Dr. Everton Anger Cavalheiro

Coorientador: Prof. Dr. Leonardo Rosa Rohde

Pelotas, 2024

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação da Publicação

O48e Oliveira, Caren Hartwig Milech de

Eficiência em educação [recurso eletrônico] : um estudo sobre as universidades federais brasileiras / Caren Hartwig Milech de Oliveira ; Everton Anger Cavalheiro, orientador ; Leonardo Rosa Rohde, coorientador. — Pelotas, 2024.

229 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Mestrado Profissional em Administração Pública, Centro de Ciências Socio-Organizacionais, Universidade Federal de Pelotas, 2024.

1. Eficiência. 2. Universidades federais. 3. Análise envoltória de dados (DEA). 4. Educação. I. Cavalheiro, Everton Anger, orient. II. Rohde, Leonardo Rosa, coorient. III. Título.

CDD 351

CAREN HARTWIG MILECH DE OLIVEIRA

Eficiência em educação: um estudo sobre as universidades federais brasileiras

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para a obtenção do grau de Mestra em Administração Pública, Programa de Pós-Graduação em Administração Pública em Rede Nacional, Centro de Ciências Sócio-Organizacionais, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 15 de agosto de 2024.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Everton Anger Cavalheiro (Orientador), Doutor em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria.

Prof. Dr. Leonardo Rosa Rohde (Coorientador), Doutor em Administração pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Profa. Dr^a. Flavia Regina Costa Czarneski, Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Prof. Dr. Juliano Nunes Alves, Doutor em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria.

A Deus, que é minha fortaleza.
À minha família e meus amigos, que são
meu refúgio e alicerce.

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar a Deus, pelo dom da vida e por ser meu alicerce em todos os momentos.

À minha família, meu esposo Juliano e filhas Marina e Letícia, vocês são meu porto seguro e fonte de amor e carinho. Agradeço pela paciência, por sempre estarem me apoiando e me cuidando mesmo nos períodos em que passamos longe.

Aos meus pais, por todo amor e esforço dedicado à minha educação, por me ensinarem o valor da fé, da honestidade e da perseverança. Vocês sempre me ensinaram a importância da educação, não tendo sido diferente em mais essa etapa.

Aos meus sogros, por todas as viagens, por todo amor, cuidado e paciência comigo e para com minhas filhas enquanto eu estava longe de casa para estudar.

Aos meus irmãos, cunhados e sobrinhos por todo incentivo, cumplicidade e que em diferentes momentos e de diferentes formas me auxiliaram.

Aos meus amigos, que nunca me deixaram desistir e que torceram pelo meu sucesso.

Ao meu orientador, pelo suporte, condução, orientação, paciência, incentivo quando precisei e colaboração que foram cruciais para o desenvolvimento do estudo.

Sem vocês nada disso teria sido possível!

Resumo

OLIVEIRA, Caren Hartwig Milech. **Eficiência em educação: um estudo sobre as universidades federais brasileiras**, 2024. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Administração Pública - PROFIAP, Universidade Federal de Pelotas, 2024.

As instituições de ensino superior desempenham um papel crucial como pilares do desenvolvimento humano e social, atuando como centros de produção e disseminação do conhecimento. No entanto, enfrentam desafios na gestão eficiente de recursos, avaliação por órgãos de controle e na necessidade de estabelecer planos claros. Em um cenário de recursos escassos, a eficiência na gestão torna-se crucial para maximizar resultados diante de restrições financeiras e de pessoal, visando oferecer ensino superior de qualidade. A análise da eficiência fornece uma gestão transparente e permite que a sociedade acompanhe e avalie as políticas públicas. À vista disso, o objetivo geral deste estudo é analisar o nível de eficiência das universidades federais brasileiras no período de 2013 a 2022. Para atingir os objetivos propostos foi adotada a metodologia da Análise Envoltória de Dados com a finalidade de aferir o nível de eficiência das unidades estudadas. Esta técnica consiste na comparação de entradas e saídas no sistema analisado. Durante a análise de eficiência realizada, alguns testes econométricos foram empregados, incluindo o teste de causalidade de Granger, para estabelecer a relação entre as variáveis de *inputs* e *outputs*. Os resultados desses testes indicaram um fluxo causal entre as variáveis consideradas como *inputs* e *outputs*, respaldando a Análise Envoltória de Dados (DEA). Foram realizados cálculos de diversas eficiências: padrão, invertida, composta e composta normalizada. Estas análises destacaram a Universidade Federal de Minas Gerais como a instituição mais eficiente entre 2013 e 2022. Entretanto, outras instituições não alcançaram o máximo de eficiência, apresentando uma variedade significativa de resultados. Essa diversidade sugere a necessidade de medidas para melhorar a eficiência dessas instituições. Identificaram-se os fatores que impediram essas instituições de atingir a eficiência máxima, visando orientar os gestores na tomada de decisão para promover sua eficiência. A análise da variação da eficiência composta normalizada durante a pandemia da Covid-19, usando o índice de Malmquist, mostrou impactos variados nas universidades federais brasileiras. Portanto, a hipótese de que os níveis de eficiência relativa das universidades federais do Brasil decresceram durante a pandemia não foi confirmada. Observou-se que universidades mais antigas são, em geral, mais eficientes, possivelmente devido à maior experiência e infraestrutura consolidada, confirmando a hipótese de diferença significativa na eficiência entre universidades jovens e antigas. Também se concluiu que há uma diferença significativa na média de eficiência entre universidades em municípios mais desenvolvidos e menos desenvolvidos, considerando o PIB *per capita*. Resultados por região indicaram diferenças significativas na eficiência média das universidades entre as diferentes macrorregiões brasileiras.

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

Abstract

OLIVEIRA, Caren Hartwig Milech. **Efficiency in education: a study on Brazilian federal universities**, 2024. Master's Dissertation – Postgraduate Program in Public Administration - PROFIAP, Federal University of Pelotas, 2024.

Higher education institutions play a crucial role as pillars of human and social development, acting as centers for the production and dissemination of knowledge. However, they face challenges in the efficient management of resources, evaluation by control bodies, and the need to establish clear plans. In a scenario of scarce resources, efficient management becomes crucial to maximize results in the face of financial and personnel constraints, aiming to offer quality higher education. Efficiency analysis provides transparent management and allows society to monitor and evaluate public policies. In view of this, the general objective of this study is to investigate the level of efficiency of Brazilian federal universities from 2013 to 2022. To achieve the proposed objectives, the Data Envelopment Analysis methodology was adopted in order to measure the level of efficiency of the units studied. This technique consists of comparing inputs and outputs in the analyzed system. During the efficiency analysis performed, some econometric tests were used, including the Granger causality test, to establish the relationship between the input and output variables. The results of these tests indicated a causal flow between the variables considered as inputs and outputs, supporting Data Envelopment Analysis (DEA). Calculations of several efficiencies were performed: standard, inverted, composite, and normalized composite. These analyses highlighted the Federal University of Minas Gerais as the most efficient institution between 2013 and 2022. However, other institutions did not achieve maximum efficiency, presenting a significant variety of results. This diversity suggests the need for measures to improve the efficiency of these institutions. The factors that prevented these institutions from achieving maximum efficiency were identified, aiming to guide managers in decision-making to promote their efficiency. The analysis of the variation in normalized composite efficiency during the Covid-19 pandemic, using the Malmquist index, showed varied impacts on Brazilian federal universities. Therefore, the hypothesis that the efficiency levels of Brazilian federal universities decreased during the pandemic was not confirmed. It was observed that older universities are generally more efficient, possibly due to their greater experience and consolidated infrastructure, confirming the hypothesis of a significant difference in efficiency between young and old universities. It was also concluded that there is a significant difference in the average efficiency between universities in more developed and less developed municipalities, considering the GDP per capita. Results by region indicated significant differences in the average efficiency of universities among the different Brazilian macro-regions.

Keywords: efficiency; federal university; data envelopment analysis (DEA).

Lista de Figuras

Figura 1	Cenário das orientações do movimento da NGP para a administração pública federal	27
Figura 2	Distribuição das universidades federais por região	36
Figura 3	Linha do tempo do ano de criação das universidades federais brasileiras	37
Figura 4	Tipos de eficiência	44
Figura 5	Produção e fronteira de eficiência de diferentes unidades	46
Figura 6	Fronteira eficiente dos modelos CCR (CRS) e BCC (VRS)	51
Figura 7	Esquema do método do estudo	66
Figura 8	<i>Inputs e outputs</i> da pesquisa	78
Figura 9	Resumo da interação de causalidade entre as variáveis de entrada e de saída	103
Figura 10	Síntese das metas para as universidades gaúchas considerando o ano de 2022	156

Lista de Quadros

Quadro 1	Resumo dos modelos CCR e BCC	50
Quadro 2	Formas teste de Dickey-Fuller	72
Quadro 3	Modelos determinísticos	73
Quadro 4	<i>Design</i> da pesquisa	83
Quadro 5	Demonstrativo dos resultados	140

Lista de Tabelas

Tabela 1	Mínimo, máximo, média, mediana, assimetria e curtose das variáveis de <i>input</i> e <i>output</i> : Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1), Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes (X2), Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos (X3), Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4), Taxa de Sucesso na Graduação (X5), Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) e Índice Geral de Cursos (X7), no período de 2013 a 2022	86
Tabela 2	Média das variáveis: Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1), Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes (X2), Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos (X3), Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4), Taxa de Sucesso na Graduação (X5), Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) e Índice Geral de Cursos (X7), segmentada a cada ano (2013 a 2022)	89
Tabela 3	Teste de raiz unitária para as variáveis: Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1), Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes (X2), Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos (X3), Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4), Taxa de Sucesso na Graduação (X5), Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) e Índice Geral de Cursos (X7) em bases anuais e no período de 2013 a 2022	91
Tabela 4	Teste de Causalidade de Granger aplicado às variáveis: Primeira Diferença do Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1), Primeira Diferença do Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes (X2), Primeira Diferença do Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos (X3), Primeira Diferença do Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4), Primeira Diferença da Taxa de Sucesso na Graduação (X5), em bases anuais, para o período de 2014 a 2022	94
Tabela 5	Teste de Causalidade de Granger aplicado às variáveis: Primeira Diferença do Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1), Primeira Diferença do Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes (X2), Primeira Diferença do Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos (X3), Primeira Diferença do Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4), Primeira Diferença do Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) em bases anuais, para o período de 2014 a 2022	96
Tabela 6	Teste de Causalidade de Granger aplicado às variáveis: Primeira Diferença do Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1), Primeira Diferença do Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes (X2), Primeira Diferença do Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos	

	Administrativos (X3), Primeira Diferença do Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4), Segunda Diferença do Log do Índice Geral de Cursos (X7) em bases anuais, para o período de 2015 a 2022	99
Tabela 7	Resultados DEA para eficiência padrão nos anos de 2013 a 2022	106
Tabela 8	Níveis de eficiência padrão nos anos de 2013 a 2022	113
Tabela 9	Universidades segmentadas pelos quartis referente à média da eficiência observada no período de 2013 a 2022	115
Tabela 10	Resultados DEA para eficiência invertida nos anos de 2013 a 2022	117
Tabela 11	Resultados DEA para eficiência composta nos anos de 2013 a 2022	119
Tabela 12	Resultados DEA para eficiência composta normalizada nos anos de 2013 a 2022	121
Tabela 13	Níveis de eficiência composta normalizada nos anos de 2013 a 2022	122
Tabela 14	Universidades consideradas eficientes no período de 2013 a 2022	124
Tabela 15	Universidades consideradas ineficientes no período de 2013 a 2022	125
Tabela 16	Teste de Malmquist para a variação de eficiência composta normalizada antes e durante a pandemia da Covid-19	127
Tabela 17	Análise comparativa da média da eficiência composta normalizada das universidades entre os anos de 2013 a 2022, divididas entre instituições mais antigas e instituições mais novas.....	130
Tabela 18	Média da eficiência composta normalizada das universidades federais brasileiras segmentadas por macrorregiões e o respectivo <i>p</i> valor do teste de ANOVA dos anos de 2013 a 2022..	130
Tabela 19	Tabela de Comparações Múltiplas de Tukey para a Eficiência Composta Normalizada das Universidades Federais Brasileiras por Macrorregiões (2013-2022)	134
Tabela 20	Eficiência composta normalizada das DMUs em municípios mais e menos desenvolvidos economicamente considerando o PIB <i>Per Capita</i> do ano de 2021	136
Tabela 21	Eficiência composta normalizada das DMUs em municípios localizados em capitais e municípios localizados em não capitais.	138
Tabela 22	Folga de cada variável para o ano de 2022 quando analisada a eficiência padrão das universidades	142

Lista de abreviaturas e siglas

ANDIFES	Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CGU	Controladoria-Geral da União
CRS	<i>Constant Returns to Scale</i>
FURG	Universidade Federal do Rio Grande
IES	Instituições de Ensino Superior
IFES	Instituições Federais de Ensino Superior
IGC	Índice Geral de Cursos
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
IPCA	Índice de Preços ao Consumidor Amplo
LDB	Lei de diretrizes e bases da educação nacional
LDO	Lei de Diretrizes Orçamentárias
LOA	Lei Orçamentária Anual
MEC	Ministério da Educação
NAP	Nova Administração Pública
NGP	Nova Gestão Pública
PDRAE	Plano Diretor de Reforma do Aparelho do Estado
PIB	Produto Interno Bruto
PPA	Plano Plurianual
PPC	Planos Pedagógicos de Curso
SINAES	Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior
TCU	Tribunal de Contas da União
UFABC	Universidade Federal do ABC
UFAC	Universidade Federal do Acre
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UFAP	Universidade Federal do Agreste de Pernambuco
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFCA	Universidade Federal do Cariri

UFCat	Universidade Federal de Catalão
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UFCSPA	Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre
UFDPAr	Universidade Federal do Delta do Parnaíba
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UFF	Universidade Federal Fluminense
UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul
UFG	Universidade Federal de Goiás
UFGD	Universidade Federal da Grande Dourados
UFJ	Universidade Federal de Jataí
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UFMA	Universidade Federal do Maranhão
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
UFMT	Universidade Federal de Mato Grosso
UFNT	Universidade Federal do Norte do Tocantins
UFOB	Universidade Federal do Oeste da Bahia
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
UFOPA	Universidade Federal do Oeste do Pará
UFPA	Universidade Federal do Pará
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFPeI	Universidade Federal de Pelotas
UFPI	Universidade Federal do Piauí
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFR	Universidade Federal de Rondonópolis
UFRA	Universidade Federal Rural da Amazônia
UFRB	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco

UFRR	Universidade Federal de Roraima
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UFS	Universidade Federal de Sergipe
UFSB	Universidade Federal do Sul da Bahia
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UFSJ	Universidade Federal de São João Del-Rei
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UFT	Universidade Federal do Tocantins
UFTM	Universidade Federal do Triângulo Mineiro
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UFVJM	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
UnB	Universidade de Brasília
UNIFAL-MG	Universidade Federal de Alfenas
UNIFAP	Universidade Federal do Amapá
UNIFEI	Universidade Federal de Itajubá
UNIFESP	Universidade Federal de São Paulo
UNIFESSPA	Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
UNILA	Universidade Federal da Integração Latino-Americana
UNILAB	Universidade Federal da Lusofonia Afro-Brasileira
UNIPAMPA	Universidade Federal do Pampa
UNIR	Universidade Federal de Rondônia
UNIRIO	Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
UNIVASF	Universidade Federal do Vale do São Francisco
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
VRS	<i>Variable Returns to Scale</i>

Sumário

1 Introdução.....	17
1.1 Objetivos	19
1.1.1 Objetivo Geral	19
1.1.2 Objetivos Específicos	19
1.2 Justificativa	19
1.3 Limitações	22
2 Referencial teórico	24
2.1 Administração Pública	24
2.2 Eficiência na Administração Pública	29
2.3 Universidades federais brasileiras	34
2.4 Análise Envoltória de Dados (DEA)	42
2.4.1 Os modelos de Análise Envoltória de Dados	49
2.4.2 Aplicações da Análise Envoltória de Dados no Setor da Educação	59
2.4.3 Variáveis de entradas (<i>inputs</i>) e saídas (<i>outputs</i>) na educação superior	60
3 Procedimentos metodológicos	66
3.1 Caracterização da pesquisa	67
3.2 Análise de dados - Visão geral	68
3.2.1 Análise Envoltória de Dados	69
3.2.2 Teste de raiz unitária	71
3.2.3 Teste de cointegração de Pedroni	72
3.2.4 Teste de Causalidade de Granger	73
3.2.5 Teste de Malmquist	74
3.2.6 Definição e seleção das DMUs	75
3.2.7 Seleção dos <i>inputs</i> e <i>outputs</i>	77
4 Análise dos resultados	85
4.1 Análise estatística das variáveis selecionadas	85
4.2 Análise de causalidade	90
4.3 Análise Envoltória de Dados: eficiência padrão	105
4.3.1 Análise das universidades eficientes em todo o período	107
4.3.2 Análise das universidades mais ineficientes	110
4.3.3 Categorização das universidades em termo de eficiência padrão	113

4.4	Análise Envoltória de Dados: eficiência invertida	116
4.5	Análise Envoltória de Dados: eficiência composta	118
4.6	Análise Envoltória de Dados: eficiência composta normalizada	120
4.6.1	Variação da eficiência composta normalizada das universidades antes e durante a pandemia da Covid-19	126
4.6.2	Análise da eficiência composta normalizada das universidades mais antigas comparadas às universidades mais novas	129
4.6.3	Análise da eficiência composta normalizada das universidades por região geográfica	132
4.6.4	Análise da eficiência composta normalizada das universidades segmentada pelo PIB <i>Per Capita</i>	136
4.6.5	Análise da eficiência composta normalizada das universidades segmentada pela localização (capitais e não são capitais)	138
4.7	Sínteses dos resultados	140
4.8	Análise das folgas pelo cálculo da eficiência padrão	141
5	Proposta de intervenção: Metas para as universidades se tornarem eficientes	153
5.1	Síntese geral das metas para as universidades do Rio Grande do Sul	155
6	Conclusão	158
	Referências	162
	Apêndices	180
	Apêndice A – relação das universidades federais brasileiras	181
	Apêndice B – <i>inputs</i> , <i>outputs</i> e modelos DEA utilizados em trabalhos nacionais	187
	Apêndice C – <i>inputs</i> , <i>outputs</i> e modelos DEA utilizados em trabalhos internacionais	189
	Apêndice D – relação das universidades utilizadas na amostra	192
	Apêndice E – Teste de Cointegração de Pedroni aplicado para as variáveis: Primeira Diferença X1, Primeira Diferença do X2, Primeira Diferença do X3, Primeira Diferença do X4, cointegradas à Primeira Diferença do X5 em bases anuais, para o período de 2014 a 2022	194
	Apêndice F – Teste de Cointegração de Pedroni aplicado para as variáveis: Primeira Diferença X1, Primeira Diferença do X2, Primeira Diferença do X3,	

Primeira Diferença do X4, cointegradas à Primeira Diferença do X6 em bases anuais, para o período de 2014 a 2022	195
Apêndice G – Teste de Cointegração de Pedroni aplicado para as variáveis: Primeira Diferença X1, Primeira Diferença do X2, Primeira Diferença do X3, Primeira Diferença do X4, cointegradas à cointegradas à Segunda Diferença do log de X7 em bases anuais, para o período de 2015 a 2022	196
Apêndice H – Relatório Técnico	197

1 Introdução

As instituições de ensino superior desempenham um papel crucial como pilares do desenvolvimento humano e social, sendo centros de produção e socialização do conhecimento, conforme destacado por Dorsa (2019). Além de impulsionar pesquisas inovadoras, a educação superior é fundamental para o avanço econômico, capacitando profissionais com habilidades essenciais para interagir com a diversidade e colaborar em equipe, como salientado por Pinheiro (2020).

Entretanto, as universidades públicas no Brasil enfrentam desafios financeiros significativos devido aos cortes orçamentários. Em resposta a essa realidade, foi instituído o Regime Fiscal Sustentável, conhecido como Novo Arcabouço Fiscal - Lei Complementar nº 200, de 30 de agosto de 2023, visando equilibrar receitas e despesas, impondo restrições e condicionando despesas governamentais ao cumprimento de metas de resultado primário (Brasil, 2023).

Apesar da autonomia universitária, as instituições públicas de ensino superior enfrentam desafios na gestão de recursos e na avaliação interna e externa por órgãos de controle, conforme ressaltado por Pereira (2020). Para superar esses desafios, é imperativo que as universidades estabeleçam planos claros, executem ações de maneira transparente e adotem mecanismos de avaliação para analisar a eficácia de suas iniciativas.

Nesse contexto, as avaliações das instituições de ensino superior no Brasil incorporam indicadores de desempenho que não apenas orientam a tomada de decisões, mas também influenciam a formulação de políticas públicas para aprimorar a graduação, pós-graduação e pesquisa. Esses indicadores são essenciais para otimizar os recursos disponíveis, concentrando-os nas áreas prioritárias (Pereira, 2020).

Em um contexto de recursos escassos e crescente demanda por ensino superior de qualidade, a eficiência na gestão de recursos torna-se crucial para as universidades públicas. Assim como na administração pública em geral, a eficiência envolve a capacidade de maximizar os resultados diante de restrições financeiras e de pessoal (Amorim e Da Costa, 2020). Isso, por sua vez, requer que as instituições de ensino aprimorem constantemente a gestão de recursos para atender às crescentes expectativas da sociedade (Juliatti *et al.*, 2022).

Além disso, a eficiência, conforme definida por Nonaka (2019), refere-se à melhor utilização possível dos recursos para atingir um objetivo. Uma metodologia para analisar a eficiência é a Análise Envoltória de Dados (DEA – *Data Envelopment Analysis*), amplamente empregada em estudos de eficiência na administração pública e organizações sem fins lucrativos, como destaca Peña (2008). Essa abordagem permite a comparação entre *inputs* (entradas) e *outputs* (saídas) com sucesso. Segundo Curi *et al.* (2014), a DEA possibilita identificar melhores práticas, unidades ineficientes e as alterações necessárias nos níveis de insumo e produto para transformar unidades consideradas ineficientes em eficientes.

Esta pesquisa visa preencher lacunas na literatura, especialmente no que diz respeito à análise da eficiência relativa das universidades federais brasileiras, especialmente em um período que abrange a pandemia da Covid-19 e as mudanças trazidas pelas novas políticas fiscais. Ao comparar a eficiência antes e durante a pandemia, este estudo oferece uma perspectiva sobre os impactos dessa crise na gestão universitária. A análise da eficiência relativa das universidades federais também tem uma forte ligação com as políticas públicas vigentes. O Novo Arcabouço Fiscal, por exemplo, condiciona a alocação de recursos à eficiência operacional das instituições, tornando a análise desta eficiência não apenas um exercício acadêmico, mas também uma ferramenta essencial para a formulação de políticas públicas. Este estudo, ao utilizar a DEA para identificar *benchmarks* e boas práticas, contribui diretamente para o desenvolvimento de estratégias que podem auxiliar as universidades a se adequarem a essas exigências, promovendo o melhor uso dos recursos públicos e, conseqüentemente, um ensino superior de maior qualidade e mais acessível.

No caso deste estudo, a proposta concentra-se em uma análise quantitativa da eficiência de 54 universidades federais brasileiras. Utilizando a Análise Envoltória de Dados (DEA), este estudo visa avaliar o nível de entrega à sociedade de um ensino público, gratuito e de qualidade, buscando identificar boas práticas que possam servir como referência para a consecução da tão almejada eficiência no serviço público. Diante desse contexto, esta pesquisa busca resolver o seguinte problema de pesquisa: **Qual é o nível de eficiência das universidades federais brasileiras no período de 2013 a 2022?**

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Com o propósito de responder à questão de pesquisa, este estudo tem como objetivo geral analisar o nível de eficiência das universidades federais brasileiras no período de 2013 até 2022.

1.1.2 Objetivos Específicos

Para alcance do objetivo geral, esta pesquisa propõe-se aos seguintes objetivos específicos:

- Investigar a eficiência relativa das universidades federais identificando as unidades mais e menos eficientes.
- Verificar as instituições federais de ensino superior que são referências (*benchmarks*) para as demais IFES ineficientes.
- Comparar os resultados da eficiência das universidades federais brasileiras antes e durante a pandemia da Covid-19, identificando possíveis impactos nas atividades acadêmicas e administrativas.
- Analisar a relação entre a idade das universidades federais brasileiras e sua eficiência no período analisado.
- Propor recomendações e diretrizes para aprimorar a eficiência das universidades federais brasileiras, considerando os desafios enfrentados durante a pandemia e o contexto da administração pública.

1.2 Justificativa

A análise da eficiência relativa das universidades federais brasileiras desempenha um papel essencial na promoção da transparência nas práticas de gestão. Permite que a sociedade acompanhe e avalie de maneira mais efetiva as políticas públicas implementadas por essas instituições. Além disso, ao criar condições para uma participação mais ativa da sociedade, possibilita que a mesma cobre a efetividade das ações e contribua para o aprimoramento do ensino superior no país. A melhoria da eficiência dessas instituições pode resultar em um impacto positivo na sociedade como um todo (Pereira, 2020).

As universidades têm a missão de explorar e disseminar conhecimento por meio de atividades de ensino e pesquisa, desempenhando um papel essencial no

desenvolvimento de um país e da região onde está inserida (Chen e Chang, 2021). Dessa maneira, as universidades enfrentam desafios voltados para a melhoria de sua eficiência e do fortalecimento dos processos de garantia de qualidade (Navas *et al.*, 2020).

Além disso, devem observar a legalidade em seus atos. Todas as instituições públicas, incluindo as universidades, devem demonstrar um compromisso com a eficiência nos resultados, o que pressupõe uma seleção dos meios mais adequados para a gestão que conduzam à obtenção dos melhores resultados possíveis (Muniz, 2007). Nesse contexto, é importante mencionar que o artigo 74 da Constituição Federal de 1988 determina a obrigatoriedade dos três poderes (Legislativo, Executivo e Judiciário) de estabelecerem um sistema de controle interno. Esse sistema tem como objetivo comprovar a legalidade e avaliar os resultados, em termos de eficácia e eficiência, da gestão orçamentária, financeira e patrimonial nos órgãos e entidades da administração federal, assegurando a aplicação correta dos recursos públicos (BRASIL, 1988).

Considerando o exposto, é relevante ressaltar que a eficiência passou a ser um princípio fundamental na administração pública brasileira a partir da Emenda Constitucional nº 19, de 1998. Com essa alteração, o artigo 37 da Constituição Federal passou a incluir explicitamente o princípio da eficiência, juntamente com os princípios de legalidade, impessoalidade, moralidade e publicidade (Brasil, 1988).

Assim, a análise da eficiência das universidades federais brasileiras contribui para a transparência nas práticas de gestão, permitindo que a sociedade acompanhe e avalie as políticas públicas em vigor (Brasil, 1988; Muniz, 2007; Pereira, 2020). O tema da eficiência nas Instituições de Ensino Superior (IES) ganhou destaque como uma questão de relevância não apenas em nível nacional, mas também internacional, envolvendo governos, gestores e formuladores de políticas educacionais ao redor do mundo (Pasquali, 2021). O estudo da eficiência pode destacar áreas em que as universidades necessitam melhorar para se manterem competitivas globalmente.

Da mesma forma, examinar a eficiência das universidades em um contexto regional possibilita evidenciar avanços no processo de interiorização do ensino superior no Brasil. A avaliação da eficiência das universidades federais pode contribuir para identificar disparidades regionais na oferta de serviços educacionais, apontando áreas que demandam investimentos adicionais para assegurar equidade

de acesso e qualidade educacional (Pereira, 2020). Em um cenário de recursos escassos e demandas crescentes por ensino superior de qualidade, a eficiência torna-se um aspecto fundamental para as universidades públicas brasileiras. Sendo essencial para garantir a melhor utilização dos recursos disponíveis, maximizando os resultados alcançados e atendendo às necessidades da população (Juliatti *et al.*, 2022).

Além disso, as instituições de ensino superior enfrentam redução de recursos orçamentários e desafios financeiros especialmente durante períodos de crise econômica. De acordo com Lima (2022) as instituições vêm sofrendo uma queda significativa no repasse de verbas e a chegada do vírus da Covid-19 agravou ainda mais essa situação. Com a chegada do vírus ao Brasil em 2020, as universidades federais tiveram que lidar com impactos significativos em seus orçamentos. Diante das mudanças trazidas pela pandemia, foi necessária a readequação de despesas e do funcionamento das universidades no curto prazo (Almeida, 2022). A análise de eficiência pode fornecer informações sobre como as universidades podem melhorar o uso de recursos limitados e manter sua sustentabilidade financeira a longo prazo.

A pandemia da Covid-19, cujo pico ocorreu nos anos de 2020 e 2021, forçou uma mudança significativa na forma de ensino. Impossibilitou o ensino presencial tradicional em sala de aula e teve um impacto na eficiência das universidades federais brasileiras, que viram uma redução da eficiência de 0,95% na média. Essa transição repentina fez com que as universidades se adaptassem rapidamente ao ensino a distância (EAD) ou suspendessem suas atividades (Gualandi Filho *et al.*, 2023).

Mesmo sem relacionar com a pandemia, outros estudos sobre a eficiência nas universidades já foram realizados no Brasil. Por exemplo, um trabalho que avaliou a eficiência das universidades federais brasileiras com uma análise de desempenho das IFES por região (Pereira, 2020). Em outro estudo, os autores avaliaram o desempenho de 7 IFES antes e durante a pandemia da Covid-19, sugerindo ampliação da amostra e do período analisado (Monteiro *et al.* 2023). Outro estudo realizou a avaliação de eficiência de universidades federais brasileiras analisando os prováveis efeitos antes e durante a pandemia da Covid-19 (Gualandi Filho *et al.*, 2023).

Diante do exposto, este estudo se justifica pela necessidade de melhorar a utilização de recursos em um contexto de crise econômica, marcado por cortes

orçamentários e, especialmente, no cenário da pandemia da Covid-19. Além disso, destaca-se a relevância de analisar os períodos anteriores e durante a pandemia, considerando que a emergência de saúde pública foi declarada encerrada pela Organização Mundial da Saúde em 2023. Os resultados obtidos têm o potencial de apontar estratégias de gestão para aprimorar o desempenho da educação superior, fomentando uma administração transparente e responsável nas instituições.

A análise da eficiência das universidades federais brasileiras, especialmente durante a pandemia, visa entender como essas instituições estão se adaptando e respondendo aos novos desafios. Desafios como instabilidade financeira, transição para o ensino remoto e restrições orçamentárias destacam a resiliência institucional das universidades federais brasileiras, evidenciando sua capacidade de adaptação rápida e desempenho em um ambiente em constante mudança. Outro ponto destacado é a importância de incentivar a avaliação contínua das universidades. Isso não apenas permite a implementação de medidas corretivas quando necessário, mas também possibilita o desenvolvimento de estratégias visando à eficiência.

Ao final deste estudo, busca-se contribuir tanto no âmbito teórico, ampliando o conhecimento acadêmico, quanto no prático, facilitando o acesso e a divulgação de informações. Espera-se que este trabalho sirva como referência para orientar as universidades que apresentem resultados aquém do esperado visando o aprimorando políticas públicas e o sistema de ensino superior. Além disso, visa fortalecer a relação entre universidades e sociedade, promovendo a participação ativa desta na busca pela melhoria do ensino superior.

1.3 Limitações

Quanto às limitações, é essencial reconhecer que a generalização dos resultados pode ser comprometida pela análise restrita às universidades federais brasileiras, os resultados obtidos podem não ser generalizáveis para outras instituições de ensino superior, sejam públicas ou privadas. A limitação temporal entre 2013 e 2022 pode dificultar a compreensão de mudanças em longo prazo na eficiência das universidades, deixando de capturar variações ou tendências anteriores a esse período.

Os indicadores utilizados, como Custo Corrente por Aluno Equivalente, o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação e o Índice Geral de Cursos (IGC),

representam outra limitação, pois sua precisão e abrangência podem influenciar a validade das conclusões, e fatores relevantes podem não ser plenamente considerados. Quanto à análise do impacto da pandemia na eficiência das universidades, o estudo reconhece desafios inerentes a estabelecer o impacto direto nos dados observacionais, dada a possibilidade de outros fatores externos contribuírem para mudanças na eficiência.

A qualidade e disponibilidade dos dados, extraídos dos relatórios de gestão e portais eletrônicos das universidades, também são limitações, pois a confiabilidade dos resultados está intrinsecamente ligada à precisão e integridade desses dados. A pesquisa presume a homogeneidade das Unidades Tomadoras de Decisão (DMUs), o que pode não contemplar totalmente as variações significativas na estrutura, missão e objetivos entre as instituições. Da mesma forma, a análise regional, embora incluída na pesquisa, pode ser limitada diante da complexidade e multifacetamento das diferenças entre as regiões, deixando de abordar aspectos específicos de cada localidade de maneira abrangente.

2 Referencial teórico

Este capítulo tratará da fundamentação teórica da pesquisa, abordando conceitos e temáticas relacionados à administração pública, orçamento público, universidades públicas federais e metodologia da Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis - DEA*), conforme demonstrado a seguir.

2.1 Administração Pública

Esta seção traça um percurso pelas teorias fundamentais da Administração Pública e suas implicações para o nível de eficiência das universidades federais brasileiras. Diferentes definições do termo "administração pública" são apresentadas, revelando sua abrangência e evolução ao longo do tempo. A transição para a Nova Administração Pública (NAP) é destacada como um marco que intensificou o foco na eficiência e na produtividade na gestão pública.

A compreensão da Administração Pública começa com uma ampla gama de definições que delineiam sua essência e alcance. Oliveira (2023) a define como o conjunto de todas as pessoas jurídicas e seus órgãos envolvidos em atividades administrativas. Justen Filho (2023) amplia essa visão, estabelecendo que a administração pública engloba o conjunto de entes e organizações que detêm a função administrativa, exercida pelos poderes Executivo, Legislativo e Judiciário. Essa perspectiva inicial culmina na concepção de Dilguerian (1988), que associa a administração ao ato de governar, dirigir e gerir tanto negócios públicos quanto privados.

Entretanto, essa é apenas uma faceta da complexa Administração Pública. Campos (2016) nos conduz além, definindo-a como o repositório de tudo que o Estado disponibiliza para realizar serviços públicos, voltados para a satisfação das necessidades coletivas, seja na educação, saúde ou segurança pública. A abrangência da definição é ampliada por Kohama (2016), que destaca que a administração pública abarca não somente a gestão dos serviços públicos, mas também inclui sua execução, governança e direção, todos voltados para atender às necessidades coletivas da sociedade.

Essas perspectivas iniciais lançam as bases para explorar as complexidades do ambiente administrativo. Ao transcender as definições básicas, nos deparamos com a preocupação dos teóricos e profissionais da área pública sobre a função dos

órgãos administrativos e a execução das atividades estatais, conforme observado por Denhardt e Catlaw (2017). Esse cenário culmina no surgimento da Nova Administração Pública (NAP) ou *New Public Management* (NPM), na década de 1970, introduzindo uma abordagem de gestão voltada para produzir mais com custos menores, o que repercutiu em um redirecionamento no enfoque da administração pública.

Nos últimos anos, as mudanças na economia, na sociedade e na administração pública causaram diferentes processos de reorganização, com efeitos sobre o governo brasileiro. Seguindo as ideias da Nova Administração Pública (NPM), o governo federal começou, em 1995, um projeto de reforma chamado PDRAE (Plano Diretor de Reforma do Aparelho do Estado). Esse projeto tinha como objetivo principal remodelar a forma como o Estado atua e melhorar a eficiência da burocracia, que se considerava ineficiente. O PDRAE provocou várias mudanças, incluindo reduzir as atividades do Estado através de privatizações de organizações públicas. Ao invés de ser rígido e pouco eficiente, o serviço público passou a ser mais orientado para alcançar resultados, semelhante ao que se espera do setor privado (Cavalcante, 2018).

Da mesma forma, Paula (2005) destaca que, no Brasil essa tendência foi impulsionada pela crise do nacional-desenvolvimentismo e pelas críticas dirigidas ao caráter patrimonialista e autoritário do Estado brasileiro. Essas circunstâncias estimularam a formação de um consenso político de natureza liberal que, de acordo com a análise da autora, se fundamenta na combinação das seguintes estratégias: a estratégia de desenvolvimento dependente e associado; as estratégias neoliberais de estabilização econômica; e as estratégias administrativas predominantes no contexto das reformas orientadas para o mercado. Nesse contexto, a administração pública gerencial ou nova administração pública, emergiu como o modelo ideal para o gerenciamento do Estado reformado pela sua adequação ao diagnóstico da crise do Estado.

Essa transformação almejava a eficiência institucional, direcionada pela produtividade e pelo compromisso com metas de austeridade fiscal e melhoria na prestação de serviços (Fernández-Gutiérrez e Walle, 2018). Essa abordagem impacta até mesmo o cenário acadêmico, como observado por Mattos e Terra (2015), que enfatizam sua aplicação frequente, com ênfase na eficiência e desempenho, para melhorar os serviços públicos.

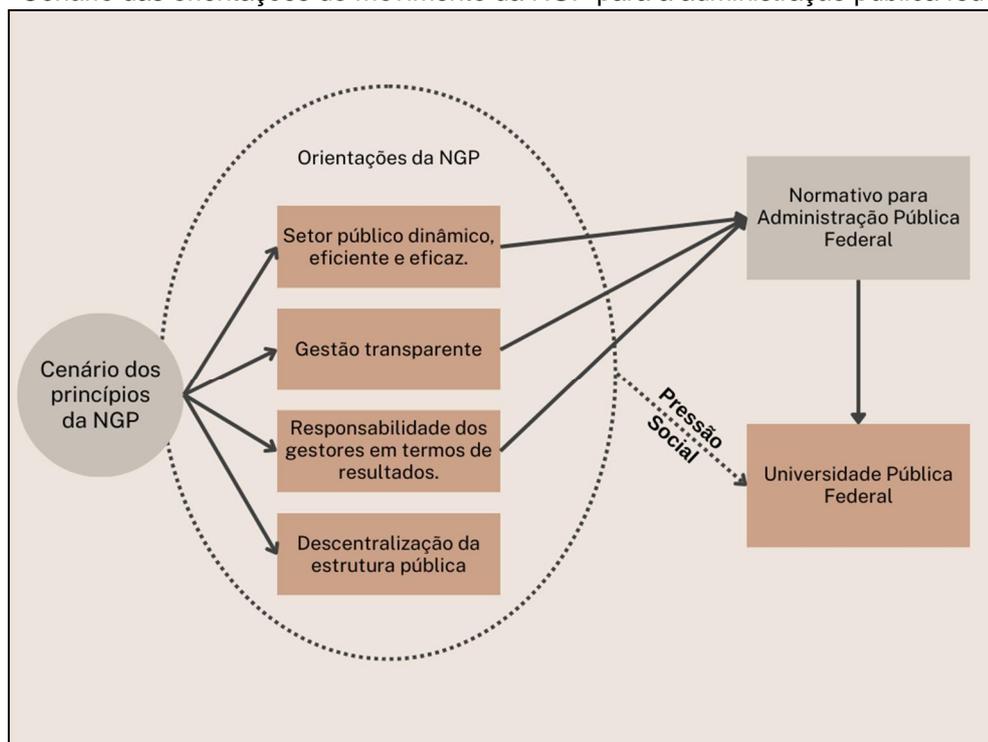
Sendo assim, a Nova Administração Pública introduziu uma mudança gerencial que enfatizava a eficiência institucional, manifestada através da produtividade alcançada em relação aos recursos empregados. Isso possibilitou comparações entre instituições que desempenham funções semelhantes, inclusive impactando o meio acadêmico. Frequentemente associada a uma forte ênfase na eficiência e no desempenho, buscando melhorar a prestação de serviços públicos (Mattos e Terra, 2015).

De acordo com Dumitrescu e Dogaru (2016), a Nova Administração Pública deve direcionar seu foco para a eficiência, o que implica em reavaliar as despesas, priorizando somente aquelas estritamente necessárias, a fim de garantir que o desenvolvimento das atividades alcance o melhor resultado possível. Os autores enfatizam a redução dos custos, a introdução de competição, a mensuração do desempenho e a introdução de incentivos para aumentar a eficiência operacional das organizações do setor público. Segundo Correia *et al.* (2019), o foco da Nova Administração Pública é em uma administração pública mais eficiente, eficaz, centrada no cidadão e na qualidade do serviço prestado, pretendendo, de forma geral, uma reforma de modernização da máquina pública.

No Brasil, após a adoção da Nova Administração Pública (NAP), foram rompidas diversas mudanças no sistema legal e no controle normativo. Essas mudanças têm como objetivo aumentar a exigência de transparência e a prestação de contas nas informações contábeis, financeiras, orçamentárias e patrimoniais. No âmbito da administração pública federal, órgãos como o Tribunal de Contas da União (TCU) e a Controladoria-Geral da União (CGU) exercem um papel importante no controle e fiscalização (TCU, 2023).

O TCU regula a prestação de contas das instituições federais, incluindo a exigência de apresentação de documentos como o relatório de gestão. Esses documentos devem demonstrar a eficiência, eficácia e economicidade da gestão, alinhados com padrões administrativos e metas resultantes das orientações da NAP (Silva, 2016). Dessa forma, a figura 1 ilustra o cenário das orientações do movimento da NAP para a administração pública federal.

Figura 1 - Cenário das orientações do movimento da NGP para a administração pública federal



Fonte: Adaptado de Silva (2016)

A figura 1 ilustra que a implementação da Nova Administração Pública trouxe mudanças substanciais para as instituições, tornando-as mais dinâmicas, eficientes e eficazes, além de promover uma gestão mais transparente. Essas transformações também ocorreram no sistema legal e no controle normativo, levando as universidades públicas a se tornarem objeto de demanda por parte da sociedade. Conseqüentemente, elas estão sujeitas às obrigações de prestar contas de suas ações e decisões (Silva, 2016).

No âmbito universitário, a Nova Administração Pública (NAP) incentivou a adoção de mecanismos de avaliação. A avaliação é vista como uma ferramenta para garantir a eficácia e eficiência das universidades e dos cursos, utilizando indicadores como medidas de qualidade. Um exemplo é a implementação dos Planos Pedagógicos de Curso (PPC) para aprimorar a qualidade do ensino. O desempenho das universidades e seu acesso a recursos governamentais passaram a depender desses resultados, tornando os indicadores essenciais para garantir o cumprimento dos critérios estabelecidos pelo governo e evitar exclusões de políticas como bolsas e financiamento (Duarte *et al.*, 2022).

No entanto, a Nova Administração Pública tem sido alvo de críticas, levando a uma chamada por uma evolução para uma nova tendência de reforma, chamada de

Pós-Nova Administração Pública. Esses diferentes pontos de vista refletem a evolução das abordagens de gestão no setor público e as discussões em torno da eficiência, modernização e busca contínua por melhores práticas. Cada perspectiva contribui para a reflexão sobre como a administração pública pode se aprimorar para atender às necessidades e expectativas da sociedade (Reiter e Klenk, 2018).

Uma das principais críticas à Nova Administração Pública é seu foco excessivo na eficiência, o que pode levar à negligência de outros valores públicos igualmente importantes, como a equidade e os princípios democráticos, argumentam Reiter e Klenk (2018). A busca exclusiva pela eficiência pode resultar em uma fragmentação demasiada do setor público, dificultando a coordenação e o controle político sobre as atividades dos servidores públicos. No entanto, os autores também reconhecem a importância da eficiência como um dos princípios fundamentais da Nova Administração Pública, destacando a necessidade de equilibrar esse foco no contexto da Pós-Nova Administração Pública. Essa abordagem visa uma gestão mais integrada e coordenada, que leve em conta outros valores importantes para o sucesso das organizações do setor público.

Portanto, é fundamental compreender a dinâmica das universidades públicas brasileiras, que operam dentro do arcabouço da administração indireta na esfera federal, conforme estabelecido pelo Decreto-Lei nº 200 de 1967. Essas instituições, vinculadas ao Ministério da Educação, são classificadas como fundações ou autarquias, com autonomia administrativa, patrimônio próprio e com funcionamento custeado por recursos da União (Brasil, 1987).

Em suma, esta seção apresenta uma trajetória desde as definições fundamentais da Administração Pública até o surgimento da Nova Administração Pública e da Pós-Nova Administração Pública, destacando suas implicações. Ambas as abordagens destacam a importância da eficiência na gestão de recursos para atingir objetivos organizacionais. A Análise Envoltória de Dados (DEA), por sua vez, surge como uma técnica de análise de eficiência em resposta à necessidade de mensurar o desempenho das organizações, promovendo uma abordagem orientada para resultados e melhoria contínua. Ela fornece uma estrutura analítica para avaliar o desempenho atual e identificar áreas de aprimoramento.

As teorias da administração pública oferecem um arcabouço conceitual e prático que pode orientar a gestão das universidades federais. Ao adotar princípios como eficiência, transparência, autonomia e gestão por resultados, as universidades

podem melhorar sua capacidade de cumprir sua missão educacional e contribuir para o desenvolvimento da sociedade. Na próxima seção, serão abordados os conceitos relacionados à eficiência na Administração Pública.

2.2 Eficiência na Administração Pública

Esta seção visa detalhar como a eficiência na administração pública se conecta com as demandas e desafios enfrentados pelas universidades federais brasileiras, destacando a importância de adotar práticas eficientes para alcançar um ensino superior de qualidade e para a promoção do desenvolvimento do país como um todo.

No contexto da administração pública, a sociedade exige do governo uma abordagem eficiente para atender às suas crescentes demandas, enquanto os recursos públicos, tanto financeiros quanto em termos de pessoal, tornam-se cada vez mais limitados. Nesse cenário, a eficiência se torna um princípio fundamental, essencial para garantir o uso adequado dos recursos públicos, a otimização dos processos e a realização dos objetivos institucionais. A eficiência assume um papel crucial em um ambiente caracterizado por crescentes demandas sociais e limitações de recursos, assegurando que as políticas públicas beneficiem efetivamente os cidadãos e que os serviços públicos sejam prestados de maneira que atendam às suas necessidades e expectativas (Silva, 2018; Amorim e Da Costa, 2020).

Dessa forma, a busca pela eficiência tem impulsionado transformações significativas, visando à profissionalização e a melhoria na gestão, com o objetivo de oferecer serviços públicos de qualidade à sociedade (Hammes Junior *et al.*, 2020). Além disso, conforme ressaltado por Rebello (2022), essas mudanças são motivadas pela necessidade de prestação de serviços públicos de qualidade para a sociedade.

No âmbito da legislação brasileira, ressalta-se que, nas disposições gerais da Constituição Federal de 1988, o artigo 37 estabelece os princípios que regem a administração pública, englobando a legalidade, impessoalidade, moralidade e publicidade. Posteriormente, por meio da Emenda Constitucional nº 19 de 1998, a eficiência foi incorporada a essa lista de preceitos fundamentais (Brasil, 1988). Inclusive, Costin (2010) destaca que o jurista Paulo Modesto participou diretamente da redação da proposta de Emenda Constitucional que consagrou o princípio da eficiência. Dessa forma, Modesto (2000) justifica que não basta ao administrador

atuar de forma legal e neutra na administração pública, é fundamental que atue com eficiência, com rendimento, utilizando os recursos da melhor forma e produzindo resultados satisfatórios.

Essa busca pela eficiência foi impulsionada pela abordagem da Nova Administração Pública. Essa abordagem tem por objetivo melhorar a eficiência e eficácia na entrega de políticas públicas, implicando na adoção de práticas do setor privado nas organizações públicas para melhorar o desempenho e a prestação de serviços. Dentre essas práticas, destacam-se: a motivação dos funcionários públicos por meio de recompensas baseadas em desempenho; a introdução de competição entre prestadores de serviços públicos, incentivando a oferta de melhores serviços para atrair clientes e reduzir custos. Outra prática relevante é a avaliação de parcerias público-privadas como meio de promover a eficiência na prestação de serviços públicos (Funck e Karlsson, 2019; Lapuente e Van De Walle, 2020).

Ainda, na visão da abordagem da Nova Administração Pública, Funck e Karlsson (2019) destacam que a eficiência e a transparência nas organizações governamentais estão ligadas a uma gestão baseada em resultados. Eles enfatizam a definição de metas claras e mensuráveis para avaliar o desempenho das organizações públicas, estabelecendo padrões e medidas explícitas para avaliar a eficiência e a eficácia dos serviços públicos. Relacionam também, com o maior controle sobre os resultados alcançados pelas organizações públicas, enfatizando a prestação de contas pelos resultados, através da descentralização de unidades no setor público e da divisão das organizações governamentais em unidades menores e mais autônomas. Assim, visando aumentar a responsabilidade e a flexibilidade na tomada de decisões.

Por outro lado, a Pós-Nova Administração Pública enfatiza mais a coordenação e a colaboração entre os atores do setor público, em vez da competição. Adota conceitos para a melhor a coordenação vertical e horizontal entre governo e outros atores, promovendo uma gestão holística, com habilidades de interação entre diferentes agências e definição de metas comuns. Essa abordagem fornece a gestão em rede e liderança de parcerias, com ênfase em metas como cooperação, coordenação e participação de usuários e partes interessadas, envolvendo usuários e partes interessadas na tomada de decisões e estabelecendo metas mais amplas, além da eficiência (Cavalcante, 2018).

A compreensão das diferenças entre eficiência e eficácia, conforme enfatizado por Pinto e Coronel (2017), é fundamental para avaliar o desempenho de uma organização. Embora ambos os termos indiquem um bom funcionamento, eles se destacam por abordar aspectos distintos. Segundo os autores, a eficiência concentra-se nos meios de utilização e nos processos empregados, buscando a melhorar a alocação de recursos e a execução das atividades, enquanto a eficácia tem o foco nos resultados alcançados. Corroborando com essa definição, Rosano-Peña e Gomes (2018) complementam que a eficácia refere-se à capacidade de uma organização de atingir seus objetivos e metas estabelecidos, podendo até mesmo superá-los.

Da mesma forma, Souza (2008) relaciona a eficiência à otimização, à redução de custos, perdas e desperdícios, à capacidade de produzir o resultado esperado gastando utilizando a menor quantidade de recursos possível para atingir sua finalidade. Ainda, segundo o autor, eficiência significa fazer mais com menos recursos. Por outro lado, o autor destaca que a eficácia resulta da relação entre metas alcançadas versus metas pretendidas, ou seja, utilizar todos os recursos disponíveis para apresentar o melhor trabalho possível, fazer o que deve ser feito, é uma medida de alcance de resultados medindo o sucesso da organização para atingir seus objetivos.

No que tange à eficiência, o termo é definido como a capacidade de produzir um efeito, efetividade, força; ou ainda, a capacidade de realizar bem um trabalho ou desempenhar adequadamente uma função (Eficiência, 2023). Segundo Pereira (2023), a eficiência é a capacidade de obter o máximo benefício ou resultado com a menor quantidade de recursos disponíveis. Em outras palavras, é maximizar a produtividade alcançando o maior benefício possível a partir de uma quantidade fixa de recursos, ou produzir a mesma quantidade de resultado utilizando a menor quantidade possível de insumos. Nesse contexto, o autor afirma que a eficiência pode ser entendida como a produtividade dos resultados de uma Unidade de Tomada de Decisão (DMU) em relação às melhores práticas existentes, tanto em períodos distintos quanto no mesmo período.

Em consonância com esse entendimento, Mainardes *et al.* (2012), argumentam que para as organizações se tornarem mais produtivas e eficientes, é fundamental avaliar o desempenho dessas organizações. Através dessa análise, os

gestores podem identificar áreas que necessitam ser aprimoradas ou até mesmo processos que devem ser eliminados por não apresentarem eficiência suficiente.

Nas empresas públicas e privadas, a definição de eficiência difere significativamente. Nas organizações públicas, predominam as necessidades e interesses da população, o interesse público, enquanto nas organizações privadas, prevalecem às inclinações para potencializar os lucros e atender aos interesses financeiros dos proprietários. Neste contexto, a preocupação com a eficiência nas organizações públicas é evidente devido à escassez de recursos e os crescentes gastos. A eficiência, neste contexto, significa obter mais saídas (*outputs*) com os mesmos recursos (*inputs*) disponíveis (Alcantara, 2009).

No que se refere à eficiência na administração pública, Pereira (2023) define eficiência como a capacidade de utilizar os recursos disponíveis de forma otimizada para maximizar os resultados alcançados. Em outras palavras, obter o maior benefício possível a partir de uma quantidade fixa de recursos. Paralelamente, Rosano-Peña e Gomes (2018) destacam que a eficácia no setor público está relacionada à qualidade dos resultados alcançados e à quantidade adequada de ações públicas necessárias para atingir esses resultados.

Da mesma forma, Nuintin *et al.* (2014) destacam que a eficiência é o princípio orientador de todos os ramos da administração pública. Os gestores das instituições são responsáveis por realizarem as operações de forma eficiente, utilizando planejamento, direção e controle das operações diárias, além de elaborar relatórios que fornecem informações de sua administração. No âmbito das instituições de ensino superior, esses dados podem ser observados nos relatórios de gestão elaborados anualmente (Pereira, 2020).

No setor educacional, conforme destacado por Pereira e Staron (2010), a eficiência está mais relacionada com os meios do que com os fins, focando no processo de produção e na análise das políticas públicas ligadas à gestão e planejamento dos insumos educacionais. O objetivo é gerar a quantidade máxima de produtos de produtos educacionais com os recursos disponíveis. No que se refere à análise de eficiência das universidades, Nazarko e Saparauskas (2014) destacam que este aspecto desempenha um papel importante na melhoria da qualidade do ensino e da pesquisa, além de otimizar os recursos públicos alocados. Sendo assim, resultando no aperfeiçoamento da gestão das universidades públicas e,

consequentemente, em um melhor desempenho da educação superior como um todo.

Da mesma forma, Forsund (2017) destaca que nas instituições federais de ensino superior, sob a ótica da Nova Administração Pública, os recursos são direcionados para a expansão da oferta de vagas e a garantia da qualidade do ensino, ao mesmo tempo em que se busca uma gestão econômica eficiente dos recursos. Para o autor, a eficiência nas instituições de ensino visa promover um serviço social transformador do capital humano, incluindo a formação acadêmica de um maior número possível de pessoas, mantendo o zelo pela utilização econômica dos recursos públicos. Acerca disso, Fioravante *et al.* (2021) nos dizem que:

A administração pública deve, além de promover a sua eficiência na prestação de serviços com o objetivo de alcançar altos níveis de desempenho acadêmico da Instituição, deverá alcançar a eficiência através da gestão dos recursos; as despesas são indispensáveis para que as Instituições de ensino possuam bens e serviços de qualidade suprindo assim as necessidades da educação superior (Fioravante *et al.*, 2021).

Os métodos mais frequentemente utilizados para mensurar a eficiência de unidades produtivas, sejam elas empresas ou instituições de ensino, incluem a abordagem econométrica ou estatística e a abordagem determinística ou matemática (Dalla Vecchia, 2014). Para o autor, a abordagem econométrica emprega análise estatística para medir a eficiência das unidades produtivas, utilizando uma função de produção média para identificar e quantificar a relação entre os recursos utilizados e os resultados obtidos. Isso é feito por meio de técnicas econométricas tradicionais, estimando o desempenho relativo das unidades em relação a uma fronteira de eficiência. Já na abordagem determinística, o enfoque está na formulação matemática dos problemas de otimização, trabalhando com múltiplos insumos e múltiplos produtos, de modo que a redução de um insumo pode implicar no aumento de outro insumo, ou na redução de pelo menos um produto.

Em resumo, a análise da eficiência é um desafio constante para as instituições de ensino, especialmente diante de recursos limitados e crescentes demandas da sociedade. Para as universidades federais, políticas e estratégias administrativas eficientes devem alinhar-se aos princípios de eficiência, buscando melhorar o uso dos recursos disponíveis e maximizar o impacto na realização dos objetivos institucionais. Isso requer uma abordagem proativa e orientada para

resultados, promovendo inovação, qualidade e sustentabilidade a longo prazo. A avaliação da eficiência também depende de comparativos com outras entidades para determinar se uma política ou entidade é mais ou menos eficiente.

2.3 Universidades federais brasileiras

As universidades desempenham um papel crucial no desenvolvimento das regiões onde estão situadas, indo além da simples produção e disseminação de conhecimento (Pereira, 2020). Contudo o autor destaca a importância de que essas instituições estejam alinhadas com as necessidades locais, promovendo uma rede de cooperação entre diversos atores para intervenções político-educacionais específicos que atendam às demandas da sociedade.

De acordo com Belloni (2000), o desempenho de uma instituição de ensino superior é avaliado pela forma como ela atende às necessidades da sociedade. Para o autor, esse desempenho pode ser medido por três dimensões: técnico-operacional, pedagógica e política. Para esta pesquisa, foi utilizada a dimensão técnico-operacional, que avalia a produtividade e eficiência por meio de recursos e resultados. Avaliar a produtividade e eficiência nessa dimensão envolve analisar a gestão dos recursos disponíveis e a capacidade da instituição de maximizar seus resultados com esses recursos.

Além de suas funções tradicionais de ensino e pesquisa, as universidades são espaços privilegiados para o desenvolvimento do pensamento crítico e para o debate de questões sociais. Dorsa (2019) e Pereira (2020) ressaltam que elas têm um papel fundamental na promoção do diálogo, na análise de problemas e na proposição de soluções, transcendendo suas atividades acadêmicas e impactando positivamente a comunidade externa. Da mesma forma, Silva *et al.* (2016) enfatizam que a importância das universidades também está na geração e transmissão de conhecimento. Elas têm a responsabilidade de estimular o desenvolvimento em diversas áreas, como social, cultural, econômica, tecnológica e científica, contribuindo assim para o progresso da sociedade.

Segundo a Constituição Federal de 1988 e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996, as universidades públicas federais são instituições pluridisciplinares de ensino, pesquisa e extensão, com autonomia didático-científica, administrativa e financeira (Brasil, 1988; Brasil, 1996). Conforme estabelecido na Lei nº 9.394, de dezembro de 1996, cada universidade pública federal tem autonomia

para elaborar seus orçamentos anuais, mas devem seguir as diretrizes estabelecidas pelo Ministério da Educação (MEC), que determina a distribuição dos recursos com base em critérios como o número de alunos e a produção acadêmica (Brasil, 1996; Lima, 2022).

Dessa forma, o orçamento público desempenha um papel crucial no planejamento e gestão das ações governamentais, determinando a origem e alocação dos recursos financeiros para atender às necessidades da sociedade. Ele é essencial para autorizar e controlar a aplicação do dinheiro público, contribuindo para o desenvolvimento democrático do Estado. Assegura a transparência e a responsabilidade na utilização dos recursos, promovendo uma gestão que visa o benefício da sociedade como um todo (Da Silva e Guimarães, 2022; Ferreira e Oliveira, 2017).

Esse papel é especialmente vital para as universidades públicas, onde o orçamento é uma ferramenta essencial de planejamento e gestão, permitindo uma alocação eficiente e responsável dos recursos financeiros disponíveis (Silva *et al.*, 2016; Costa, 2017). No Brasil, a Constituição Federal estabelece as normativas para o orçamento público, destacando a importância do planejamento e da integração entre o Plano Plurianual, a Lei de Diretrizes Orçamentárias e a Lei Orçamentária Anual (Brasil, 1988; Giacomoni, 2010).

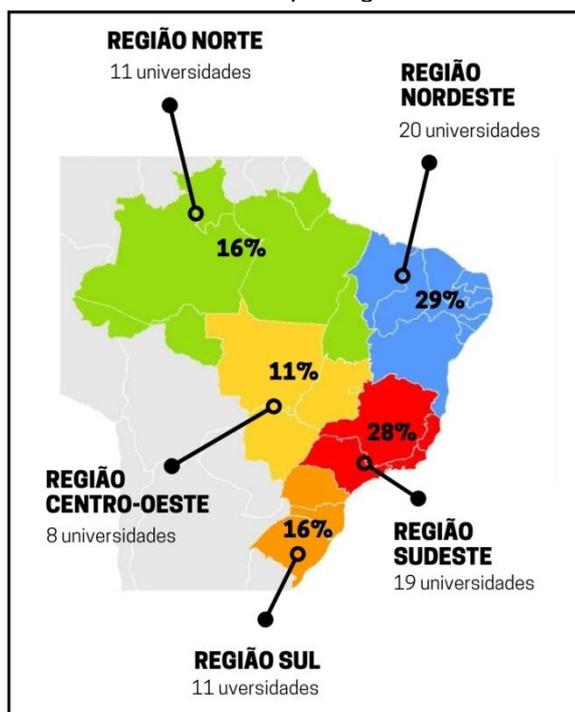
No entanto, as universidades enfrentaram limitações financeiras significativas com a Emenda Constitucional nº 95 de 2016, conhecida como PEC do teto de gastos, afetando suas atividades de ensino, pesquisa e extensão. Essa emenda congelou os gastos públicos por 20 anos, ajustados apenas pela inflação (Guazina e Moura, 2020). Recentemente, a Lei Complementar nº 200/23 substituiu a PEC do teto de gastos, estabelecendo um novo regime fiscal para garantir a estabilidade macroeconômica do país e promover o crescimento socioeconômico. Essas mudanças buscam manter as despesas públicas em equilíbrio e direcionar os recursos para investimentos sustentáveis (Brasil, 2023).

Essa transição legislativa marca um ponto de inflexão nas políticas orçamentárias das 69 universidades públicas, potencialmente impactando sua capacidade de funcionamento e realização de suas missões acadêmicas. Esse quantitativo de 69 universidades pode ser verificado na plataforma de cadastro E-Mec do Ministério da Educação, regulamentado pela Portaria Normativa nº 21, de 21 de dezembro de 2017. Usada como base de dados oficial dos cursos e Instituições

de Educação Superior (IES), a plataforma permite verificar a situação das instituições da rede federal de educação superior do país (E-Mec, 2023). Foi realizada uma busca na categoria administrativa pública federal, organização acadêmica universitária, gerando um relatório com 68 universidades públicas brasileiras cadastradas na plataforma, conforme apêndice A.

É importante observar que, apesar do amplo panorama apresentado pelo E-Mec, ainda não consta na relação a Universidade Federal do Norte do Tocantins, criada por meio do desmembramento da Universidade Federal do Tocantins pela Lei nº 13.856, de 08 de julho de 2019 (Brasil, 2019). A figura 2 ilustra a distribuição das 69 universidades federais por região.

Figura 2 - Distribuição das universidades federais por região



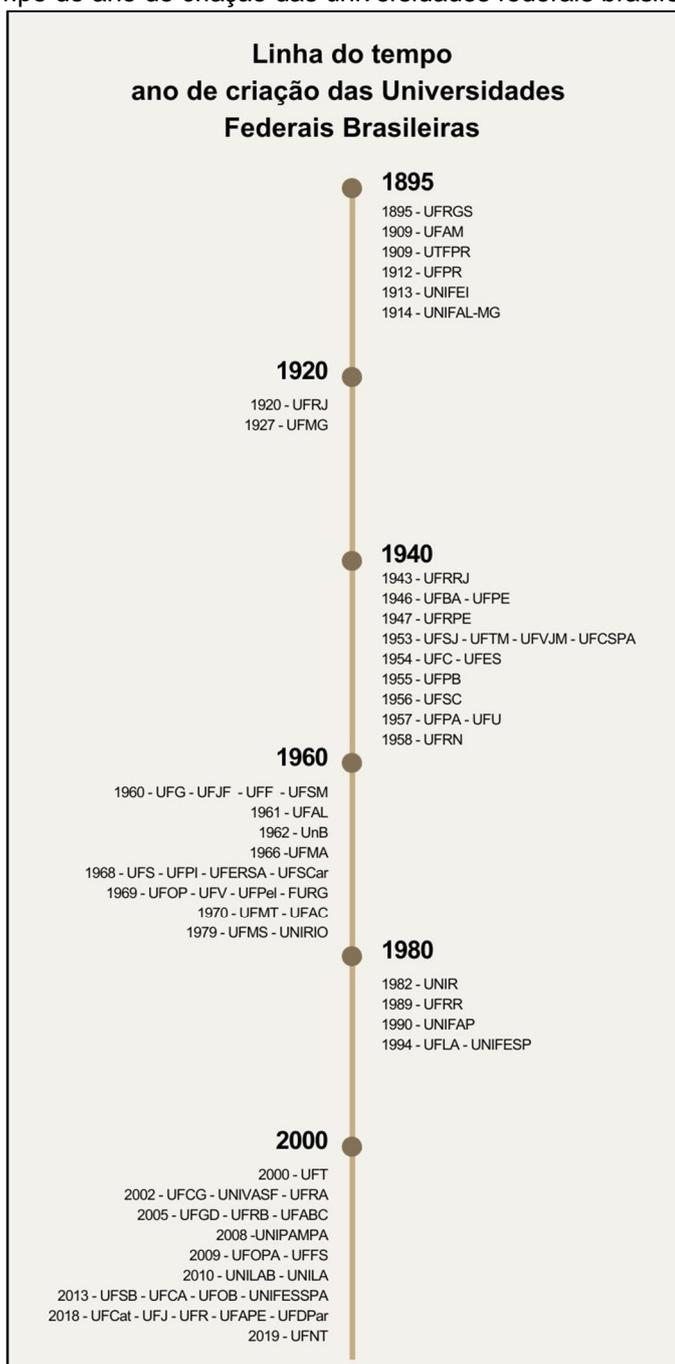
Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Conforme se observa na figura 2, das sessenta e nove universidades públicas federais, onze delas estão localizadas na região Norte do país, correspondendo a 16% do total de universidades. Vinte universidades estão localizadas na região Nordeste do país, correspondendo a 29% do total de universidades. Oito universidades estão localizadas na região Centro-Oeste, correspondendo a 11% do total de universidades. Dezenove universidades estão localizadas na região

Sudeste, correspondendo a 28% do total de universidades. E onze universidades estão localizadas na região Sul, correspondendo a 16% do total de universidades.

A figura 3 ilustra a linha do tempo com o ano de criação das universidades federais brasileiras. A primeira a ser criada, no ano de 1895, foi a Universidade Federal do Rio Grande do Sul e a mais nova é a Universidade Federal do Norte do Tocantins, fundada em 2019.

Figura 3 - Linha do tempo do ano de criação das universidades federais brasileiras



Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Conforme observado na linha do tempo da figura 3, existe uma variação significativa nos anos de criação das universidades federais brasileiras. Dessa forma, refletindo a expansão do sistema de ensino superior no Brasil ao longo do tempo, com novas instituições sendo criadas em resposta a diferentes necessidades e demandas da sociedade e da região. Um dos principais propósitos da criação dessas universidades é impulsionar o desenvolvimento regional (Pereira, 2020).

A relação entre a idade das instituições de ensino superior e sua eficiência tem sido explorada em diversos estudos com resultados variados em diferentes contextos. Martínez e Fernández (2020), ao analisarem universidades públicas espanholas, encontraram um impacto positivo e significativo da idade na eficiência, destacando a experiência e a maturidade como fatores contribuintes para um melhor desempenho ao longo do tempo. Resultados semelhantes foram observados em pesquisas sobre o ensino superior italiano, conduzidas por Barra, Lagravinese e Zotti (2017) e no ensino espanhol, realizados por Santos, Campillo e Fernández (2015), que corroboraram a tendência de que universidades mais antigas tendem a ser mais eficientes devido à tradição, reputação consolidada e custos operacionais mais baixos, além da experiência acumulada.

No entanto, estudos como o de Wolszczak-Derlacz (2017) apontam para resultados divergentes, dependendo da região. Enquanto na Europa a idade das instituições está associada a uma maior eficiência, nos Estados Unidos essa relação não é tão clara, universidades mais jovens frequentemente apresentam desempenho superior. Uma análise semelhante realizada no contexto brasileiro por Penha (2020) revelou que as universidades mais recentes no Brasil tendem a ter níveis de eficiência superiores em comparação com as instituições mais antigas, indicando uma dinâmica distinta em relação a outros países. As universidades mais jovens podem se beneficiar de sua flexibilidade e adaptabilidade às mudanças no ambiente, além de possuírem estruturas mais modernas para a gestão de recursos (Martínez e Fernández, 2020).

Considerando os estudos sobre a relação entre a eficiência das universidades e sua idade de fundação, diversas pesquisas apontam para conclusões divergentes. Enquanto os trabalhos de Wolszczak-Derlacz (2017), Martínez e Fernández (2020), Barra, Lagravinese e Zotti (2017), e Santos, Campillo e Fernández (2015) sugerem que universidades mais antigas tendem a serem mais eficientes na Europa e na Espanha, investigações realizadas nos Estados Unidos por Wolszczak-Derlacz

(2017) e no Brasil por Penha (2020) indicam que as universidades mais recentes podem ser mais eficientes.

Diante desse cenário, esta pesquisa propõe investigar a seguinte hipótese:

Hipótese 1: Existe diferença estatisticamente significativa no nível de eficiência relativa das universidades mais jovens quando comparadas às mais antigas.

A investigação da diferença estatisticamente significativa no nível de eficiência relativa entre universidades mais jovens e mais antigas revela uma perspectiva sobre a capacidade de adaptação e resiliência das instituições de ensino superior, principalmente em meio à pandemia da Covid-19. Esta relação entre eficiência relativa e contexto pandêmico destaca a importância de considerar não apenas as características intrínsecas das universidades, mas também os eventos externos que moldam seu desempenho e capacidade de atender às necessidades da sociedade.

Tanto as universidades mais antigas como as mais novas enfrentaram os desafios da recente crise mundial desencadeada pela pandemia do coronavírus, com fortes impactos para o sistema educacional. Nos últimos anos a sociedade tem enfrentado novas necessidades e novos desafios devido à pandemia causada pelo vírus SARS-Cov-2 (coronavírus), denominada Covid-19. A rápida disseminação da Covid-19 a partir de 2020 teve impactos significativos no campo social, na saúde e na economia, afetando profundamente o Brasil. Nesse contexto desafiador, o sistema federal de educação superior tem desempenhado um papel crucial na busca por soluções e na mitigação dos efeitos dessa crise em diversas áreas (Panizzon *et al.*, 2020).

A pandemia da Covid-19 teve um impacto significativo no sistema educacional brasileiro. Um dos efeitos foi a redução do orçamento público destinado à educação em 2021, que diminuiu em 8,61% em relação ao ano anterior (Gualandi Filho *et al.*, 2023). Essa redução de recursos teve consequências marcantes nas universidades federais do Brasil, com estudos indicando uma queda média de 0,95% na eficiência das instituições durante o período pandêmico. Segundo os autores, a transição para o ensino a distância foi uma das adaptações necessárias diante das restrições impostas pela pandemia, visando garantir a continuidade das atividades acadêmicas.

A partir do contexto pandêmico, na esfera pública, à medida que a economia foi impactada, houve uma diminuição das receitas e um direcionamento maior dos investimentos para a saúde e o bem-estar social. O ensino superior foi convocado a enfrentar os desafios emergentes da Covid-19, além de manter suas funções tradicionais de ensino, pesquisa e extensão. As universidades assumiram múltiplas frentes de trabalho no combate à pandemia, o que resultou em um aumento significativo nos custos operacionais (Schleicher, 2020).

Durante a pandemia da Covid-19, as Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) enfrentaram o desafio de ajustar rapidamente seus planos de ensino para oferecer aulas remotas por meio de plataformas digitais. Apesar das dificuldades associadas ao ensino remoto emergencial, as universidades federais foram obrigadas a encontrar soluções para manter a qualidade do ensino, garantir o ingresso e a conclusão dos estudantes em diversos cursos, e manter um foco constante no desempenho acadêmico e institucional, atendendo às expectativas da sociedade (Monteiro *et al.*, 2023). O estudo conduzido pelos autores analisou o desempenho das IFES antes e durante a pandemia da Covid-19, revelando um represamento dos alunos durante o período de ensino remoto emergencial, o que teve um impacto negativo na eficiência das instituições.

Considerando as evidências apresentadas por Panizzon *et al.* (2020) sobre o impacto da pandemia nos campos social, de saúde e econômico, é notável o papel crucial desempenhado pelo sistema federal de educação superior na busca por soluções e na mitigação dos efeitos da crise. Esses desafios foram agravados pela redução do orçamento público destinado à educação, conforme relatado por Gualandi Filho *et al.* (2023), resultando em uma queda de 0,95% na média de eficiência das instituições federais de ensino superior durante o período pandêmico.

Schleicher (2020) destaca ainda que as IFES assumiram frentes de trabalho no combate à pandemia, o que acarretou no aumento de seus custos operacionais. Em consonância, o estudo conduzido por Monteiro *et al.* (2023) evidenciou um represamento de alunos durante o período de ensino remoto emergencial, impactando diretamente na eficiência das instituições.

Diante desse cenário, a hipótese a ser investigada neste estudo é:

Hipótese 2: os níveis de eficiência relativa das universidades federais do Brasil decresceram durante o período da pandemia da Covid-19.

A autonomia das universidades, garantida pela legislação brasileira, confere-lhes a liberdade necessária para tomar decisões administrativas e acadêmicas que melhor atendam às suas necessidades e aos desafios enfrentados. No entanto, durante a pandemia, essa autonomia foi posta à prova, uma vez que as instituições tiveram que lidar com uma série de dificuldades, desde a transição para o ensino remoto, redução do orçamento até o aumento dos custos operacionais associados às medidas de segurança e adaptação às novas demandas.

Diante desse contexto, a análise das hipóteses propostas torna-se fundamental para compreender não apenas as variações nos níveis de eficiência relativa entre as universidades mais jovens e mais antigas, mas também os impactos da pandemia nesses níveis. A conexão entre a autonomia das universidades, as dificuldades enfrentadas, as hipóteses levantadas em conjunto com o objetivo do estudo de analisar o nível de eficiência relativa das universidades federais brasileiras no período de 2013 até 2022, permite uma visão mais abrangente e contextualizada dos desafios enfrentados pelo sistema de ensino superior no Brasil.

Ao integrar essas hipóteses aos objetivos do estudo, busca-se não apenas quantificar o nível de eficiência relativa das universidades ao longo do tempo, mas também compreender os fatores que podem influenciá-lo, incluindo a idade das instituições e eventos externos, como a pandemia. Isso contribuirá para orientar políticas e práticas futuras no setor educacional.

Em síntese, esta seção destaca o papel crucial dessas instituições como impulsionadoras do desenvolvimento regional, indo além da simples produção de conhecimento ao incorporar a análise crítica e a promoção do debate sobre questões sociais. A diversidade geográfica e cronológica das universidades federais evidencia a resposta dinâmica dessas instituições às necessidades e demandas específicas de cada região ao longo do tempo. O desafio de equilibrar a eficiência, conforme analisado em relação à idade das instituições, é a base da Hipótese 1, que busca investigar as diferenças estatisticamente significativas entre universidades mais jovens e antigas.

Além disso, a seção aborda os impactos da pandemia da Covid-19 nas universidades federais, destacando a redução orçamentária, o aumento do custo operacional e a retenção de alunos como elementos-chave. A Hipótese 2 busca verificar se houve uma diminuição nos níveis de eficiência durante esse período desafiador, oferecendo uma perspectiva sobre o impacto da pandemia no contexto

educacional superior no Brasil. Por fim, a próxima seção tratará sobre a Análise Envoltória de Dados, uma técnica utilizada para avaliar a eficiência relativa de unidades de decisão, nesse caso as universidades federais brasileiras.

2.4 Análise Envoltória de Dados (DEA)

A seguir, serão apresentados os conceitos essenciais relacionados à Análise Envoltória de Dados (DEA), assim como seus modelos fundamentais. Além disso, serão apresentados alguns estudos tanto na literatura nacional quanto internacional que empregaram essa técnica para abordar questões no campo da educação. A eficiência é um dos princípios fundamentais na administração pública, e a prática de avaliar políticas públicas por meio da análise de eficiência surge da combinação entre a crescente demanda da sociedade por resultados melhores e a inevitável limitação de recursos econômicos disponíveis (Condessa, 2022).

O conceito de eficiência na administração pública já foi abordado anteriormente, mas para uma compreensão mais aprofundada da análise de eficiência pela Análise Envoltória de Dados (DEA), é essencial diferenciar e definir alguns conceitos, como eficácia e produtividade, além dos diferentes tipos de eficiência: alocativa, eficiência produtiva (também conhecida como eficiência total), eficiência técnica e eficiência de escala. Assim como, a definição do que são as DMUs – *Decision Making Units* na organização.

É importante distinguir eficiência e eficácia, pois ambos são conceitos indispensáveis para se medir o desempenho organizacional. A eficiência considera a relação entre insumos e produtos (*inputs* e *outputs*). Ela busca transformar os insumos em produtos ao menor custo e com menor esforço possível, maximizando assim os resultados (Oliveira *et al.*, 2022). Portanto, a eficiência vai além do simples alcance dos objetivos propostos, envolve a utilização da racionalidade econômica para maximizar os resultados e minimizar os custos.

Por outro lado, a eficácia concentra-se exclusivamente no alcance de objetivos e metas, muitas vezes sem considerar a eficiência do processo. Uma organização pode ser altamente eficiente, realizando suas atividades de forma otimizada, sem necessariamente ser eficaz para alcançar seus objetivos. Da mesma forma, pode ser eficaz ao atingir seus objetivos, mesmo sem ser eficiente na utilização dos recursos ou nos meios empregados. Em resumo, a eficácia está relacionada ao cumprimento dos objetivos propostos como meta, sem levar em

consideração os recursos utilizados ou os meios empregados (Torres, 2014; Condessa, 2022; Oliveira *et al.*, 2022).

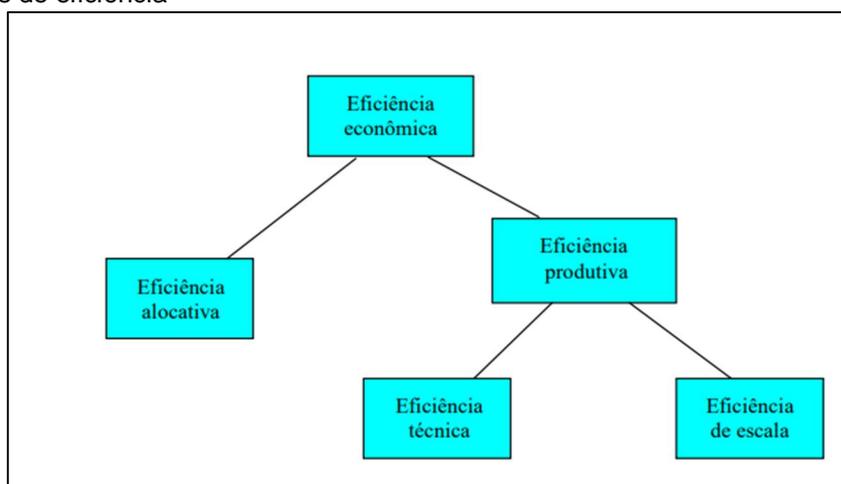
O conceito de produtividade, desenvolvido pelas organizações com o intuito de analisar e, conseqüentemente, melhorar seu desempenho, está relacionado com a forma como os insumos são empregados na produção. Ela é calculada pela divisão entre a produção (*output*) e os insumos (*input*), ou seja, entre a combinação linear de saídas pela combinação linear das entradas. Portanto, a produtividade tem como objetivo principal alcançar um maior rendimento de resultados com a mesma quantidade de recursos disponíveis (Planells, 2018; Condessa, 2022; Oliveira *et al.*, 2022).

Um exemplo citado por Da Costa *et al.* (2016) ajuda a esclarecer a distinção entre eficiência, eficácia e efetividade nas políticas públicas. Quando o Estado implementa uma política pública de formação para otimizar o uso dos recursos disponíveis, demonstra eficiência. Se essa política pública atingir as metas definidas, é considerada eficaz. Por fim, quando essa política pública não atinge apenas suas metas, mas também provoca um impacto positivo na sociedade, demonstra ser efetiva.

Outro conceito importante, conforme destacado por Condessa (2022) define as Unidades de Tomada de Decisão, do inglês *Decision-Making Units* (DMU), como unidades produtivas que tomam decisões e que utilizam um conjunto de entradas (*inputs*) para produzir um conjunto de saídas (*outputs*). Conforme Kassai (2002), uma DMU pode ser definida como toda organização ou unidades da organização que realiza a transformação de um conjunto de entradas (*inputs*) em um conjunto de saídas (*outputs*). O autor enfatiza a importância da comparabilidade entre as unidades, que devem operar nas mesmas condições, enquanto as diferenças residem na intensidade com que usam as mesmas entradas e saídas.

Dando continuidade à explicação dos termos, Mariano (2008) ilustra os tipos de eficiência (alocativa, produtiva ou total, técnica e de escala) conforme pode ser observado na figura 4.

Figura 4 - Tipos de eficiência



Fonte: Mariano (2008)

Para o autor e conforme se observa na figura 4, a eficiência econômica é o tipo mais amplo de eficiência de uma DMU e pode ser subdividida em dois componentes principais: eficiência produtiva e eficiência alocativa. A eficiência produtiva, por sua vez, também pode ser desdobrada em eficiência técnica e eficiência de escala. Dessa forma é possível definir três medidas de eficiência:

Eficiência técnica ou produtiva é um conceito relativo que compara a produção por unidade de insumo de uma determinada unidade produtiva com o seu máximo potencial de produção. Em outras palavras, a eficiência técnica mede o quanto a unidade está operando em relação à sua capacidade máxima. Essa medida é adimensional, ou seja, não possui uma unidade de medida específica (Ferreira e Gomes, 2020). Da mesma forma, para Carvalho *et al.* (2021) a eficiência técnica está relacionada à produção máxima a partir de um conjunto de insumos da organização. Planells (2018) define-a como a obtenção do potencial máximo de produção de quantidades determinadas de insumos, levando em consideração as relações de produção física.

Eficiência alocativa está associada à capacidade da instituição em combinar insumos visando diminuir os custos (Carvalho *et al.*, 2021). Corroborando com essa definição, Ferreira e Gomes (2020) destacam que a eficiência alocativa diz respeito à capacidade de uma unidade obter uma produção em um nível ótimo com o menor custo possível. Mariano (2008) destaca que a eficiência alocativa está relacionada à habilidade de alocar os recursos econômicos da melhor maneira possível. Já a

eficiência de escala está relacionada ao nível de produção mais adequado para a unidade, levando em consideração a tecnologia utilizada (Ferreira e Gomes, 2020).

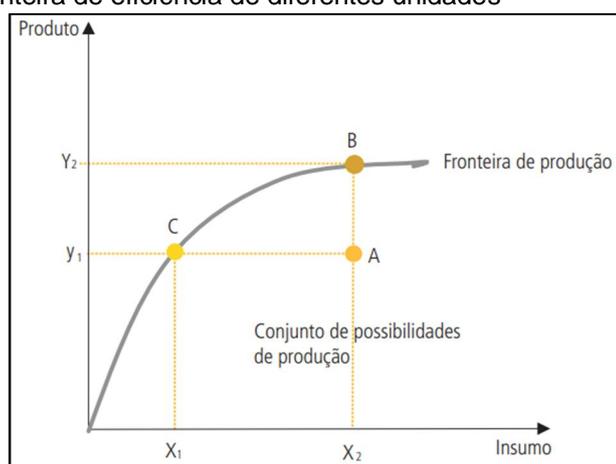
Mariano (2012) destaca a diferenciação da eficiência absoluta e da eficiência relativa. A eficiência absoluta baseia-se na comparação do desempenho de um sistema com um valor teórico ideal e a sua mensuração é a razão entre um indicador de desempenho do sistema e o maior valor possível para esse indicador. Por outro lado, a eficiência relativa baseia-se na comparação de desempenho de um sistema com o desempenho de outras unidades e a sua mensuração é a razão entre um indicador de desempenho do sistema e o maior valor já encontrado para esse indicador.

Da mesma forma, Silva (2019) ressalta que a eficiência relativa está relacionada com o grau de eficiência das DMUs em relação à fronteira de eficiência. Nesse cenário, os pesos calculados têm o propósito de designar os pesos ideais de cada DMU, considerando suas entradas e saídas, com o objetivo de atingir a maior eficiência possível. Essa técnica não se limita a variáveis monetárias, permitindo a incorporação de diversos critérios na determinação do índice de eficiência, o que possibilita avaliar o desempenho de instituições de ensino.

Esses conceitos de eficiência estão inseridos no arcabouço teórico que teve início com os trabalhos de Debreu (1951), Koopmans (1951) e Shepard (1953). Debreu e Farrell, com base nos fundamentos de eficiência propostos por Koopmans, apresentaram duas abordagens distintas para avaliar a eficiência técnica: a orientação de insumo e a orientação de produto. Na abordagem de insumo, o objetivo é reduzir a utilização de insumos enquanto se mantém a produção constante, enquanto na abordagem de produto, a meta é aumentar a produção sem modificar o uso dos insumos. Deduzem que uma unidade é produtiva, ou seja, que seu desempenho não pode ser melhorado, com um coeficiente de eficiência igual a 1 ou 100%. Uma eficiência menor ou maior que um, de acordo com a orientação para os *inputs* ou para os *outputs*, apontará o nível de ineficiência na fronteira de eficiência (Peña, 2008; Silva, 2022).

Para uma compreensão mais clara, a figura 5 ilustra que o nível de eficiência está relacionado à proximidade de uma unidade produtiva em relação à fronteira de eficiência. Em outras palavras, quanto mais próxima da fronteira uma unidade estiver, mais eficiente ela é (Brasil, 2018).

Figura 5: Produção e fronteira de eficiência de diferentes unidades



Fonte: Brasil (2018)

Considerando a figura 5, observando que quanto mais próximos à fronteira, mais eficientes são as instituições, a unidade A seria considerada mais ineficiente que as unidades B e C. Isso ocorre porque A está a uma distância positiva da fronteira, enquanto B e C estão sobre a fronteira (distância nula). Portanto, para a unidade A, seria possível reduzir o nível de insumo e produzir igual a C, ou aumentar o nível de produto e produzir igual a B. Essa análise permite identificar oportunidades de melhoria e otimização nas unidades produtivas (Brasil, 2018).

Existem várias técnicas disponíveis para a avaliação da eficiência das organizações produtivas. Entre essas técnicas, a Análise Envoltória de Dados, conhecida como *Data Envelopment Analysis* (DEA) em inglês, é destacada por Condessa (2022) como uma das mais proeminentes. O autor observa que o uso dessa técnica na análise de eficiência está crescendo em diversos setores econômicos, sendo aplicada em uma ampla gama de avaliações de políticas públicas com diferentes abordagens.

A técnica da Análise Envoltória de Dados teve sua origem a partir dos estudos sobre avaliações de programas públicos conduzidos por Charnes, Cooper e Rhodes (1978). Essa abordagem foi desenvolvida com base no trabalho de Farrell (1957), que utilizou conceitos de análise de atividades para medir a produtividade. O termo "envoltória" é empregado porque a técnica envolve dados e as melhores práticas, também referidas como o modelo de envelope. Portanto, a DEA surgiu como resposta à necessidade de criar um método que permitisse a comparação de diversas unidades produtivas semelhantes, que compartilham múltiplos insumos e

produtos, por meio da avaliação de sua eficiência relativa (Cooper *et al.*, 2004; Condessa, 2022).

Na visão de Lins *et al.* (2007), a Análise Envoltória de Dados (DEA) é uma metodologia não paramétrica para comparar eficiência das unidades tomadoras de decisão (DMUs) que devem ser homogêneas e terem os mesmos *inputs* e os mesmos *outputs*, sendo aplicável apenas à amostra demonstrada. Para os autores existem dois tipos de projeção, uma orientada para as entradas e outra para as saídas.

A modelagem pode ser orientada a *input* ou a *output*, dependendo se o objetivo está na redução de recursos ou no aumento da produção. Isso significa que as mudanças necessárias para que as unidades ineficientes (índice < 1) atinjam a fronteira podem ser direcionadas à redução de recursos (orientação *input*) ou ao aumento de produtos (orientação *output*) (Lins *et al.*, 2007).

O principal objetivo dessa técnica é comparar um conjunto de unidades de tomada de decisão (DMU), que desempenham tarefas semelhantes, mas diferem nas quantidades de recursos que utilizam (*inputs*) e nos resultados que produzem (*outputs*). A Análise Envoltória de Dados (DEA) se destaca como uma ferramenta para avaliar a eficiência, em comparação com abordagens convencionais. Isso ocorre porque a DEA oferece uma medida de eficiência relativa entre diferentes entidades independentes, levando em consideração explicitamente a combinação de insumos e produtos envolvidos (Pereira, 2020).

De acordo com Souza (2014), os resultados da DEA são influenciados por dois fatores: a orientação para entrada ou saída e o modelo. Pereira (2020) destaca os dois modelos: o CCR (que leva as iniciais dos autores Charnes, Cooper e Rhodes) proposto em 1978 para análises com retornos constantes de escala (CRS - *Constant Returns to Scale*); e posteriormente o modelo BCC, proposto por Banker, Charnes e Cooper, que incorpora os retornos variáveis de escala (VRS - *Variable Returns to Scale*).

É importante destacar que os métodos não paramétricos apresentam algumas vantagens importantes, uma vez que não possibilitam a inferência estatística, ou seja, sendo somente válido para a amostra analisada. Por exemplo, eles não excluem a formulação de suposições sobre as estruturas de produção de cada Unidade de Tomada de Decisão (DMU). Além disso, o método apresenta vantagens

quando se trata de trabalhar com diversos insumos e produtos que não podem ser modelados de forma linear em função de sua estrutura, como é o caso das universidades (Planells, 2018).

A DEA representa uma alternativa e complemento aos métodos de análise tradicionais. Ao contrário desses métodos, a DEA aprimora cada observação individual com o objetivo de estabelecer uma fronteira linear por partes que inclua o conjunto de unidades eficientes. Além disso, na DEA, os quocientes de eficiência são fundamentados em dados reais, e as unidades eficientes não são simplesmente desvios em relação ao desempenho médio, mas podem ser consideradas como padrões de referência (*benchmarks*) a serem treinados pelas demais unidades (Pereira, 2020).

Um aspecto significativo sobre a construção do modelo DEA é que ele viabiliza o cálculo da eficiência relativa sem necessitar estabelecer funções que relacionam as entradas com as saídas. Isso possibilita trabalhar com variáveis de qualquer complexidade e com as mais diversas unidades de medida (Ferreira e Gomes, 2020).

Algumas vantagens da utilização da DEA nas IFES são citadas por Martínez e Fernández (2020), entre elas permitir empregar múltiplos produtos e múltiplos insumos ao mesmo tempo, independentemente das diferentes unidades de medida. Além disso, não exige informações sobre custos de insumos ou produtos. A metodologia também permite a classificação entre as DMUs da amostra, pois a cada DMU é atribuída uma única pontuação de eficiência. Outro benefício, citado pelos autores, é a capacidade de fornecer informações sobre as áreas de melhoria para cada DMU, sem a necessidade de uma forma funcional pré-definida da função de produção.

As principais limitações desse método, de acordo com Leite (2020), derivam de sua natureza não paramétrica, o que impede a avaliação direta da qualidade do modelo e do impacto relativo da inclusão ou exclusão de variáveis e/ou unidades de decisão (DMUs). Além disso, os modelos DEA são sensíveis à seleção dos insumos e produtos utilizados na modelagem. Qualquer erro de especificação, como a omissão de variáveis, é tratado como ineficiência no contexto do modelo DEA.

Assim como a DEA, existem outras técnicas para avaliar a eficiência, como por exemplo, a Análise da Fronteira Estocástica (*Stochastic Frontier Analysis – SFA*). São metodologias distintas para construir fronteiras de eficiência. A SFA é um

método paramétrico, econométrico e estocástico, que realiza suposições na distribuição do termo da ineficiência. O método inclui um termo composto do erro e exige a especificação de uma função, ou seja, possibilitando a realização de inferências nas variáveis introduzidas, tendo como objetivo estimar uma função para a fronteira eficiente. Enquanto que o DEA é uma técnica não paramétrica, determinística com programação linear. Ela não realiza suposições na distribuição do termo da ineficiência, não inclui o erro como termo, não exige a especificação de uma função. É uma técnica que avalia o posicionamento competitivo de organizações, criando um ranking entre as instituições, buscando identificar entre elas, quais são eficientes e quais se mostram ineficientes (Xavier, 2023).

A principal vantagem do SFA em comparação com o DEA é a capacidade de realizar testes estatísticos para avaliar tanto a especificação do modelo quanto suas conclusões sobre a eficiência das DMUs. Isso permite uma avaliação mais criteriosa e direta da significância dos insumos e produtos considerados no processo de modelagem, bem como de seus impactos. No entanto, uma desvantagem do SFA é a necessidade de fazer suposições sobre a distribuição das variáveis, o que naturalmente torna o modelo mais complexo de implementar (Leite, 2020).

Em conclusão, a Análise Envoltória de Dados (DEA) surge como uma técnica fundamental para avaliar a eficiência de organizações produtivas. A DEA permite identificar oportunidades de melhoria, otimização e melhores práticas ao comparar o desempenho de diferentes entidades em relação a uma fronteira de eficiência. Essa abordagem fornece uma base para a tomada de decisões em busca de maior eficiência relativa das universidades e, conseqüentemente, para o aprimoramento das organizações e das políticas públicas. Na próxima seção, serão apresentadas as principais características dos modelos básicos dessa técnica.

2.4.1 Os modelos de Análise Envoltória de Dados

Conforme já mencionado, o DEA apresenta alguns modelos, os principais modelos são o CCR e o BCC. De acordo com Mariano *et al.* (2006), os modelos CCR e BCC, de modelagem do DEA, têm sua importância para uma determinada aplicação ou um tipo de análise específica. Para os autores, no modelo CCR os *inputs* e os *outputs* são proporcionais entre si e a eficiência relativa de uma DMU é o resultado da divisão entre a sua produtividade e a maior produtividade dentre todas as DMUs. Enquanto que, o modelo BCC incorpora os conceitos de economia

comparando apenas DMUs que operam em escala semelhante, sendo obtida pela divisão da produtividade pela maior produtividade dentre as DMUs que apresentam o mesmo tipo de retorno à escala.

Ainda segundo os autores, o modelo CCR calcula a eficiência total, comparando uma DMU com todas as suas concorrentes e o modelo BCC calcula a eficiência técnica, comparando uma DMU apenas com aquelas que operam em uma escala semelhante a sua. Conforme ilustrado no quadro 1, que apresenta o resumo dos modelos CCR e BCC.

Quadro 1 - Resumo dos modelos CCR e BCC

Objetivo	Técnica	Modelos	Hipóteses	Tipo de Eficiência	Forma da fronteira
Avaliação da Eficiência	Análise por envoltória de Dados (DEA)	CCR	Retornos Constantes à Escala	Eficiência Total	Reta de 45°
		BCC	Retornos Variáveis à Escala	Eficiência Técnica	Linear por partes

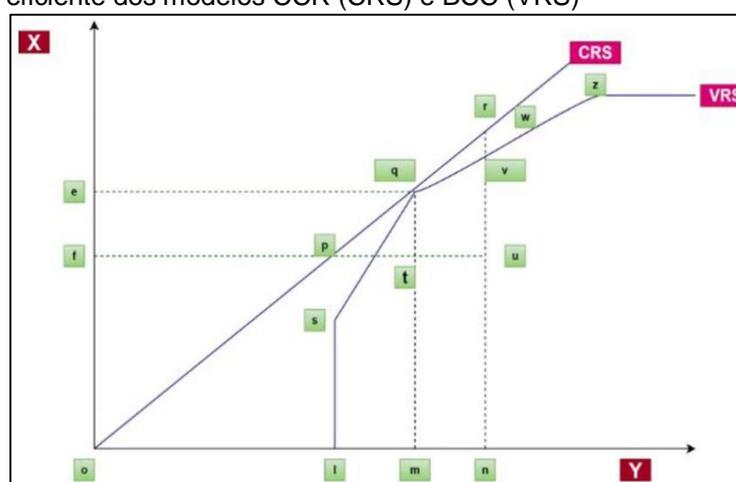
Fonte: Mariano *et al.* (2006)

Na perspectiva de Mariano *et al.* (2006), os modelos de análise de eficiência, CCR e BCC, destacados no quadro 1, são amplamente utilizados com o objetivo de avaliação de eficiência de unidades produtivas em diferentes áreas, como economia, gestão, e pesquisa operacional. A técnica utilizada para realizar essa avaliação é a Análise por Envoltória de Dados (DEA), uma abordagem não paramétrica que compara as entradas e saídas de unidades produtivas para identificar aquelas que estão operando de forma eficiente.

O quadro 1 revela que o modelo CCR assume como hipótese que a escala de produção é constante, isso quer dizer que os *outputs* variam proporcionalmente aos *inputs* em todas as regiões da fronteira, o que significa que a quantidade de recursos utilizados pode ser aumentada ou diminuída proporcionalmente sem afetar a eficiência. Em contrapartida, o modelo BCC permite variações na escala de produção, indicando que a eficiência pode variar com a quantidade de recursos utilizados, não necessariamente de forma proporcional (Mariano *et al.*, 2006; Mariano, 2012).

Ainda, no contexto do quadro 1, no modelo CCR, a eficiência avaliada é a eficiência total, levando em consideração tanto a eficiência técnica quanto a de escala. Já no modelo BCC, a eficiência analisada é a eficiência técnica, focando apenas na eficiência técnica e desconsiderando a eficiência de escala. Analisando a forma da fronteira eficiente, no modelo CCR, ela é representada por uma reta de 45 graus no gráfico, enquanto no modelo BCC, é linear por partes (Mariano *et al.*, 2006). A forma da fronteira, conforme Panwar *et al.* (2022) pode ser demonstrada a partir da figura 6.

Figura 6 - Fronteira eficiente dos modelos CCR (CRS) e BCC (VRS)



Fonte: Panwar *et al.* (2022)

De acordo com a figura 6, no modelo CCR (CRS) assume-se que as unidades produtivas estão operando em uma escala de produção constante, já o modelo BCC (VRS) permite que as unidades operem em diferentes escalas de produção, dessa forma, é possível obter ganhos de escala e ajustar os insumos e produtos de maneira não linear. A fronteira eficiente do modelo BCC é uma curva e pode envolver mais unidades produtivas do que a fronteira eficiente do modelo CCR (Panwar *et al.*, 2022).

Ademais, Pereira (2020) destaca que o modelo CCR avalia a eficiência total, identifica as DMU's (*Decision Making Unit*) eficientes e não eficientes e determina a que distância da fronteira linear de eficiência estão as unidades não eficientes. Por sua vez, o modelo BCC avalia a eficiência pura e permite que se projete cada DMU ineficiente sobre a superfície de fronteira (envoltória) determinada pelas DMU's eficientes com tamanho compatível, além de não possuir um formato linear e sim um formato de convexidade da fronteira.

A modelagem referente à DEA pode ser no modelo dos multiplicadores ou no modelo do envelope. A forma dos multiplicadores permite que, além da eficiência, se obtenham os pesos de cada *input* e de cada *output*. Por outro lado, a forma do envelope permite que se obtenham as metas a serem atingidas e as unidades que servem de *benchmarks* para as unidades ineficientes (Mariano, 2012).

O modelo CCR pressupõe que qualquer variação nos *inputs* provoca mudança proporcional nos *outputs* e vice-versa. Nos modelos DEA, cada DMU k , $k = 1, \dots, n$ é uma unidade tomadora de decisão que utiliza r *inputs* x_{ik} , $i = 1, \dots, r$, para produzir s *outputs* y_{jk} , $j=1, \dots, s$. O modelo CCR orientado para *inputs* na modelagem fracionária, conforme a Equação (1) em que maximiza o quociente obtido pela combinação dos *outputs* dividido pela combinação dos *inputs*, com a restrição de que o quociente para todas as outras DMUs não pode ser maior do que 1. Para uma dada DMU o , Eff_0 é a eficiência; x_{i0} e y_{j0} são os *inputs* e *outputs* e v_i e u_j são os pesos dos *inputs* e *outputs* a serem calculados pelo modelo (Jesus *et al.*, 2014).

$$Max\ Eff_0 = \left(\frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{j0}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{i0}} \right) \quad (1)$$

Sujeito a

$$\frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{j0}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{i0}} \leq 1, k = 1, \dots, n$$

$$v_i, u_j \geq 0, \forall i, j$$

Onde:

Eff_0 – representa a eficiência da DMU 0 em avaliação;

u_j – representa o peso do *output* j da DMU 0, $j = 1, \dots, s$;

v_i – representa o peso do *input* i da DMU 0, $i = 1, \dots, r$;

y_{jk} – representa o *output* j da DMU k , $k = 1, \dots, n$ e $j = 1, \dots, s$;

x_{ik} – representa o *input* i da DMU k , $k = 1, \dots, n$ e $i = 1, \dots, r$;

y_{j0} – representa o *output* j da DMU 0, $j = 1, \dots, s$;

x_{i0} – representa o *input* i da DMU 0, $i = 1, \dots, r$;

A modelagem primal (multiplicadores) com orientação a *input* do modelo CCR, conforme Mota (2016), pode ser observada na formulação (2), forçando o denominador a ser igual a uma constante, normalmente igual a 1.

$$Max\ Eff_0 = \sum_{j=1}^s u_j y_{j0}$$

(2)

Sujeito a

$$\sum_{i=1}^r v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} \leq 0, \forall k$$

$$v_i, u_j \geq 0, \forall i, j$$

Onde:

Eff_0 – representa a eficiência da DMU 0 em avaliação;

u_j – representa o peso do *output* j da DMU 0, $j = 1, \dots, s$;

v_i – representa o peso do *input* i da DMU 0, $i = 1, \dots, r$;

y_{jk} – representa o *output* j da DMU k, $k = 1, \dots, n$ e $j = 1, \dots, s$;

x_{ik} – representa o *input* i da DMU k, $k = 1, \dots, n$ e $i = 1, \dots, r$;

y_{j0} – representa o *output* j da DMU 0, $j = 1, \dots, s$;

x_{i0} – representa o *input* i da DMU 0, $i = 1, \dots, r$;

A modelagem primal (multiplicadores) com orientação a *output* do modelo CCR, de acordo com Bernardo e Rodrigues (2015), pode ser observada na equação (3)

$$\text{Min } Eff_0 = \sum_{i=1}^r v_i x_{i0}$$

(3)

Sujeito a

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{j0} = 1$$

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} \leq 0, \forall k$$

$$v_i, u_j \geq 0, \forall i, j$$

Onde:

Eff_0 – representa a eficiência da DMU 0 em avaliação;

u_j – representa o peso do *output* j da DMU 0, $j = 1, \dots, s$;

v_i – representa o peso do *input* i da DMU 0, $i = 1, \dots, r$;

y_{jk} – representa o *output* j da DMU k , $k = 1, \dots, n$ e $j = 1, \dots, s$;

x_{ik} – representa o *input* i da DMU k , $k = 1, \dots, n$ e $i = 1, \dots, r$;

y_{j0} – representa o *output* j da DMU 0, $j = 1, \dots, s$;

x_{i0} – representa o *input* i da DMU 0, $i = 1, \dots, r$;

Conforme Bernardo e Rodrigues (2015), a modelagem dual (envelope) com orientação a *output* do modelo CCR pode ser observada na formulação (4)

$$\text{Min } h_0 =$$

(4)

Sujeito a

$$h_0 x_{i0} \geq \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k, i = 1, \dots, r$$

$$y_{j0} \leq \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k, j = 1, \dots, s$$

$$\lambda_k \geq 0, k = 1, \dots, n$$

Onde:

h_0 – representa o fator de redução dos *inputs* da DMU 0 em avaliação;

x_{i0} – representa o *input* i da DMU 0, $i = 1, \dots, r$;

x_{ik} – representa o *input* i da DMU k , $k = 1, \dots, n$ e $i = 1, \dots, r$;

y_{jk} – representa o *output* j da DMU k , $k = 1, \dots, n$ e $j = 1, \dots, s$;

y_{j0} – representa o *output* j da DMU 0, $j = 1, \dots, s$;

λ_k – representa o fator de contribuição da DMU k para formação da eficiência

Conforme Pereira (2020) o modelo BCC avalia a eficiência pura e permite que se projete cada DMU ineficiente sobre a superfície de fronteira (envoltória) determinada pelas DMU's eficientes com tamanho compatível. Ainda de acordo com o autor, para utilizar o modelo BCC é necessário que se tenha uma grande diferença na amplitude das entradas e saídas.

A modelagem primal com orientação a *input* do modelo BCC pode ser observada na formulação (5) que de acordo com Maciel (2015) o modelo linearizado maximiza a eficiência acrescentando o fator de escala u^* na soma ponderada dos *outputs*.

$$\text{Max } Eff_0 = \sum_{j=1}^s u_j y_{j0} + u_*$$

(5)

Sujeito a

$$\sum_{i=1}^r v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + u_* \leq 0, k = 1, \dots, n$$

$$v_i, u_j \geq 0, u_* \in \mathfrak{R}$$

Onde:

Eff_0 – representa a eficiência da DMU 0 em avaliação;

u_j – representa o peso do *output* j da DMU 0, $j = 1, \dots, s$;

v_i – representa o peso do *input* i da DMU 0, $i = 1, \dots, r$;

y_{jk} – representa o *output* j da DMU k , $k = 1, \dots, n$ e $j = 1, \dots, s$;

x_{ik} – representa o *input* i da DMU k , $k = 1, \dots, n$ e $i = 1, \dots, r$;

y_{j0} – representa o *output* j da DMU 0, $j = 1, \dots, s$;

x_{i0} – representa o *input* i da DMU 0, $i = 1, \dots, r$;

u_* - representa o fator de escala;

Para Maciel (2015), a modelagem dual (envelope) com orientação a *input* do modelo BCC pode ser observada na formulação (6).

$$\text{Min } h_0$$

(6)

Sujeito a

$$h_0 x_{i0} \geq \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k, \forall_i$$

$$y_{j0} \leq \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k, \forall_j$$

$$\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$$

$$\lambda_k = 0, \forall_k$$

Onde:

h_0 – representa o fator de redução dos *inputs* da DMU 0 em avaliação;

x_{i0} – representa o *input* i da DMU 0, $i = 1, \dots, r$;

x_{ik} – representa o *input* i da DMU k , $k = 1, \dots, n$ e $i = 1, \dots, r$;

y_{jk} – representa o *output* j da DMU k , $k = 1, \dots, n$ e $j = 1, \dots, s$;

y_{j0} – representa o *output* j da DMU 0, $j = 1, \dots, s$;

λ_k – representa o fator de contribuição da DMU k para formação da eficiência

Conforme Bernardo e Rodrigues (2015), a modelagem primal com orientação a *output* do modelo BCC pode ser observada na formulação (7).

$$\text{Min } Eff_0 = \sum_{i=1}^r v_i x_{i0} + v_*$$

(7)

Sujeito a

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{j0} = 1$$

$$-\sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - v_* \leq 0, k = \forall_k$$

$$v_i, u_j \geq 0, u_* \in \Re$$

Onde:

Eff_0 – representa a eficiência da DMU 0 em avaliação;

u_j – representa o peso do *output* j da DMU 0, $j = 1, \dots, s$;

v_i – representa o peso do *input* i da DMU 0, $i = 1, \dots, r$;

y_{jk} – representa o *output* j da DMU k , $k = 1, \dots, n$ e $j = 1, \dots, s$;

x_{ik} – representa o *input* i da DMU k , $k = 1, \dots, n$ e $i = 1, \dots, r$;

y_{j0} – representa o *output* j da DMU 0, $j = 1, \dots, s$;

x_{i0} – representa o *input* i da DMU 0, $i = 1, \dots, r$;
 v_* - representa o fator de escala;

A modelagem dual (envelope) com orientação a *output* do modelo BCC, conforme Bernardo e Rodrigues (2015), pode ser observada na formulação (8).

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } h_0 \\
 & \text{Sujeito a} \\
 & x_{i0} \geq \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k, \forall i \\
 & h_0 y_{j0} \leq \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k, \forall j \\
 & \sum_{k=1}^n \lambda_k = 1 \\
 & \lambda_k \geq 0, \forall k
 \end{aligned} \tag{8}$$

Onde:

h_0 – representa o fator de redução dos *outputs* da DMU 0 em avaliação;

x_{i0} – representa o *input* i da DMU 0, $i = 1, \dots, r$;

x_{ik} – representa o *input* i da DMU k , $k = 1, \dots, n$ e $i = 1, \dots, r$;

y_{jk} – representa o *output* j da DMU k , $k = 1, \dots, n$ e $j = 1, \dots, s$;

y_{j0} – representa o *output* j da DMU 0, $j = 1, \dots, s$;

λ_k – representa o fator de contribuição da DMU k para formação da eficiência

Complementando, o modelo de fronteira padrão permite que cada DMU escolha os pesos para cada variável de maneira a melhorar seu resultado. Entretanto, esse modelo apresenta uma limitação, pois a DMU tende a selecionar pesos que favoreçam sua eficiência, resultando em uma redução do poder de

discriminação ao identificar muitas DMUs como eficientes. Para lidar com esse problema, se tem o modelo de fronteira invertida (Pereira, 2020).

A metodologia da fronteira invertida visa resolver a questão dessa falsa eficiência ao identificar e eliminar unidades que, inicialmente classificadas como eficientes pelos métodos convencionais de Análise Envoltória de Dados (DEA). Nessa metodologia, o cálculo é feito pela inversão entre *inputs* e *outputs* para cada unidade, ou seja, é uma avaliação mais desfavorável de cada unidade. Além disso, esse método viabiliza a classificação ordenada das DMUs avaliadas de acordo com o valor da medida da eficiência composta normalizada (Rodrigues *et al.*, 2022).

A fronteira composta é derivada pela média aritmética entre a eficiência padrão e a ineficiência (calculada como 1 menos a eficiência) associada à fronteira invertida. Além disso, há a opção de normalizar esses escores, onde todas as pontuações de eficiência são divididas pelo escore mais alto encontrado. Essa normalização permite a apresentação dos índices de eficiência composta em uma escala de 0 a 1. Essa abordagem de fronteira é amplamente empregada para gerar rankings e comparar diferentes períodos, possibilitando a categorização das unidades em termos de alta, média e baixa eficiência (Pereira, 2020).

Em conclusão, a análise de eficiência por meio dos modelos BCC e CCR oferece uma abordagem para avaliar o desempenho de unidades produtivas em diferentes contextos. A escolha entre esses modelos dependerá da natureza específica do problema e das características das unidades em avaliação.

2.4.2 Aplicações da Análise Envoltória de Dados no Setor da Educação

No cenário dinâmico do setor educacional, a Análise Envoltória de Dados (DEA) surge como uma importante ferramenta, oferecendo uma abordagem sistemática para avaliar a eficiência e produtividade das instituições de ensino. A DEA proporciona uma visão das práticas educacionais, permitindo identificar estratégias eficientes para aprimorar o desempenho. Recentemente, diversas pesquisas têm aplicado a DEA para avaliar a eficiência de instituições de ensino superior no Brasil, destacando a utilidade dessa técnica na avaliação de políticas públicas relacionadas ao ensino superior (Condessa, 2022).

Casado (2009) relata que os primeiros estudos no Brasil utilizando a DEA foram feitos pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Para o autor, a técnica considerada não-paramétrica utiliza programação matemática na formulação

de fronteiras de produção de unidades produtivas – DMUs, estabelecendo metas eficientes para essas unidades. Relata ainda, que a DEA é uma alternativa no estudo da eficiência das instituições superiores, pois foi desenvolvida com o objetivo de avaliar a eficiência de instituições sem fins lucrativos.

Conforme menciona Peña (2008), o método DEA tem sido utilizado com sucesso no estudo da eficiência da administração pública e organizações sem fins lucrativos, inclusive nas instituições de ensino, que é o caso desta pesquisa. Deve ser considerado, adicionalmente, que não há uniformidade entre as metodologias adotadas nos trabalhos encontrados, o que indica que existem inúmeras abordagens possíveis de serem utilizadas (Condessa, 2022).

2.4.3 Variáveis de entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) na educação superior

Na análise de eficiência na educação superior, é essencial considerar as variáveis de entrada e saída que influenciam o desempenho e a qualidade das instituições de ensino. A eficiência na educação superior é medida pela capacidade das instituições de converter os recursos disponíveis em resultados desejados de forma otimizada, maximizando o aproveitamento dos recursos e minimizando os desperdícios.

Na administração pública, Alcantara (2009) destaca que é difícil mensurar a eficiência, pois muitas atividades públicas não têm como ser avaliadas de forma direta e objetiva uma vez que deve ser avaliado um conjunto de critérios. Ayaviri Nina e Zamora (2016) salientam que as universidades são organizações nas quais é interessante pensar quais insumos utiliza e em quais saídas transforma em seu processo produtivo.

Embora a DEA seja amplamente utilizada para avaliar a eficiência, sua aplicação no setor educacional enfrenta várias limitações. Primeiramente, a escolha de variáveis de entrada e saída pode influenciar significativamente os resultados, e muitas vezes, essas escolhas são subjetivas. Como ressaltado por Matias *et al.* (2018), a educação envolve a produção de diversos *outputs*, o que dificulta a mensuração precisa de eficiência. Ainda conforme o autor, essa mensuração têm crescido com a utilização da Análise Envoltória de Dados (DEA), que é uma técnica não paramétrica que define uma fronteira de eficiência a partir de múltiplos *inputs* e *outputs* para cada uma de suas unidades tomadoras de decisão (*Decision Making Unit – DMU*).

Outro ponto crítico é a escassez de dados de qualidade, especialmente no Brasil, dificultando dessa forma, a escolha dos insumos e produtos do processo produtivo, como apontado por Dalla Vecchia (2014). Neste contexto, o autor destaca que são inúmeros os insumos e produtos educacionais existentes a serem trabalhados em distintas pesquisas e o setor educacional possui uma série de características que o distinguem dos demais setores de produção. Essa limitação é um obstáculo significativo para a aplicação da DEA no contexto brasileiro, onde a diversidade e as diferenças regionais entre universidades tornam as comparações ainda mais desafiadoras.

Para uma visão detalhada o Apêndice B – literatura nacional e o Apêndice C – literatura internacional apresentam informações e fornecem uma visão de vários estudos que empregaram a análise de eficiência DEA para avaliar o desempenho de instituições de ensino superior em diversos países, com um foco especial nas universidades e faculdades no Brasil, Espanha, Portugal, Chile, México e outros. Cada estudo adaptou a DEA às suas respectivas circunstâncias, considerando diferentes variáveis de *input* e *output* e utilizando modelos específicos.

No contexto brasileiro, diversos estudos se destacam. Costa *et al.* (2012) analisaram 49 universidades federais, concentrando-se em métricas de *inputs* como o custo corrente por aluno equivalente, aluno tempo integral por docente equivalente, aluno tempo integral por funcionários equivalentes e o índice de qualificação do corpo docente. Os *outputs* incluíram a taxa de sucesso na graduação - TSG e o conceito CAPES/MEC para a pós-graduação.

Estevam (2018) expandiu essa análise para 59 universidades federais, considerando como variáveis de entrada custo corrente por aluno sem hospital universitário, aluno em tempo integral por professor equivalente e o índice de qualificação do corpo docente. Como variáveis de saída, utilizou o conceito CAPES/MEC, a taxa de sucesso na graduação e nota geral no ranking da Folha de São Paulo (Nota-RUF).

Nuintin *et al.* (2014) estudaram 52 universidades federais, analisando como variantes de entrada utilizaram o total do custo corrente por universidade e, como variantes de saída, o total de aluno equivalente na graduação, o total de aluno na pós-graduação, o total de pessoas beneficiadas, o total de alunos assistidos, a taxa de sucesso na graduação, o índice geral de cursos, o ranking internacional QS e o ranking nacional RUF.

Dalla Vecchia (2014) concentrou-se em 31 instituições do ensino superior da região nordeste do país. Como entradas, foram utilizadas a razão alunos matriculados na graduação por docentes totais em exercício, índice de qualificação do corpo docente e a razão despesas gerais por alunos matriculados totais. Como saídas, utilizou o número total de concluintes na graduação e o índice geral de cursos.

Santos *et al.* (2017) analisaram 42 universidades federais, como variáveis utilizaram o custo corrente por aluno equivalente, o número de alunos em tempo integral por professor equivalente, o número de alunos em tempo integral pelo número de funcionários equivalente, o número de funcionário equivalente pelo número de professor equivalente, o conceito CAPES, o índice de qualificação do corpo docente, a taxa de sucesso na graduação, o grau de participação estudantil e o grau de envolvimento com a pós-graduação.

Por sua vez, Silva (2018) avaliou 35 universidades federais, utilizando como *inputs* os gastos totais *per capita* por aluno, os gastos com custeio *per capita* por aluno e os gastos com docentes *per capita* por aluno. Como variáveis de *outputs* o autor considerou a nota obtida pela Universidade no Ranking Folha – RUF.

Majada (2019) examinou 40 institutos federais, considerou como variáveis de *inputs* o total de outros gastos correntes, o total de gastos com investimento, o número de alunos ingressantes e o número de servidores. Elegeu como variáveis de *outputs* o número de alunos concluintes e o número de alunos retidos.

Hammes Júnior *et al.* (2020), analisaram 59 universidades federais brasileiras. Como variáveis de entrada, utilizaram os gastos públicos com educação e o número de professores. As variáveis de saída utilizadas foram à taxa de serviço em ensino superior e à taxa de graduados universitários.

Pereira (2020) analisou 53 instituições federais de ensino superior e utilizou como variáveis de entrada o custo corrente por aluno equivalente, a relação de alunos em tempo integral por professor equivalente, a relação de alunos em tempo integral por funcionário equivalente sem hospital universitário e o índice de qualificação do corpo docente. Como saída o conceito CAPES para a pós-graduação e a taxa de sucesso na graduação.

Santos *et al.* (2022) investigaram 56 universidades federais, elegeram como variáveis de entrada o custo corrente sem hospital universitário, o número de docentes equivalentes, o número de empregados equivalentes e o índice de

qualificação docente. Para as variáveis de saída, elegeram o índice geral de cursos e o ranking universitário da Folha – RUF.

Gualandi Filho *et al.* (2023), expandiram a análise para 68 universidades públicas. Como métricas de *inputs*, o custo corrente sem hospital universitário dividido pelo número de aluno equivalente, o número de alunos em tempo integral dividido pelo número de professores equivalentes. Ainda como entradas, o número de alunos em tempo integral dividido pelo número de funcionários equivalentes sem hospital universitário, funcionários equivalente sem hospital universitário dividido pelo número de professores equivalentes, o grau de participação estudantil, o grau de envolvimento discente com pós-graduação e o índice de qualificação do corpo docente. Para os *outputs* utilizaram o conceito CAPES/MEC para pós-graduação e a taxa de sucesso na graduação.

Além do Brasil, o Apêndice C destaca os estudos internacionais, como o de Sancho (2003) na Espanha, que analisou 35 universidades públicas. Utilizou como variáveis de entrada o número de alunos, o número de docentes e as despesas variáveis de pessoal. Como variáveis de saída utilizou o número de graduados, o número de teses lidas e de bolsas de pesquisa.

Cunha e Rocha (2012) exploraram instituições de ensino superior públicas em Portugal, incluindo 14 universidades públicas, 20 politécnicos públicos e 14 faculdades que compõem a Universidade do Porto. Como *inputs* utilizaram o financiamento total por aluno, o gasto total por aluno, a equipe acadêmica por aluno. Como *outputs*, o total de alunos de pós-graduação, o total de doutorados concedidos e o número total de cursos.

Selva, Medina e Marzal (2014) analisaram 44 universidades públicas espanholas, elegeram como entradas o número de alunos matriculados na graduação e na pós-graduação, os gastos correntes como material de escritório, suprimentos, transporte, publicações e outros e o número de professores. E como as saídas utilizaram o número de formados, o número de pesquisas e o número de teses lidas.

Munoz (2016) se concentrou em 39 universidades públicas e nas universidades privadas do Chile. Como *inputs* foram listados o número de docentes, matrículas de graduação, matrícula de pós-graduação, mensalidade ponderada, número total de professores com PhD, número total de professores em tempo integral, taxa de professores com doutorado, taxa de professores em tempo integral,

pontuação ponderada do teste de admissão universal, pontuação ponderada de admissão no ensino médio. Como *outputs*, o número de pesquisas publicadas e o total de recurso recebido através de subsídios.

Alcaraz-Ochoa e Bernal-Domínguez (2017) examinaram 8 universidades públicas estaduais do México. Selecionaram como *inputs* o financiamento federal ordinário e extraordinário e como *outputs* o ingresso de novos alunos, o número de egressos, o número de programas educacionais e o número de docentes.

King-Domínguez *et al.* (2020) focaram em 16 universidades no Chile, utilizaram como *inputs* o número de servidores administrativos, o recurso investido por aluno, o número de docentes, a infraestrutura e os cursos de graduação. Nos *outputs*, o número de estudantes que permaneceram no 2º ano em relação ao número de estudantes que entrou e o número de formandos.

Martínez e Fernández (2020) analisaram 47 universidades espanholas, selecionaram como variáveis de *inputs* o número de alunos matriculados, o número de docentes e as receitas totais. Como variáveis de *outputs* o número de egressos e número de publicações científicas.

Ainda na Espanha, Salas-Velasco (2020) analisaram 45 universidades públicas. Como *inputs* citou a quantidade total de créditos matriculados pelos alunos em todos os tipos de cursos universitários, percentual de créditos matriculados em cursos técnicos em relação ao total de créditos matriculados, número total de docentes equivalentes em tempo integral nas universidades públicas, número de pessoal administrativo e de serviços nas universidades públicas. Para os *outputs* utilizou a quantidade total de créditos obtidos pelos alunos em todos os tipos de cursos universitários, o montante de recursos financeiros para pesquisa, percentual de créditos matriculados em cursos de ciências da saúde em relação ao total de créditos matriculados.

Navas *et al.* (2020) investigaram 157 instituições de ensino superior da Colômbia, tanto públicas quanto privadas. Elegeram como entrada os resultados do teste Sabre, o número de professores com Ph.D, o número de professores com mestrado e o número de alunos de graduação. Para saída, elegeram a taxa de sucesso na graduação, resultados do teste Sabre Pro, a taxa de empregabilidade de graduados, salário de matrícula e o número de artigos.

Chen e Chang (2021) estudaram 33 departamentos da Universidade Nacional Chung Cheng, em Taiwan. Selecionaram como variáveis de *inputs* as despesas de

pessoal e de espaço (metro quadrado) e utilizaram como variáveis de *outputs* o ensino (horas de crédito) e publicações com subsídios externos.

Ghimire, Amin e Wardley (2021) verificaram 18 universidades de Ontário no Canadá. Como entradas foram utilizadas as variáveis de despesas e o número de docentes e de saídas, o número de bolsas, o nível de satisfação do aluno, o número de alunos matriculados e o número de publicações.

Sun *et al.* (2023) conduziram a análise em 30 sistemas provinciais de ensino superior na China. Utilizaram como *inputs* os gastos totais, o número de docentes e o número de alunos matriculados e como *outputs* utilizaram o número de egressos, o número de publicações científicas e o número de pedidos de patentes.

Em síntese, é possível observar, tanto em contextos nacionais quanto internacionais, a utilização de diversas variáveis de entrada e saída para compreender e melhorar a eficiência relativa das instituições de ensino. No entanto, de forma geral, nota-se uma predominância das variáveis de entrada relacionadas ao custo total por aluno, ao número de docentes e da qualificação desses docentes e a quantidade de alunos por docentes. Em relação às variáveis de saída utilizadas, existe uma predominância para a variável que mensura a quantidade de alunos concluintes na graduação, a taxa de sucesso na graduação e o número de pesquisas científicas publicadas.

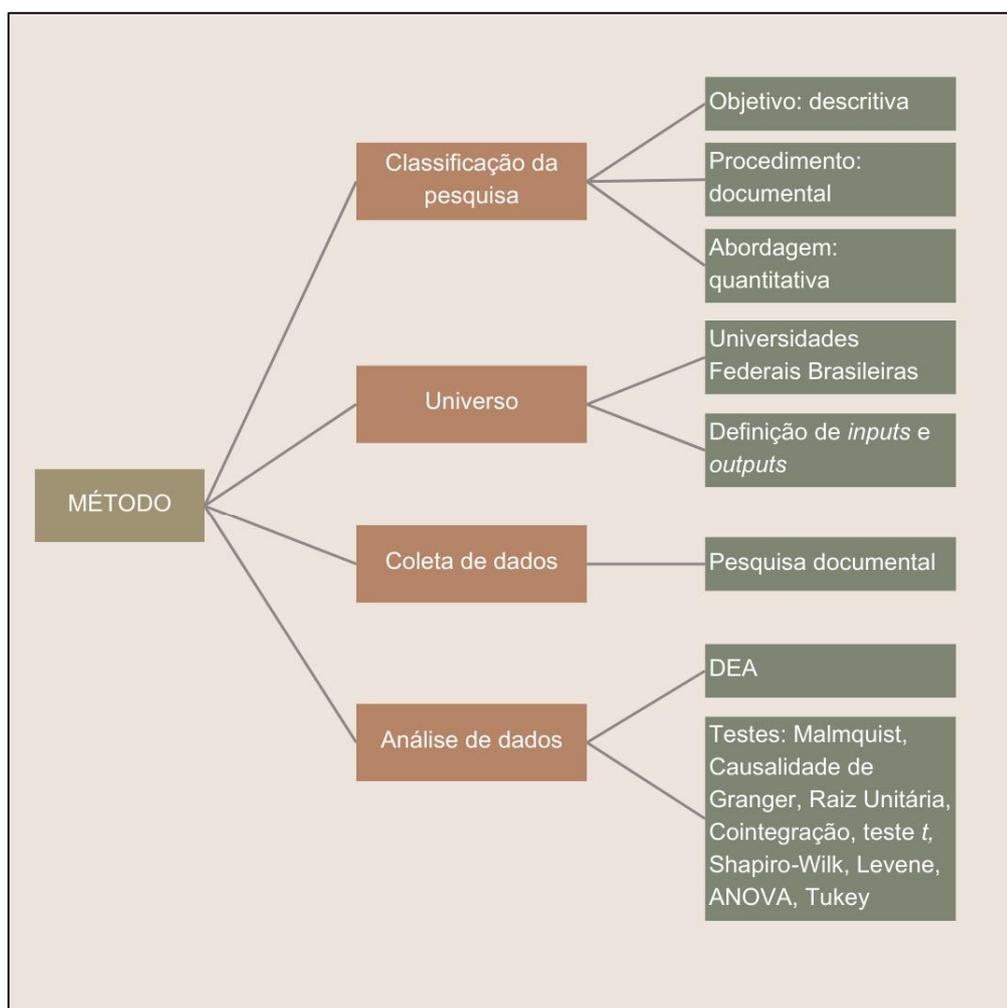
As pesquisas existentes que utilizam a Análise Envoltória de Dados (DEA) para avaliar a eficiência relativa das instituições de ensino superior enfrentam algumas limitações. Uma das principais limitações é a variabilidade na escolha das variáveis de entrada e saída, que muitas vezes é subjetiva e pode levar a resultados distintos entre diferentes estudos. A falta de padronização nessas variáveis dificulta comparações entre as instituições. Outro desafio significativo é a disponibilidade limitada de dados precisos e atualizados. Essa limitação compromete a capacidade de realizar análises detalhadas e comparativas entre as instituições, considerando as variações regionais e contextuais.

Após a apresentação de alguns estudos na literatura nacional e internacional que exploram a educação por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA), a próxima seção destaca a metodologia empregada neste trabalho.

3 Procedimentos metodológicos

Neste capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos que foram adotados para a realização da pesquisa, o tipo e a classificação desta pesquisa, a descrição do universo analisado, o procedimento de coleta e o tratamento e análise dos dados, conforme apresentado na figura 7 - Esquema do método do estudo.

Figura 7 - Esquema do método do estudo



Fonte: Elaborada pela autora (2023)

A condução desta pesquisa segue uma estrutura metodológica, conforme ilustrado na figura 7 - Esquema do Método do Estudo. Inicialmente, a classificação da pesquisa é apresentada destacando sua natureza descritiva e a abordagem quantitativa adotada. No que diz respeito ao universo da pesquisa, este engloba as universidades federais brasileiras, sendo submetidas à análise por meio de dados

institucionais obtidos por pesquisa documental, além da aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA).

Neste contexto, é fundamental definir claramente os *inputs* e *outputs* utilizados na avaliação de eficiência. A compreensão e seleção adequada dessas variáveis são cruciais para uma análise precisa da eficiência relativa das universidades no contexto da prestação de serviços públicos. A coleta de dados foi realizada por meio de pesquisa documental, analisando relatórios de gestão disponíveis nos portais eletrônicos das instituições.

Por fim, a análise de dados foi conduzida por meio de técnicas incluindo a Análise Envoltória de Dados (DEA) para avaliação da eficiência, e os testes de Malmquist, teste de raiz unitária, teste de cointegração e teste de Causalidade de Granger para uma compreensão mais aprofundada dos impactos temporais e das relações causais entre variáveis. Essa abordagem metodológica integrada visa fornecer uma visão do cenário investigado.

3.1 Caracterização da pesquisa

Com a finalidade de alcançar o objetivo geral de analisar o nível de eficiência relativa das universidades federais brasileiras, este trabalho pretende, quanto aos objetivos, realizar uma pesquisa descritiva. A classificação quanto à forma de abordagem do problema é quantitativa, por meio da análise envoltória de dados (DEA), prezando pela imparcialidade do pesquisador. Foi realizada a pesquisa bibliográfica como parte inicial da pesquisa descritiva. Marconi e Lakatos (2022) descrevem a pesquisa bibliográfica como uma produção realizada com base em textos como livros, artigos científicos, resumos entre outros, visando compilar informações.

Com base nos objetivos deste trabalho, justifica-se a escolha porque para Motta-Roth e Hendges (2010), na pesquisa descritiva se observam fatos como ocorrem, atentando para as variáveis que afetam esses fatos. E porque, de acordo com Gil (2022), a pesquisa descritiva objetiva descrever as características de determinada população ou fenômeno, podendo identificar possíveis relações entre variáveis e podendo determinar a natureza da relação entre variáveis. Já para Richardson (2017), a pesquisa descritiva procura descobrir e classificar a relação entre variáveis, descobrir as características de como um fenômeno ocorre, sua ordenação e classificação.

Conforme Gil (2022), nas pesquisas quantitativas, os resultados são apresentados em termos numéricos. Richardson (2017) descreve que a pesquisa quantitativa objetiva testar teorias objetivas, examinando a relação entre as variáveis. Para o autor, a pesquisa quantitativa garante a precisão dos resultados, evitando distorções de análise e interpretação, os dados podem ser analisados por procedimentos estatísticos e as variáveis podem ser medidas por instrumentos.

Em relação aos procedimentos, a pesquisa caracteriza-se por ser documental. Richardson (2017) destaca que a análise documental objetiva estudar e analisar documentos para evidenciar as circunstâncias sociais e econômicas com que podem estar relacionados. Dessa forma, a análise documental desta pesquisa configura-se pelo formato das informações disponíveis nos portais eletrônicos e relatórios de gestão das universidades federais brasileiras.

3.2 Análise de dados - Visão geral

Nesta seção, será descrito o cenário da análise de dados, fundamental para a compreensão dos elementos que compõem o estudo. Os dados desta pesquisa são categorizados como secundários, conforme definição de Marconi e Lakatos (2022), que os descrevem como informações coletadas por meio de análise documental. Este método abrange diversos tipos de documentos, como textos escritos, relatórios, livros, revistas, jornais e informações disponíveis em sites.

Os dados para esta pesquisa foram coletados por meio dos relatórios de gestão das universidades, abrangendo o período de 2013 a 2022 e em relatórios e plataformas do Ministério da Educação. Esses relatórios de gestão estão acessíveis nas páginas eletrônicas das instituições, conforme detalhado no Apêndice A. De acordo com o Tribunal de Contas da União TCU (2024), o Relatório de Gestão trata das atividades desenvolvidas pelas universidades anualmente, seu objetivo principal é tornar as informações acessíveis a toda comunidade, realizar a prestação de contas, destacando os resultados alcançados pelas diversas unidades da universidade podendo apontar previsões para os próximos anos.

Além disso, os dados também foram coletados através da plataforma Universidade 360° que oferece acesso a dados integrados e indicadores acadêmicos, orçamentários e de gestão de pessoas das universidades federais. A Plataforma dá condições para a interpretação e identificação de comportamentos, padrões e tendências, sustentando estratégias de gerenciamento proativo (MEC,

2024). Adicionalmente, serve como base para estudos técnicos, científicos e de planejamento que visem o fortalecimento e aperfeiçoamento de políticas públicas.

Após a conclusão da fase de coleta, os dados foram organizados e tabulados em planilhas eletrônicas e realizada a aplicação de testes e da Análise Envoltória de Dados (DEA). A Análise Envoltória de Dados foi aplicada através do *software* SIAD V3, um sistema desenvolvido e disponibilizado pela Universidade Federal Fluminense (UFF), que realiza os cálculos necessários para essa técnica (UFF, 2023). Além disso, para as análises econométricas, foi utilizado o *software* EViews, e o *software* R, contribuindo para a interpretação dos dados coletados.

Para a análise dos dados em períodos de tempos distintos, considerando os dados antes e durante a pandemia da Covid-19, foi utilizado o método de Malmquist desenvolvido por Färe *et al.* (1994). E para verificar se existe fluxo causal entre os *inputs* e *outputs*, foi utilizado o teste de causalidade de Granger, descrito posteriormente. Além disso, utilizou-se o teste *t* de Welch, que é preferível em situações onde as variâncias dos grupos não são iguais (*homocedasticidade*) e quando a distribuição dos dados não é aproximadamente normal. Bila (2024) destaca que o teste *t* de Welch para duas amostras é utilizado para determinar se as médias de dois grupos são estatisticamente diferentes, especialmente quando não se assume que as variâncias dos grupos são iguais.

Conforme Parente *et al.* (2021), o índice de Malmquist avalia a relação entre *inputs* e *outputs* em diferentes intervalos de tempo. Dessa forma, decompondo-os em índices que refletem a eficiência técnica das instituições, ou seja, a evolução da eficiência ao longo do período analisado. Para esta pesquisa, foi aplicada a modelagem DEA combinada com o índice de Malmquist, para verificar se houve mudança de eficiência no período analisado.

3.2.1 Análise Envoltória de Dados

Como modelo de análise quantitativo, foi realizada a aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA) com o objetivo de avaliar a eficiência relativa das universidades federais brasileiras. Essa metodologia permitiu identificar quais unidades são eficientes e quais não são, além de determinar as ações necessárias para que as unidades ineficientes melhorem seu desempenho. Também foi analisado o impacto da pandemia no nível de eficiência dessas instituições. Conforme Condessa (2022), a DEA objetiva identificar as DMUs eficientes, medir e

localizar a ineficiência fornecendo o *benchmark* para as ineficientes e subsidiar estratégias e decisões gerenciais.

Conforme citado anteriormente e de acordo com Condessa (2022), a Análise Envoltória de Dados é uma metodologia não paramétrica para comparar eficiência das unidades tomadoras de decisão (DMUs), que devem ser homogêneas e terem os mesmos *inputs* e os mesmos *outputs*. A Análise Envoltória de Dados (DEA) foi desenvolvida por Charnes, Cooper e Rhodes (1978). Consiste em definir uma fronteira de eficiência entre o uso de várias entradas (*inputs*) e a produção de várias saídas (*outputs*), comparando um número de DMUs que realizam tarefas similares e se diferenciam nas quantidades dos recursos consumidos e das saídas produzidas.

A DEA se destaca como uma ferramenta apropriada para avaliar a eficiência, diferenciando-se das abordagens convencionais ao estabelecer uma medida relativa de eficiência entre diversas entidades independentes. Essa metodologia leva em consideração a combinação de entradas e saídas, oferecendo uma alternativa e complemento aos métodos de análise tradicionais (Pereira, 2020).

Nesta pesquisa, foi utilizada a técnica DEA com retornos variáveis de escala (VRS ou BCC), com orientação aos *outputs* (saídas), ou seja, mantendo constantes as entradas (não diminuindo os recursos) e aumentando as saídas (maximizando os resultados). As universidades federais têm a função de prestação de serviço público devendo seguir a legislação, como por exemplo, o orçamento que é definido pelo Governo Federal e a realização de concurso público para ingresso de servidores, dificultando a realização da pesquisa com a orientação aos *inputs*.

O modelo BCC não segue um formato linear, adotando, em vez disso, uma configuração de convexidade para a fronteira. Analisa a eficiência pura, possibilitando a projeção de cada DMU ineficiente sobre a superfície de fronteira (envoltória) estabelecida pelas DMUs eficientes com tamanho correspondente (Pereira, 2020). Adicionalmente, vale ressaltar que o modelo BCC foi a abordagem de projeção adotada nos estudos conduzidos por King-Domínguez *et al.* (2020), Sun *et al.* (2023), Martínez e Fernández (2020), Gualandi Filho *et al.*, 2023, Chen e Chang (2021), Hammes Júnior *et al.* (2020), Santos *et al.* (2022), Salas-Velasco (2020).

Na Análise Envoltória de Dados (DEA) foram utilizados quatro tipos de fronteiras de eficiência: fronteira padrão, invertida, composta e composta normalizada. O modelo de fronteira padrão permite que cada Unidade de Tomada

de Decisão (DMU) otimize seus resultados escolhendo pesos para variáveis, mas pode gerar uma falsa eficiência ao favorecer pesos que melhoram artificialmente os resultados. Para mitigar esse viés, o modelo de fronteira invertida inverte *inputs* e *outputs* na avaliação, oferecendo uma visão mais rigorosa da eficiência das DMUs. Esse método facilita a classificação das unidades em termos de eficiência composta normalizada, combinando eficiência padrão e ineficiência associada à fronteira invertida. Esses escores podem ser normalizados para uma escala de 0 a 1, permitindo comparações precisas e categorizações de eficiência ao longo do tempo (Pereira, 2020; Rodrigues *et al.*, 2022).

Com o intuito de compreender a relação entre as variáveis, existem técnicas econométricas que buscam demonstrar essa relação, tais como o teste de raiz unitária, o teste de cointegração de Pedroni e o teste de causalidade de Granger.

3.2.2 Teste de raiz unitária

O teste de raiz unitária determina se uma série temporal é estacionária ou não, sendo um conceito reconhecido e utilizado em análises de séries temporais. Uma série estacionária é aquela em que as propriedades estatísticas não variam com o tempo. Em contraste, uma série não estacionária apresenta variações significativas, pode apresentar tendência ou sazonalidade em suas estatísticas ao longo do tempo, comprometendo a interpretação correta dos resultados. (Gujarati, 2019). O ponto inicial para o processo da raiz unitária é dado na equação (9):

$$Y_t = Y_{t-1} + u_t \quad -1 \leq \rho \leq 1 \quad (9)$$

De acordo com Gujarati e Porter (2011), se $\rho = 1$ tem-se um passeio aleatório, ou seja, sem deslocamento e conhecido como problema de raiz unitária, sendo a variância de Y_t não estacionária, já para Y_t ser estacionária o ρ deve ser menor que 1. Para os autores o teste é utilizado para avaliar a presença de raiz unitária em uma série temporal, sendo estimado de três formas diferentes, sob três diferentes hipóteses nulas, conforme quadro 2.

Quadro 2 - Formas teste de Dickey-Fuller

Formas	Formulação
ΔY_t é um passeio aleatório	$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t$
ΔY_t é um passeio aleatório com deslocamento	$\Delta Y_t = \alpha + \delta Y_{t-1} + u_t$
ΔY_t é um passeio aleatório com deslocamento em torno de uma tendência determinística	$\Delta Y_t = \alpha + \beta t + \delta Y_{t-1} + u_t$

Fonte: adaptado de Gujarati e Porter (2011)

Onde Y_t é a série temporal, Δ denota a primeira diferença, δ é o coeficiente da defasagem, e u_t é o termo de erro, α é o intercepto, β é o coeficiente de tendência temporal.

De acordo com o quadro 2 a formulação de passeio aleatório pode-se testar a hipótese nula $\delta = 0$ o que indica que possui uma raiz unitária ou a série temporal é não estacionária, ou ela possui uma tendência estocástica. Usando a hipótese alternativa em que $\delta < 0$ indica que a série temporal é estacionária, possivelmente em torno de uma tendência determinística.

Portanto, o teste de raiz unitária é uma ferramenta para verificar a estacionariedade de uma série temporal, um requisito para a aplicação de técnicas estatísticas específicas e o desenvolvimento de modelos destinados à previsão e análise de dados temporais. O teste foi realizado com o intuito de se verificar possíveis anomalias nos dados, ou seja, verificar se os dados estão adequados para a análise.

3.2.3 Teste de cointegração de Pedroni

De acordo com Gujarati (2019) duas variáveis serão cointegradas se houver uma relação de longo prazo, ou equilíbrio, entre elas. Ainda conforme o autor a cointegração diz respeito à relação entre um grupo de variáveis, cada uma tendo uma raiz unitária, visando analisar a relação de dependência entre as variáveis do estudo.

Santos e Alves (2020), destacam que um dos testes de cointegração utilizados é o teste de Pedroni, realizado para definir se o modelo é cointegrado ou não, cuja hipótese nula refere-se a não cointegração entre as variáveis quando são

encontradas estatísticas não significativas. O procedimento de Pedroni, para testar a existência de cointegração, testa três modelos determinísticos: sem tendência e sem intercepto (None), com intercepto (Const.) e com intercepto e tendência (Trend.) (EViews, 2024), conforme as formulações no quadro 3.

Quadro 3 - Modelos determinísticos

Modelos	Formulação
None	$Y_{i,t} = \delta Y_{i,t-1} + u_{i,t}$
Const.	$Y_{i,t} = \beta_1 + \delta Y_{i,t-1} + u_{i,t}$
Trend.	$Y_{i,t} = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{i,t-1} + u_{i,t}$

Fonte: EViews (2024)

Segundo Pedroni (1999), o processo inicia com um teste para confirmar se cada série temporal é estacionária. Caso uma série não seja estacionária, é aplicada uma diferenciação de primeira ordem para torná-la estacionária. Na etapa seguinte, é examinada a possibilidade de cointegração entre as séries estacionárias resultantes da etapa anterior. Este procedimento é repetido para cada modelo determinístico e baseado na seguinte formulação (10).

$$Y_{i,t} = \sigma_i + \delta_i t + \beta_{1i} x_{1i,t} + \beta_{2i} x_{2i,t} + \dots + \beta_{Mi} x_{Mi,t} + e_{i,t} \quad (10)$$

Onde σ e β são parâmetros individuais e de tendência, e “ t ”, representa o “lag” que compara os resíduos da regressão de cada série nas outras séries.

3.2.4 Teste de Causalidade de Granger

O teste de causalidade de Granger, conforme Morettin (2020), é definido em termos de previsibilidade para identificar relações de causa e efeito entre as variáveis, em que a variável x causa a variável y em um dado universo de informação. Utilizando a abordagem de Vetores Autorregressivos (VAR), a equação é dada pela formulação (11).

$$\Delta Y_t = A_1 \Delta Y_{t-1} + \dots + A_p \Delta Y_{t-p} + u_t \quad (11)$$

Onde: ΔY_t é o vetor de primeira diferença das séries temporais. A_1 são as matrizes de coeficientes autorregressivos, e u_t é o vetor de erro. O teste explora se as informações passadas de uma série temporal melhoram a previsão da outra, indicando causalidade de Granger.

A escolha desse método para a pesquisa justifica-se pela necessidade de entender as interdependências temporais entre variáveis específicas, permitindo explorar como uma variável pode influenciar outra em períodos subsequentes.

3.2.5 Teste de Malmquist

De acordo com Peña *et al.* (2012), a análise dos índices de eficiência com o DEA é estática, uma vez que se utilizam variáveis e se comparam unidades em um período dado. O teste de Malmquist permite a análise de uma dimensão temporal criando um modelo dinâmico com o objetivo de medir a variação da produtividade em períodos distintos de tempo.

Parente *et al.* (2021) destacam que o índice de produtividade de Malmquist (IPM) é utilizado para identificar a variação da produtividade do nível de eficiência, ou seja, se houve mudança de eficiência no período analisado. Os autores destacam a necessidade de avaliar o nível de eficiência dos resultados das instituições a fim de aprimorar o planejamento e redefinir políticas educacionais. Para os autores, o teste de Malmquist é útil para comparar o desempenho de unidades produtivas ao longo do tempo e identificar padrões de melhoria ou piora de eficiência.

De acordo com Parente *et al.* (2021) o teste de Malmquist é calculado conforme a formulação (12).

$$M_o(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = \left(\frac{\frac{d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^t(x_t, y_t)} * d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (12)$$

Onde:

$d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})$ corresponde à medida de eficiência técnica da DMU0 obtida ao substituir os dados da DMU0 no período t por aqueles do período t+1, desde que as observações das demais DMUs tenham sido realizadas no período t;

$d_0^t(x_t, y_t)$ representa a medida de eficiência técnica da DMU0 no período t , obtida com as observações de todas as DMUs no período t ;

$d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})$ corresponde à medida de eficiência técnica da DMU0 no período $t+1$, obtida com as observações de todas as DMUs no período $t+1$;

$d_0^{t+1}(x_t, y_t)$ corresponde à medida de eficiência técnica da DMU0 obtida ao substituir os dados da DMU0 no período $t+1$ por aqueles do período t , desde que as observações das demais DMUs tenham sido realizadas no período $t+1$.

O índice pode assumir três resultados distintos, quando o IPM é maior que 1 (um) indica que há melhoria de produtividade, ou seja, no período $t + 1$ o IPM melhorou em relação ao período t , pois existe uma redução da distância entre a produção observada e o produto potencial em t . Quando o IPM é igual a 0 (zero) indica que não há mudança no nível de produtividade, ou seja, valores unitários mostram que a distância se mantém constante entre t e $t + 1$. E ainda, quando o IPM é menor que 1 (um) indica que há perda de produtividade.

A escolha do índice de Malmquist na pesquisa deve-se à sua capacidade de captar essas variações temporais de eficiência, compreendendo as mudanças na produtividade ao longo do tempo, proporcionando uma visão mais completa e dinâmica do desempenho das instituições analisadas.

3.2.6 Definição e seleção das DMUs

Na busca por avaliar a eficiência e desempenho das unidades analisadas, torna-se crucial a definição cuidadosa do conjunto de Unidades Tomadoras de Decisão (DMUs). Neste contexto, as considerações de Pereira (2020) sobre a homogeneidade, autonomia na tomada de decisões e a consistência no uso de entradas e saídas variando apenas em intensidade são fundamentais. Adicionalmente, a orientação de Gomes *et al.* (2005) sobre a relação entre o número de DMUs e as variáveis utilizadas na pesquisa destaca a importância de uma amostra robusta e representativa. Para o autor, o número de DMUs analisadas devem ser pelo menos o dobro ou o triplo de variáveis utilizadas na pesquisa. Dessa forma optou-se por analisar DMUs de um mesmo segmento de instituições, as universidades federais brasileiras, conforme listadas no Apêndice D.

Para garantir a homogeneidade das Unidades de Decisão (DMUs) no mapeamento, optou-se por utilizar apenas os indicadores que não levam em conta a

gestão dos hospitais universitários, uma vez que metade das universidades analisadas não possui esse tipo de unidade em funcionamento. Dessa forma, essa abordagem permite uma avaliação mais equitativa e comparável da eficiência relativa das universidades, focando nas atividades acadêmicas e nos aspectos educacionais e de pesquisa oferecidos por essas instituições.

A amostra desta pesquisa abrange 54 (cinquenta e quatro) das 69 (sessenta e nove) universidades federais brasileiras, representando pelo menos o triplo do número de entradas e saídas consideradas. Seguindo as recomendações do autor sobre o número de DMUs (Unidades de Decisão) necessárias para obter uma boa discriminação nos resultados. O período analisado foi de 2013 a 2022, escolhido em função do encerramento do Programa de Apoio aos Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni). Este programa, instituído pelo Decreto nº 6.093 de 24 de abril de 2007, teve como principal objetivo ampliar o acesso e a permanência na educação superior.

O Reuni foi um conjunto sistêmico de ações programadas e articuladas para atender às necessidades de expansão da educação superior pública, destacada como prioridade na agenda governamental no período de 2007 a 2012. Nesse período, as universidades federais passaram por modificações estruturais, operacionais e administrativas, refletindo-se no desempenho avaliado pelos indicadores estabelecidos nos Termos da Decisão TCU nº 408 /2002 (Paula e Almeida, 2020). Portanto, os investimentos realizados no Reuni tiveram um impacto direto na eficiência, configurando uma quebra estrutural na série de dados.

Durante o período de análise de 2013 a 2022, algumas universidades foram excluídas da amostra da pesquisa sobre a eficiência relativa das universidades federais por diversas razões. Primeiramente, nove instituições foram excluídas devido à sua criação ao longo desse intervalo de tempo, resultando na ausência de relatórios de gestão para esse período. Entre essas instituições estão a Universidade Federal do Sul da Bahia, a Universidade Federal do Oeste da Bahia e a Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, todas estabelecidas no ano de 2013. Além disso, as universidades recém-criadas em 2018, como a Universidade Federal de Catalão, a Universidade Federal de Jataí, a Universidade Federal de Rondonópolis, a Universidade Federal do Agreste de Pernambuco e a Universidade Federal do Delta do Parnaíba, também foram excluídas.

Adicionalmente, outras três instituições foram retiradas da análise por apresentarem indicadores zerados no ano de 2013. Isso se deve ao fato de não terem ocorrido diplomados durante esse período, devido ao início das atividades das universidades. As instituições afetadas por essa exclusão foram a Universidade de Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, a Universidade Federal da Fronteira Sul e a Universidade Federal da Integração Latino-Americana.

Por fim, algumas universidades foram excluídas devido a razões específicas relacionadas à falta de dados consistentes. A Universidade Tecnológica Federal do Paraná foi retirada por não apresentar os indicadores de 2022. Além disso, a Universidade Federal do Oeste do Pará e a Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro foram excluídas devido à presença de três ou mais dados discrepantes em relação aos demais valores informados.

Após a exclusão das universidades mencionadas, a amostra final para a pesquisa sobre a eficiência relativa das universidades federais brasileiras, no período de 2013 a 2022, foi composta por um total de 54 instituições. Essa seleção reflete um conjunto representativo de universidades que permitirá uma análise dos indicadores de desempenho e gestão ao longo do período de estudo.

3.2.7 Seleção dos *inputs* e *outputs*

Conforme abordado anteriormente, empresas públicas e privadas se diferem na análise da eficiência, sendo que nas instituições públicas prevalecem as necessidades e interesses da população, visando o bem público. No caso das universidades, sua missão transcende as atividades de ensino, pesquisa e extensão, estendendo seu impacto à comunidade externa e contribuindo para o desenvolvimento da mesma (Alcantara, 2009; Dorsa, 2019; Pereira, 2020).

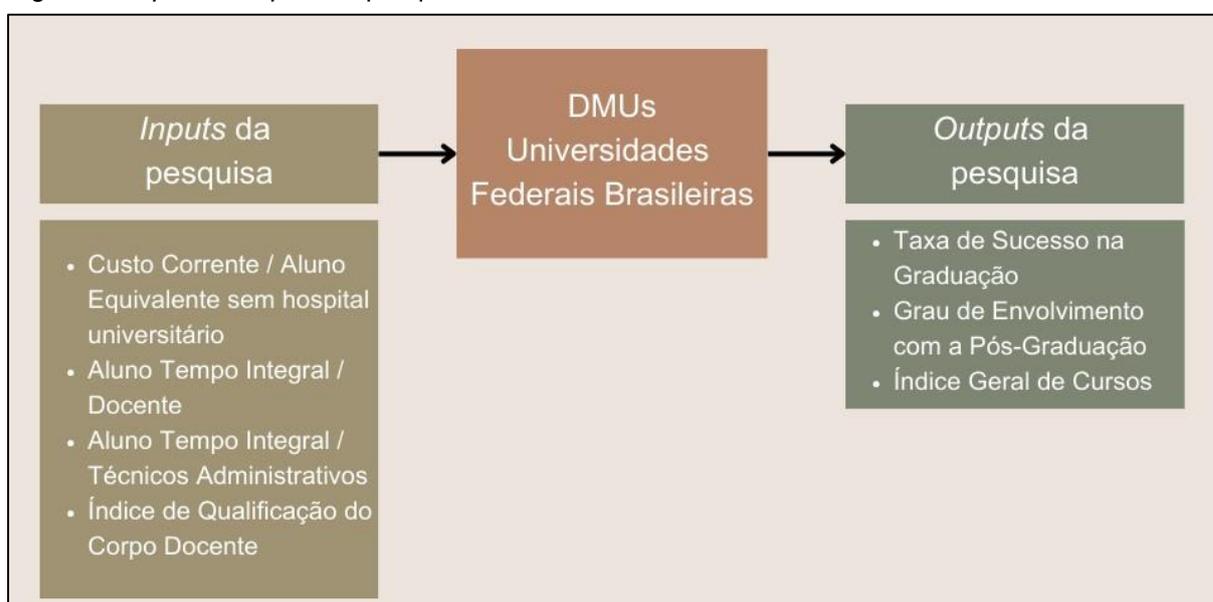
Dessa forma, a eficiência é medida pela capacidade de gerar mais resultados com os mesmos recursos. Isso se relaciona diretamente com a qualidade dos resultados alcançados e a quantidade adequada de ações públicas necessárias para atingir esses objetivos (Rosano-Peña e Gomes, 2018).

Considerando o arcabouço legal aos quais as instituições públicas devem obedecer, existe o Tribunal de Contas da União (TCU), órgão de controle externo que emitiu a Decisão TCU Nº 408/2002 com orientações para o cálculo dos indicadores de gestão das instituições federais de ensino superior, conforme MEC (2023). Essa decisão orienta que informações sobre as origens, a forma de

apuração e as finalidades dos indicadores de desempenho devem ser incluídos nos relatórios de gestão das instituições, contribuindo para o aprimoramento da gestão das instituições federais de ensino superior.

Esses indicadores apresentam um padrão e permitem uma avaliação dos mesmos aspectos para todas as universidades federais. Portanto, foram utilizados para esta pesquisa *inputs* e *outputs* baseados nesse documento e no Índice Geral de Cursos (IGC), conforme ilustrado na figura 8, que apresenta a relação de entradas e saídas adotadas para esta pesquisa.

Figura 8 - *Inputs* e *outputs* da pesquisa



Fonte: Elaborada pela autora (2023)

De acordo com a figura 8, esta pesquisa utilizará como *inputs* 4 (quatro) dos indicadores da decisão TCU Nº 408/2002 do Tribunal de Contas da União. Esses *inputs* incluem o Custo Corrente por Aluno Equivalente sem hospital universitário, dessa forma tem-se um padrão já que nem todas as universidades federais brasileiras possuem hospitais universitários. Também são considerados o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes, o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos, além do Índice de Qualificação do Corpo Docente.

Para os *outputs* foram utilizados 2 (dois) dos indicadores da decisão TCU Nº 408/2002 do Tribunal de Contas da União e 1 (um) indicador de qualidade do Ministério da Educação. Os *outputs* analisados foram a Taxa de Sucesso na

Graduação, o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação e o Índice Geral de Cursos (IGC).

A variável Custo Corrente por Aluno Equivalente sem hospital universitário representa todo o valor de despesa corrente, que é gasto por aluno do decorrer do ano de cada orçamento aprovado. Incluem-se nesse cálculo as despesas correntes deduzindo-se as despesas com aposentarias e reformas, pensões, sentenças judiciais, despesas com pessoal cedido a outros órgãos e servidores afastados. Esse resultado é dividido pelo total de aluno equivalente, que é a somatória de todos os alunos equivalentes da graduação, número de alunos em tempo integral da pós-graduação e número de alunos em tempo integral de residência médica (Pereira, 2020).

Portanto, ao utilizar o Custo Corrente por Aluno Equivalente sem hospital universitário como uma variável na análise DEA, busca-se avaliar como as universidades estão gerenciando seus recursos financeiros para oferecer uma educação de qualidade aos alunos de forma eficiente e sustentável. Em essência, essa medida descreve o custo de manutenção do estudante na universidade (Pereira, 2020). Em consonância, Nora (2014) ressalta que essa variável busca retratar a forma como os recursos alocados na produção do ensino e pesquisa estão sendo utilizados.

A variável Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes mede o número de alunos atendidos por um determinado quantitativo de professores. O cálculo considera o total de alunos de (graduação, pós-graduação e residência médica) em tempo integral dividido pelo total de professores em efetivo exercício na graduação, pós-graduação e residência médica, incluindo os professores substitutos e visitantes (Gualandi Filho *et al.*, 2023). A variável é uma medida que quantifica a relação entre o número de alunos matriculados em tempo integral e o número de professores disponíveis na instituição. Essencialmente, ela busca avaliar a proporção de alunos atendidos por cada docente.

Quanto maior o número de alunos em tempo integral por docente, maior é a carga de trabalho dos professores, o que pode impactar diretamente na qualidade do ensino e no suporte acadêmico oferecido aos estudantes. Por outro lado, uma proporção menor de alunos indica uma distribuição mais equilibrada de alunos e professores, assim, melhor será a atenção e apoio aos alunos, favorecendo uma produtividade maior de recursos docentes da instituição (Santos *et al.*, 2017).

A variável Número de Alunos em Tempo Integral por Técnico Administrativo mensura a relação entre o número de alunos em tempo integral (englobando graduação, pós-graduação e residência médica) e a quantidade de técnicos administrativos, considerando a carga horária e a ponderação de cada servidor no cálculo. Para referência, se utiliza o servidor em tempo integral (40 horas semanais), ajustando proporcionalmente aqueles sob diferentes regimes de trabalho. O total é obtido somando os servidores técnico-administrativos ligados à universidade com os contratados temporariamente, excluindo aqueles afastados para capacitação ou cedidos a outras entidades públicas até 31 de dezembro do exercício (MEC, 2023).

Essa métrica fornece uma perspectiva sobre a carga de trabalho dos servidores administrativos em relação ao número de alunos que necessitam ser atendidos e assistidos em suas atividades não acadêmicas. Quanto maior o número de alunos por técnico administrativo, maior pode ser a demanda por serviços administrativos, como matrícula, suporte ao estudante, gestão de documentos, entre outros. Ao analisar essa variável, as instituições de ensino podem estabelecer uma eficiente alocação do corpo administrativo da universidade para um bom serviço de educação superior (UFCSPA, 2024).

A variável Índice de Qualificação do Corpo Docente mede a qualidade técnica do corpo docente, utilizando pesos que variam de 1 a 5, conforme a qualificação do docente. Sendo que, a ponderação máxima de 5 significa que todos os docentes possuem titulação de doutor. Para qualificar o corpo docente, é aplicada, ao número de professores (professores em exercício efetivo somados os substitutos e os visitantes, descontando o número de professores afastados para capacitação ou cedidos para outros órgãos ou entidades da administração pública em 31 de dezembro do exercício). Nesse cálculo não deve ser considerado o regime de trabalho (20h ou 40h semanais) do professor (MEC, 2023).

A finalidade desta variável é avaliar a formação acadêmica do corpo docente da instituição, sendo amplamente utilizada em estudos sobre o ensino superior devido à sua forte associação com a excelência do ensino e a capacidade de pesquisa. A presença de um corpo docente qualificado, especialmente com doutorado, é um indicativo importante da qualidade dos cursos de graduação e pós-graduação oferecidos pela universidade. A avaliação desse índice é determinada pela proporção de professores que possuem os mais altos graus acadêmicos em relação ao total de docentes (UFCSPA, 2024).

A variável de saída Taxa de Sucesso na Graduação é um indicador que espelha o desempenho do aluno ao concluir a graduação dentro do prazo estimado pelo curso. Esse indicador, representa a relação entre o número de diplomados e o número total de ingressantes. Para o número de diplomados deve-se considerar o número de concluintes (que completaram os créditos, mesmo não tendo colado grau) dos cursos no ano letivo correspondente ao exercício, somando-se o número de concluintes nos dois semestres do ano. Para o cálculo dos ingressantes, deve ser considerado o ano do suposto ingresso dos estudantes que se graduam no exercício, com base na duração padrão prevista para cada curso (MEC, 2023).

Assim, para cursos com duração de 4 (quatro) anos, deve ser considerado o número de ingressantes de quatro anos letivos atrás; para cursos com duração de 5 (cinco) anos, deve ser considerado o número de ingressantes de cinco anos letivos atrás e assim sucessivamente. Quanto mais próximo de 100%, melhor é o resultado do indicador, pois estará informando que todos os alunos que ingressaram na universidade em determinado período formaram-se no tempo regular (UFCSPA, 2024). De acordo com Pereira (2020), essa taxa tem como principal objetivo verificar se a instituição desempenha adequadamente seu papel ao fornecer profissionais capacitados para atender às demandas da sociedade, além de contribuir para a redução dos custos associados às retenções.

A variável Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação tem o objetivo de retratar o grau de envolvimento em atividades de pesquisa e pós-graduação, expressando-se através da relação entre o número de estudantes vinculados a programas de mestrado e doutorado acadêmicos e o número total de estudantes matriculados na graduação e pós-graduação (UFCSPA, 2024). É observado que um maior envolvimento dos estudantes nessas atividades tende a contribuir positivamente para seu desempenho acadêmico. Além disso, esse envolvimento geralmente está associado a investimentos adicionais em recursos como laboratórios, bibliotecas, grupos de pesquisa, projetos de pesquisa e concessão de bolsas, entre outros (Monteiro *et al.*, 2023).

Por fim, o Índice Geral de Cursos (IGC) representa um indicador de qualidade que avalia as instituições de educação superior e é realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) do Ministério da Educação (INEP, 2024). Calculado anualmente, o IGC leva em consideração os seguintes aspectos: média dos conceitos preliminar de curso do último triênio,

relativos aos cursos avaliados da instituição, ponderada pelo número de matrículas em cada um dos cursos computados.

O Índice Geral de Cursos (IGC) considera a média dos conceitos de avaliação dos programas de pós-graduação *stricto sensu* atribuídos pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) na última avaliação trienal disponível. Esses conceitos são convertidos para uma escala compatível e ponderada pelo número de matrículas em cada um dos programas de pós-graduação correspondentes, conforme os dados oficiais da CAPES.

Além disso, o Índice Geral de Cursos leva em conta a distribuição dos estudantes entre os diferentes níveis de ensino, graduação ou pós-graduação *stricto sensu*, excluindo informações das instituições que não oferecerem pós-graduação *stricto sensu* (INEP, 2024). Após o cálculo do IGC, é viável categorizá-lo em diferentes faixas, de 1 até 5. A faixa 1 denota uma condição precária da instituição, a faixa 2 reflete uma situação insatisfatória, a faixa 3 indica uma condição satisfatória, a faixa 4 representa uma situação boa e, por último, a faixa 5 evidencia uma excelência na situação da instituição de ensino superior (Nora, 2014).

Cumprido esclarecer que outros trabalhos utilizaram as variáveis destacadas. Salienta-se que a variável Custo Corrente por Aluno Equivalente sem hospital universitário foi utilizada por Costa *et al.* (2012), Estevam (2018), Pereira (2020) e Santos *et al.* (2022), a variável Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes foi utilizada por Costa *et al.* (2012), Pereira (2020) e Santos *et al.* (2022). Já o Número de alunos em tempo integral pelo número de técnicos administrativos por Costa *et al.* (2012), Pereira (2020) e Santos *et al.* (2022). O Índice de Qualificação do Corpo Docente por Costa *et al.* (2012), Dalla Vecchia (2014), Estevam (2018), Pereira (2020), Santos *et al.* (2022), a variável Taxa de sucesso na graduação por Costa *et al.* (2012), Nuintin *et al.* (2014), Estevam (2018), Pereira (2020), Santos *et al.* (2022). Nuintin *et al.* (2014) utilizou variáveis relacionadas com a Pós-Graduação e o Índice Geral de Cursos (IGC) utilizada por Nuintin *et al.* (2014) e Dalla Vecchia (2014).

A utilização desses indicadores em análises como a DEA é crucial para entender como as universidades estão desempenhando seu papel na formação de profissionais e na produção de conhecimento. A seleção das variáveis de entrada e saída foi feita com base em estudos empíricos. Os *inputs* escolhidos fornecem uma visão abrangente da gestão financeira, da carga de trabalho dos docentes e

técnicos, e da qualidade do corpo docente. Esses fatores ajudam a avaliar como as universidades utilizam seus recursos para proporcionar uma educação de qualidade e gerir suas operações de forma eficiente. Os *outputs* selecionados refletem o sucesso na formação de alunos, o impacto da pesquisa e a qualidade geral da instituição. Assim, garantindo que os recursos disponíveis sejam utilizados de maneira eficiente e sustentável, contribuindo para a melhoria contínua das instituições e o atendimento das demandas sociais e econômicas do país.

Após apresentar a metodologia que orienta este trabalho, a próxima etapa consiste na exposição do quadro 4 com o objetivo de uma visualização mais clara da dimensão, do escopo do estudo, das variáveis de análise, das técnicas de coleta de dados e da análise desses dados.

Quadro 4 – *Design* da pesquisa

Problema de Pesquisa	Objetivos Específicos	Variáveis de Análise	Técnicas de Coleta de Dados	Técnica de Análise de Dados
Qual é o nível de eficiência das universidades federais brasileiras?	Investigar a eficiência relativa das Universidades Federais identificando as unidades mais e menos eficientes.	<u>Inputs</u> <ul style="list-style-type: none"> • Custo Corrente por Aluno Equivalente sem hospital universitário • Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes • Número de alunos em tempo integral pelo número de técnicos administrativos • Índice de Qualificação do Corpo Docente <u>Outputs</u> <ul style="list-style-type: none"> • Taxa de sucesso na graduação • Grau de envolvimento com a Pós-Graduação • Índice Geral de Cursos (IGC) 	Pesquisa documental	DEA e Testes: Malmquist, Raiz unitária, Cointegração, Causalidade de Granger, Teste <i>t</i> , Teste Shapiro-Wilk, Teste de Levene, ANOVA, Teste Tukey e análises estatísticas descritivas.
	Verificar as Instituições Federais de Ensino Superior que são referências (<i>benchmarks</i>) para as demais IFES ineficientes.			
	Comparar os resultados da eficiência das universidades federais brasileiras antes e durante a pandemia da Covid-19, identificando possíveis impactos nas atividades acadêmicas e administrativas.			
	Analisar a relação entre a idade das universidades federais brasileiras e sua eficiência no período analisado.			
	Propor recomendações e diretrizes para aprimorar a eficiência das universidades federais brasileiras, considerando os desafios enfrentados durante a pandemia e o contexto da Administração Pública.	Contribuição da pesquisa		

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

O quadro 4 oferece uma síntese do problema de pesquisa, estabelecendo uma ligação clara com os objetivos específicos delineados. Além disso, apresenta as variáveis de *input* e *output* que foram submetidas à análise, detalhando as técnicas planejadas para coleta e análise de dados, a saber, pesquisa documental. A metodologia de análise de dados escolhida é a Análise Envoltória de Dados (DEA). O quadro destaca a contribuição da pesquisa em relação ao objetivo norteador específico, que é propor recomendações e diretrizes voltadas para a melhoria da eficiência relativa das universidades federais brasileiras, considerando os desafios surgidos durante a pandemia e o contexto da Administração Pública.

Os indicadores escolhidos para avaliar a eficiência relativa das universidades federais brasileiras podem apresentar algumas limitações ou vieses que devem ser considerados ao interpretar os resultados da pesquisa. Uma dessas limitações é a possibilidade de os dados utilizados para calcular os indicadores estarem sujeitos a inconsistências, erros de registro ou falta de precisão. Isso pode afetar a confiabilidade dos resultados e sua capacidade de representar com precisão a eficiência relativa das instituições.

Além disso, os dados selecionados podem não levar em conta fatores externos que influenciam o desempenho das universidades. Como por exemplo, as diferenças regionais, políticas governamentais, disponibilidade de recursos externos e condições socioeconômicas dos alunos.

Ao considerar as limitações e vieses associados aos indicadores escolhidos para avaliar a eficiência relativa das universidades federais brasileiras, é fundamental adotar uma abordagem crítica e cautelosa na interpretação dos resultados. Embora esses indicadores forneçam informações valiosas sobre o desempenho das instituições de ensino superior, é importante reconhecer que representam apenas uma parte do quadro geral.

Por fim, elaborou-se o Produto Técnico e Tecnológico – PTT, exigido pelo Programa de Pós-Graduação em Administração Pública em Rede Nacional – PROFIAP. No PTT, apresentado no Apêndice H – Relatório Técnico, está contextualizada a proposta de intervenção com metas para as universidades se tornarem eficientes, além de considerações e recomendações de ações alinhadas aos temas abordados neste estudo.

4 Análise dos resultados

Este capítulo apresenta uma análise detalhada dos resultados obtidos ao investigar o nível de eficiência relativa das universidades federais brasileiras no período de 2013 a 2022. Para tanto, foram utilizadas diversas variáveis de *input* e *output*, cujas métricas foram estudadas e comparadas. Essa análise visa fornecer uma visão fundamentada dos resultados obtidos, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada do panorama educacional brasileiro e auxiliando na identificação de áreas de melhoria e potencial otimização das políticas públicas e das práticas universitárias.

Depois da seleção das universidades que atenderam aos critérios de inclusão na amostra da pesquisa, uma etapa subsequente de análise foi conduzida para verificar a presença de *outliers* nos dados remanescentes. A análise de *outliers* é uma prática fundamental para garantir a integridade e a confiabilidade dos resultados obtidos a partir dos dados. Essa técnica estatística visa identificar observações que se destacam significativamente em relação ao restante do conjunto de dados. A detecção de *outliers* é essencial para evitar distorções nos resultados da análise e assegurar a validade das conclusões obtidas a partir dos dados restantes.

Nessa análise, foi identificado que duas universidades, a Universidade Federal de Alagoas e a Universidade Federal de São Paulo, apresentavam quatro ou mais observações consideradas *outliers*. No entanto, a presença desses *outliers* pode oferecer dados valiosos para compreender melhor os fatores que influenciam a eficiência relativa universitária. Assim, mesmo com a detecção de *outliers*, a decisão foi por manter essas universidades na pesquisa, visando uma análise da eficiência relativa das universidades federais no período de 2013 a 2022.

4.1 Análise estatística das variáveis selecionadas

A análise estatística das variáveis selecionadas é uma etapa crucial em muitas pesquisas e estudos, onde se busca compreender as relações, padrões e tendências presentes nos dados coletados. Por meio dessas análises, é possível extrair dados que podem fundamentar decisões e direcionar outros testes. As variáveis das tabelas e testes foram denominadas como X1 que se refere ao Custo Corrente por Aluno Equivalente, sem hospital universitário. A variável X2 representa o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes, X3 o Número de

Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos, X4 o Índice de Qualificação do Corpo Docente, X5 a Taxa de Sucesso na Graduação, X6 representa o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação e por fim X7 o Índice Geral de Cursos (IGC).

Os dados da variável Custo Corrente por Aluno Equivalente levam em consideração os valores ajustados pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) em relação ao ano de 2022. Essa abordagem visa proporcionar uma análise mais precisa dos recursos financeiros disponíveis para cada aluno ao longo do período de estudo, levando em conta as variações nos índices de inflação. Ao utilizar o IPCA como medida de ajuste, a pesquisa busca garantir que os valores estejam corrigidos em termos reais, proporcionando uma base sólida para a comparação e análise dos custos operacionais das instituições de ensino superior durante o período investigado.

A fim de se analisar estatisticamente as variáveis selecionadas, cada uma delas foi examinada individualmente, destacando-se suas medidas de tendência central (mínimo, máximo, média, mediana) e suas medidas de dispersão (assimetria, curtose). A análise estatística dessas variáveis proporciona informações sobre a distribuição, tendências e características desses dados, fornecendo uma base para compreender a eficiência relativa das instituições de ensino superior no Brasil ao longo do tempo, conforme observado na tabela 1.

Tabela 1 - Mínimo, máximo, média, mediana, assimetria e curtose das variáveis de *input* e *output*: Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1), Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes (X2), Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos (X3), Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4), Taxa de Sucesso na Graduação (X5), Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) e Índice Geral de Cursos (X7), no período de 2013 a 2022

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Assimetria	Curtose*
X1	10.681,81	70.988,41	25.614,82	25.188,48	1,43	7,26
X2	3,82	20,68	12,14	12,13	0,06	-0,08
X3	2,65	29,66	9,04	8,62	1,49	6,06
X4	3,18	5,62	4,39	4,43	-0,70	0,43
X5	14,18	90,00	46,78	46,00	0,56	0,65
X6	0,02	0,41	0,13	0,12	0,70	0,16
X7	3,00	5,00	4,08	4,00	0,00	-0,01

Legenda: *excesso de curtose

Fonte: elaborado pela autora (2024).

Ao analisar os dados da tabela 1 referente ao mínimo, máximo, medianas, assimetrias e curtoses das variáveis de *input* e *output* das universidades federais

brasileiras no período de 2013 a 2022, algumas tendências e padrões podem ser observados. Começando com a variável do Custo Corrente por Aluno Equivalente sem hospital universitário, ajustado pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), revela o custo de manutenção do aluno na universidade e varia significativamente ao longo do período de 2013 a 2022, com valores mínimos de R\$ 10.681,81 na Universidade Federal de Alagoas, no ano de 2021 e máximos de R\$ 70.988,41, na Universidade Federal do Pampa, no ano de 2013. A média desse custo, considerando a inflação (25.670,98) supera ligeiramente a mediana (25.188,48), sugerindo uma distribuição ligeiramente assimétrica à direita.

A assimetria positiva (1,43) confirma essa inclinação à direita, enquanto o excesso de curtose positiva (7,26) indica uma distribuição com caudas mais pesadas e mais picos em relação à distribuição normal, ou seja, indica uma maior frequência de valores extremos, tanto positivos quanto negativos, em relação ao centro da distribuição. A relação entre o Número de Alunos em Tempo Integral e o Número de Docentes apresenta uma distribuição relativamente simétrica, com uma assimetria próxima de zero (0,06). Os valores variam de 3,82 alunos por docente na Universidade Federal do Pampa no ano de 2013 a 20,68 alunos por docente na Universidade Federal de São Paulo no ano de 2020, com uma média de 12,14 alunos por docente e uma mediana de 12,13 alunos por docente.

A relação entre o Número de Alunos em Tempo Integral e o Número de Técnicos Administrativos mostra uma assimetria positiva significativa (1,49), indicando uma distribuição assimétrica à direita, com uma concentração maior de valores maiores. Além disso, o excesso de curtose de 6,06 sugere uma distribuição com caudas mais pesadas e picos mais altos do que a distribuição normal. Os valores variam de 2,65 alunos por técnico administrativo na Universidade Federal do Pampa, no ano de 2013 a 29,66 alunos por técnico administrativo na Universidade Federal de Alagoas, no ano de 2016, com uma média de 9,04 e uma mediana de 8,62 alunos por técnico administrativo.

Por outro lado o Índice de Qualificação do Corpo Docente apresenta uma distribuição assimétrica à esquerda, indicada por uma assimetria negativa de -0,70, sugerindo uma concentração maior de valores menores. O excesso de curtose igual a 0,43 indica uma distribuição ligeiramente achatada em relação à distribuição normal. Os valores variam de 3,18 na Universidade Federal do Acre, no ano de 2013

a 5,62 na Universidade Federal de Pelotas, no ano de 2019, com uma média de 4,39 e uma mediana de 4,43.

A Taxa de Sucesso na Graduação é uma métrica que reflete a proporção de estudantes que concluem com sucesso seus cursos de graduação dentro de um determinado período de tempo em relação ao total de estudantes matriculados. Conforme demonstrado na tabela 1, a Taxa de Sucesso na Graduação possui uma distribuição assimétrica à direita, indicada por uma assimetria positiva de 0,56 e com uma concentração maior de valores maiores. O excesso de curtose igual a 0,65 sugere uma distribuição ligeiramente achatada em relação à distribuição normal. Os valores variam de 14,18 na Universidade Federal de São Paulo, no ano de 2013 a 90,00 na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no ano de 2014, com uma média de 46,78 e uma mediana de 46,00.

A variável Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação possui uma média de 0,13 e uma mediana de 0,12, isso sugere que, em geral, as instituições mantêm um envolvimento moderado com a pós-graduação, com a maioria concentrada em torno do valor médio e mediano. A análise da assimetria (0,70) indica uma distribuição positiva dos dados, sugerindo que algumas instituições se destacam com um grau de envolvimento mais elevado do que a média, enquanto outras possuem um envolvimento mais baixo. Por outro lado, o excesso de curtose (0,16) próxima de zero sugere uma distribuição relativamente normal dos dados, com poucos valores extremos e uma tendência para uma distribuição mais achatada.

Por fim, os dados revelam que o Índice Geral de Cursos (IGC) varia de 3,00 a 5,00, com uma média de 4,08 e uma mediana de 4,00. Isso indica que, em geral, as instituições mantêm um padrão de qualidade dos cursos acima da média, com a maioria das observações concentradas em torno desse valor. Além disso, a distribuição simétrica dos dados, com uma assimetria e curtose próximas de zero, sugere uma consistência na qualidade dos cursos ao longo do período analisado, sem grandes discrepâncias entre as instituições.

A tabela 2 apresenta a média das variáveis de *input* e *output* utilizadas na pesquisa, segmentada para cada ano de 2013 a 2022. Fornece dados sobre as tendências observadas nos dados ao longo dos anos, especialmente em relação aos impactos da pandemia da Covid-19 nas instituições de ensino.

Tabela 2 - Média das variáveis de *input* e *output*: Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1), Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes (X2), Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos (X3), Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4), Taxa de Sucesso na Graduação (X5), Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) e Índice Geral de Cursos (X7), segmentada a cada ano (2013 a 2022)

Ano	Variável						
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
2013	29.494,39	11,56	7,82	4,15	49,07	0,11	3,94
2014	28.366,78	11,89	7,72	4,20	47,30	0,11	3,96
2015	26.590,63	12,31	8,35	4,25	47,80	0,12	3,98
2016	25.404,35	12,35	8,78	4,30	48,20	0,12	4,02
2017	25.465,09	12,49	9,29	4,36	48,91	0,13	4,04
2018	24.825,99	12,42	9,37	4,39	49,18	0,13	4,09
2019	24.400,17	12,61	9,97	4,47	48,93	0,13	4,13
2020	23.996,67	12,34	9,83	4,55	44,00	0,13	4,19
2021	24.850,93	11,78	9,73	4,58	40,95	0,15	4,19
2022	22.753,15	11,65	9,50	4,61	43,43	0,13	4,30

Fonte: elaborada pela autora (2024)

Conforme a tabela 2 no Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1), atualizado pela inflação (IPCA) para o ano de 2022, houve uma tendência de queda nos custos correntes por aluno equivalente ao longo do período analisado. O custo teve seu pico em 2013, com R\$ 29.494,39, e alcançou seu valor mínimo em 2022, com R\$ 22.753,15, com uma redução de 8,44%. Durante a pandemia da Covid-19, observa-se uma redução no Custo Corrente por Aluno Equivalente, possivelmente devido a medidas de contenção de gastos e cortes orçamentários em resposta à crise econômica causada pela pandemia. Outro ponto que colabora com essa redução nos custos é a defasagem salarial dos servidores federais da educação ao longo do período analisado.

A média do Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes (X2) ao longo dos anos foi de aproximadamente 12 alunos por docente. Houve flutuações pequenas ao longo do período, mas sem uma tendência clara de aumento ou diminuição significativa. Já a média do Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos (X3) foi de aproximadamente 09 alunos por técnico ao longo dos anos. Assim como na relação com os docentes, houve variações ao longo do tempo, mas sem uma tendência clara de aumento ou diminuição significativa. Houve um aumento gradual no Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4) ao longo dos anos, com uma média de 4,39.

Na Taxa de Sucesso na Graduação houve algumas flutuações ao longo dos anos, com uma queda notável em 2020 e 2021, seguida de uma recuperação em 2022. A queda na Taxa de Sucesso na Graduação (X5) em 2020 e 2021 pode ser atribuída aos desafios enfrentados pelas instituições e pelos estudantes durante pandemia da Covid-19. Desafios citados por Monteiro *et al.* (2023) como as interrupções das aulas, a transição para o ensino remoto, problemas de acesso à internet, dificuldades de adaptação ao novo formato de ensino e questões de saúde mental.

A análise da variável Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) indica uma trajetória positiva de aumento ao longo do tempo, refletindo um compromisso contínuo das instituições com a pesquisa e o avanço do conhecimento. Da mesma forma, a análise da variável Índice Geral de Cursos (IGC), ao longo dos anos de 2013 a 2022, revela uma tendência geral de melhoria na qualidade dos cursos oferecidos pelas instituições de ensino superior. Observa-se um aumento gradual da variável ao longo dos anos, partindo de 3,94 em 2013 e atingindo o valor mais alto de 4,30 em 2022.

4.2 Análise de causalidade

A fim de se analisar os eventuais fluxos causais referentes às variáveis de entrada e saída selecionadas realizou-se o teste de raiz unitária, o teste de cointegração de Pedroni e o teste de causalidade de Granger. De acordo com Gujarati e Porter (2011), o teste de raiz unitária é aplicado para determinar se uma série temporal possui uma raiz unitária, o que indica a presença de tendências ou padrões não aleatórios nos dados. Se uma série possui uma raiz unitária, ela é considerada não estacionária, caso contrário, ela é estacionária.

A tabela 3 apresenta os resultados dos testes de raiz unitária, de dados em painel para as variáveis selecionadas neste estudo relacionadas à eficiência relativa das universidades federais brasileiras no período de 2013 a 2022. De acordo com Lemos (2024), uma série temporal estacionária é aquela em que as propriedades estatísticas, como média e variância, são constantes ao longo do tempo, facilitando assim a modelagem e a interpretação dos dados.

Tabela 3 - Teste de raiz unitária para as variáveis: Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1), Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes (X2), Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos (X3), Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4), Taxa de Sucesso na Graduação (X5), Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) e Índice Geral de Cursos (X7) em bases anuais e no período de 2013 a 2022

Variável	Lag	Trend	Const	None
X1	0	107,277	135,087 **	160,369 ***
	1	194,149 ***	221,435 ***	392,487 ***
X2	0	137,105 **	145,588 ***	72,032
	1	168,704 ***	228,369 ***	417,123 ***
X3	0	122,743	138,803 **	35,380
	1	179,230 ***	232,713 ***	403,641 ***
X4	0	139,889 **	95,282	9,127
	1	173,164 ***	235,104 ***	265,749 ***
X5	0	109,749	128,384 *	99,709
	1	134,494 **	189,925 ***	363,273 ***
X6	0	97,744	104,604	49,069
	1	139,354 **	178,521 ***	323,021 ***
X7	0	12,475	13,285	3,965
	1	25,759	6,402	15,771 ***
	2	6,874	8,005 *	18,565
Log de X7	0	12,475	15,259	4,286
	1	25,760	6,403	15,770 ***
	2	48,753 ***	23,670 *	48,294 ***

Legenda: *significância de 10%; **significância de 5%; ***significância de 1%; None: modelo determinístico sem tendência e sem intercepto; Const: modelo determinístico com intercepto; Trend: modelo determinístico com intercepto e com tendência.

Fonte: elaborada pela autora (2024).

As variáveis da tabela 3 são os *inputs* e *outputs* que estão sendo analisados. Neste caso, são apresentados dois *lags*: 0 e 1 e para a variável X7 acrescentado o *lag* 2. O *lag* 0 indica que os dados foram analisados sem transformação, enquanto o *lag* 1 indica uma transformação dos dados em primeira diferença, ou seja, transformação dos dados pela subtração da observação atual pela observação anterior. A mesma lógica foi aplicada para calcular a segunda diferença, desta vez utilizando as diferenças de primeira ordem. Dessa forma, a segunda diferença de uma série é obtida pela subtração entre cada valor da primeira diferença e o valor anterior nesta sequência. De acordo com Gujarati e Porter (2011) a aplicação da primeira diferença (*lag* 1) é utilizada em análises de séries temporais para tornar a série estacionária. Para os autores, uma série estacionária é aquela em que as propriedades estatísticas (como média e variância) são constantes ao longo do tempo, o que facilita a análise e modelagem.

Os resultados apresentados na tabela 3 são os resultados dos testes de raiz unitária para cada combinação de variável, *lag* e modelo. Estes testes foram realizados no programa EViews 12, uma ferramenta de econometria e análise de séries temporais. Os asteriscos ao lado dos valores na tabela indicam o nível de significância estatística do teste, um asterisco (*) significância de 10%, dois asteriscos (**) significância de 5% e três asteriscos (***) significância de 1%.

De acordo com a tabela 3, é possível evidenciar que para os três modelos determinísticos testados, quais são: sem tendência e sem intercepto (*None*), com intercepto (*Const.*) e com intercepto e com tendência (*Trend*), a hipótese nula de raiz unitária foi rejeitada para a primeira diferença (*lag 1*) das variáveis em análise, com exceção da variável X7. Ou seja, as séries temporais não são estacionárias em sua forma original. No entanto, ao aplicar a primeira diferença (*lag 1*), a estacionariedade é alcançada nas variáveis dos modelos avaliados, com exceção da variável X7.

Pode-se concluir que após essa transformação se rejeitou a hipótese nula de raiz unitária para as variáveis, possuindo propriedades estatísticas estáveis e consistentes ao longo do tempo. De acordo com Lemos (2024), a estacionariedade permite a aplicação de modelos estatísticos que dependem de propriedades fixas da série ao longo do tempo. Em geral, de acordo com o autor, é mais fácil analisar e prever uma série estacionária do que uma série não estacionária.

Os resultados da variável Índice Geral de Cursos (IGC) indicam que a série não é estacionária na sua forma original e nem na primeira e na segunda diferença. A estacionariedade da série foi alcançada somente após a aplicação da segunda diferença do logaritmo da variável. Cada aplicação da diferença resulta na remoção de uma observação do conjunto de dados original.

A utilização do logaritmo de uma série em vez dos próprios dados para a análise de raiz unitária é uma abordagem mencionada por Gujarati (2019), ao tomar os logaritmos dos dados, está se lidando com variações relativas ou taxas de retorno, em contraste com variações absolutas. Portanto, ao tomar os logaritmos dos dados antes de calcular as diferenças, seguindo uma abordagem sugerida por Cryer e Chan (2008), obtém-se uma série transformada, pois os dados originais são inadequados para os propósitos analíticos. Essa abordagem das diferenças nos logaritmos é chamada de “retornos” e proporciona uma interpretação mais precisa e informativa dos dados.

Na sequência, foi realizado o teste de cointegração de Pedroni utilizando-se dados em painéis, para verificar se há relação de longo prazo entre as séries de dados. De acordo com Gujarati e Porter (2011) o teste de cointegração pode sugerir uma relação causal entre as variáveis. O teste de Cointegração de Pedroni está apresentado nos Apêndices E, F e G aplicado para as variáveis de *input* cointegradas às variáveis de *output* em bases anuais.

Os Apêndices E, F e G fornecem uma visão das estatísticas do teste para os modelos determinísticos *Trend*, *Const* e *None*, em conjunto com várias restrições ($r \leq 3$, $r \leq 2$, $r \leq 1$, $r \leq 0$) referentes ao número máximo de relações de cointegração permitidas. Para os Apêndices E e F, a partir da restrição $r \leq 4$, os resultados são registrados como "não aplicável" (NA), indicando uma condição em que o teste não é adequado para determinar as relações de cointegração. No Apêndice G essa condição já é expressa na restrição $r \leq 3$.

Cada célula dos dados dos Apêndices E, F e G contém as estatísticas do teste associadas a uma específica combinação de modelo e restrição. A análise desses resultados indica que os valores das estatísticas do teste de cointegração refletem relações de longo prazo entre si, indicando que as variáveis analisadas estão interconectadas em suas dinâmicas.

O mecanismo que vincula séries co-integradas é a causalidade, onde pontos de reversão em uma série precedem pontos de reversão na outra, conforme o conceito de causalidade de Granger. É importante destacar que a causalidade do tipo Granger não requer a existência de co-integração, embora sua presença seja suficiente. Quando as séries são co-integradas, pode haver algum fluxo causal do tipo Granger no sistema (Alexander, 2005).

Assim, as tabelas 4, 5 e 6 apresentam os testes de causalidade de Granger realizado entre as variáveis de entrada com as variáveis de saída. Na tabela 4 o teste foi aplicado entre a primeira diferença das variáveis de *inputs* e a primeira diferença da Taxa de Sucesso na Graduação, para o período de 2014 a 2022 em bases anuais.

Tabela 4 - Teste de Causalidade de Granger aplicado às variáveis: Primeira Diferença do Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1), Primeira Diferença do Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes (X2), Primeira Diferença do Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos (X3), Primeira Diferença do Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4), Primeira Diferença da Taxa de Sucesso na Graduação (X5), em bases anuais, para o período de 2014 a 2022

Lag	Δ de X1	Δ de X5	Δ de X2	Δ de X5	Δ de X3	Δ de X5	Δ de X4	Δ de X5
	NÃO CAUSA							
	Δ de X5	Δ de X1	Δ de X5	Δ de X2	Δ de X5	Δ de X3	Δ de X5	Δ de X4
1	0,341	1,143	0,702	0,053	3,783 **	0,084	0,487	0,083
2	0,662	1,157	0,881	1,913	1,912	3,600 **	0,281	0,161
3	1,242	0,151	0,682	3,032 **	1,914	2,201 *	0,258	0,031
4	1,005	0,609	0,722	2,466 **	1,214	1,637	0,439	0,249
5	0,774	0,597	1,124	1,358	2,291 **	1,450	0,260	0,425
6	1,802	0,672	1,764	1,043	2,505 **	0,965	0,456	0,698
7	1,138	0,946	0,776	0,431	1,789 *	0,475	0,315	1,077
8	0,870	1,077	0,737	0,807	2,016 *	0,720	0,666	0,608

Legenda: *significância de 10%; **significância de 5%; ***significância de 1%. Δ indica a diferença da variável.

Fonte: elaborada pela autora (2024).

Conforme demonstrado na tabela 4, observa-se que não se rejeitou a hipótese nula de que a primeira diferença de X1 não causa Granger a primeira diferença de X5. Dessa forma, verifica-se que não há evidência significativa de causalidade entre a primeira diferença do Custo Corrente por Aluno (X1) e a primeira diferença da Taxa de Sucesso na Graduação (X5). Sugerindo que não há evidências suficientes para afirmar que as variações no Custo Corrente por Aluno é útil para prever a taxa de sucesso na graduação. Denotando a não existência de fluxos causais entre as variáveis. Isso também é observado entre as variáveis primeira diferença do Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4) e a primeira diferença da Taxa de Sucesso na Graduação (X5).

De forma análoga a primeira diferença da variável Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes também não apresentou fluxos causais do tipo Granger na primeira diferença da Taxa de Sucesso na Graduação. Por outra via, se observou que a primeira diferença da Taxa de Sucesso na Graduação (X5) apresenta fluxos causais do tipo Granger sobre a primeira diferença da variável Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes (X2) nos lags 3 e 4.

Esses resultados denotam que um aumento na Taxa de Sucesso na Graduação (X5) pode levar a uma revisão das necessidades de pessoal docente. Instituições que observam melhorias na taxa de sucesso podem investir em contratar mais docentes ou ajustar a proporção de alunos por docente para continuar a apoiar o sucesso acadêmico. Neste sentido, mudanças políticas ou institucionais podem ser implementadas em resposta ao sucesso dos alunos. Tais mudanças podem incluir a contratação de mais docentes ou a reestruturação das responsabilidades dos docentes para manter ou melhorar a qualidade do ensino. Por fim, a natureza retardada (*lags* de 3 e 4 anos) da relação pode refletir o tempo necessário para que as instituições respondam às melhorias na taxa de sucesso com mudanças estruturais significativas no corpo docente.

Para a variável Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos (X3) e a variável Taxa de Sucesso na Graduação (X5) se observou fluxos causais bidirecionais. Nos *lags* 1, 5, 6, 7 e 8, os valores das estatísticas *F* são significativos, indicando que a Primeira Diferença do Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos (X3) causa Granger a Primeira Diferença da Taxa de Sucesso na Graduação (X5) nos períodos analisados. Dentre as possíveis causas, é possível que uma melhor relação entre o número de alunos e técnicos administrativos pode levar a um suporte mais eficaz para os alunos, influenciando positivamente a taxa de sucesso na graduação. Com mais técnicos administrativos por aluno, a instituição pode fornecer serviços mais rápidos e eficientes, facilitando processos acadêmicos e administrativos, o que pode resultar em uma maior taxa de sucesso.

Por outro lado, o impacto retardado (nos *lags* maiores 5 a 8 anos) sugerem as mudanças na proporção de técnicos administrativos podem ter efeitos duradouros e sustentados ao longo do tempo. Melhorias contínuas no suporte administrativo podem gerar um ambiente mais favorável para o sucesso acadêmico dos alunos, demonstrando que os efeitos das políticas administrativas não são imediatos, mas se consolidam ao longo de vários anos.

A tabela 5 apresenta o teste de Causalidade de Granger aplicado na primeira diferença das variáveis de *inputs* e a primeira diferença do Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação para o período de 2014 a 2022 em bases anuais.

Tabela 5 - Teste de Causalidade de Granger aplicado às variáveis: Primeira Diferença do Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1), Primeira Diferença do Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes (X2), Primeira Diferença do Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos (X3), Primeira Diferença do Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4), Primeira Diferença do Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) em bases anuais, para o período de 2014 a 2022

<i>Lag</i>	Δ de X1 NÃO CAUSA Δ de X6	Δ de X6 NÃO CAUSA Δ de X1	Δ de X2 NÃO CAUSA Δ de X6	Δ de X6 NÃO CAUSA Δ de X2	Δ de X3 NÃO CAUSA Δ de X6	Δ de X6 NÃO CAUSA Δ de X3	Δ de X4 NÃO CAUSA Δ de X6	Δ de X6 NÃO CAUSA Δ de X4
1	0,383	0,027	0,592	1,798	0,875	0,664	0,511	0,013
2	0,492	0,205	1,714	0,345	0,029	0,237	0,558	0,046
3	0,275	0,389	1,484	0,082	2,418 *	0,063	0,207	0,073
4	0,147	2,176 *	1,537	1,395	2,504 **	0,939	0,423	0,064
5	0,413	1,659	1,695	1,037	1,896 *	0,828	0,583	0,498
6	0,778	1,257	1,512	1,037	1,467	0,678	0,901	0,620
7	1,856 *	1,659	1,599	0,960	1,715	0,944	0,288	0,874
8	0,955	1,323	1,698	0,804	1,565	1,971 *	0,810	0,581

Legenda: *significância de 10%; **significância de 5%; ***significância de 1%. Δ indica a diferença da variável. Fonte: elaborada pela autora (2024).

A hipótese nula do teste de causalidade de Granger propõe que determinada variável não causa Granger em outra variável (Lopez e Weber, 2017). Observa-se na tabela 5 que se rejeitou a hipótese nula de que a primeira diferença do Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1) não causa Granger a primeira diferença do Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) no *lag* 7. Dessa maneira, indicando a existência de um fluxo causal entre as variáveis.

Dentre as possíveis causas e implicações, é possível destacar que um custo corrente por aluno mais alto pode refletir investimentos em recursos, infraestrutura, e qualidade educacional. Tais investimentos podem criar uma base sólida para que, ao longo de vários anos, a instituição aumente seu grau de envolvimento com programas de pós-graduação, dado o ciclo completo de formação do aluno que varia, em média, entre 4 e 6 anos. Ademais, as variações no custo corrente por aluno pode indicar melhorias nos serviços e suporte ao estudante, que podem não ter um impacto imediato, mas sim um efeito acumulado e gradual. Após vários anos, essas melhorias podem resultar em um ambiente acadêmico mais propício para a expansão e o desenvolvimento de programas de pós-graduação.

O aumento do Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1) pode também estar relacionado ao desenvolvimento de capacidades institucionais, como a contratação de docentes mais qualificados, melhoras em laboratórios e bibliotecas, que são fundamentais para suportar programas de pós-graduação de qualidade. Estes

desenvolvimentos levam tempo para se consolidar e influenciar positivamente o grau de envolvimento com a pós-graduação.

Em resumo, a análise indica que o Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1) causa Granger o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) com um atraso de 7 anos. Este resultado sugere que os investimentos realizados pela instituição no presente podem demorar vários anos para mostrar seus efeitos positivos no grau de envolvimento com a pós-graduação. Portanto, ao planejar políticas e investimentos, é crucial considerar o impacto de longo prazo desses custos nos objetivos institucionais, especialmente na expansão e aprimoramento dos programas de pós-graduação.

De igual forma observou-se que o valor da estatística F é significativo ao nível de 10% (*), indicando que, com um atraso de 4 anos, o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) causa Granger o Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1). Dentre as possíveis causas é possível citar que um maior Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação pode indicar um investimento significativo em programas de pós-graduação pela instituição. Isso inclui a contratação de professores de alto nível, desenvolvimento de infraestrutura específica e investimento em pesquisa. Esses programas podem atrair mais financiamento e, conseqüentemente, aumentar o custo corrente por aluno equivalente.

Também é possível citar que as instituições com uma forte presença na pós-graduação geralmente têm maior reconhecimento e prestígio acadêmico. Isso pode atrair mais alunos e recursos, aumentando assim os custos operacionais. Por fim, é possível citar que o aumento do custo por aluno pode ser uma resposta a um desempenho passado positivo dos programas de pós-graduação. As instituições podem aumentar seus investimentos financeiros em resposta ao sucesso anterior desses programas.

Em síntese, os resultados revelam que o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) causa Granger o Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1) com um atraso de 4 anos. Isso sugere que os investimentos feitos pela instituição em programas de pós-graduação podem ter um impacto significativo nos custos operacionais da instituição após alguns anos. Portanto, ao planejar e avaliar os custos e benefícios dos programas de pós-graduação, as instituições devem considerar não apenas os custos imediatos, mas também os efeitos de longo prazo desses programas no orçamento e na operação geral da instituição.

No que tange à relação existente entre as variáveis X3 e X6 observou-se também que os valores das estatísticas F são significativos nos *lags* 3, 4 e 5. Isso indica que o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos (X3) causa Granger o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) com atrasos de 3, 4 e 5 anos. Dentre as possíveis causas é possível citar que um aumento no número de alunos em tempo integral em relação ao número de técnicos administrativos pode indicar uma maior demanda por suporte administrativo. Isso pode incluir serviços de registro, orientação acadêmica e administrativa, e apoio financeiro, que são fundamentais para o desenvolvimento e manutenção de programas de pós-graduação.

Ademais, investimentos em suporte administrativo podem ter efeitos de longo prazo no grau de envolvimento com a pós-graduação. Por exemplo, melhorias na eficiência administrativa podem liberar recursos para serem direcionados para programas de pós-graduação, aumentando assim seu desenvolvimento ao longo do tempo. Ao fortalecer o suporte administrativo, as universidades não apenas melhoram suas operações diárias, mas também criam um ambiente mais propício ao avanço acadêmico e científico, beneficiando toda a comunidade acadêmica.

Em síntese, a análise revela que o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos (X3) causa Granger o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) com atrasos de 3, 4 e 5 anos. Isso sugere que um suporte administrativo adequado é crucial para o desenvolvimento e sustentabilidade dos programas de pós-graduação em longo prazo. Portanto, ao planejar estratégias de desenvolvimento institucional e investimentos em programas de pós-graduação, é importante considerar o papel do suporte administrativo e como ele pode influenciar o sucesso desses programas ao longo do tempo.

A tabela 6 apresenta o teste de causalidade de Granger aplicado na primeira diferença do Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1), Primeira Diferença do Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes (X2), Primeira Diferença do Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos (X3), Primeira Diferença do Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4) e a segunda diferença do logaritmo do Índice Geral de Cursos para o período de 2015 a 2022 em bases anuais.

Tabela 6 - Teste de Causalidade de Granger aplicado às variáveis: Primeira Diferença do Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1), Primeira Diferença do Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes (X2), Primeira Diferença do Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos (X3), Primeira Diferença do Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4), Segunda Diferença do Log do Índice Geral de Cursos (X7) em bases anuais, para o período de 2015 a 2022

Lag	Δ de X1	2° Δ de	Δ de X2	2° Δ de	Δ de X3	2° Δ de	Δ de X4	2° Δ de
	NÃO CAUSA	log X7 NÃO CAUSA						
	2° Δ de log X7	CAUSA Δ de X1	2° Δ de log X7	CAUSA Δ de X2	2° Δ de log X7	CAUSA Δ de X3	2° Δ de log X7	CAUSA Δ de X4
1	0,008	0,944	0,519	0,741	0,340	0,212	2,893 *	3,591 *
2	2,374 *	2,211	1,844	1,494	1,925	0,093	1,588	1,216
3	2,788 **	1,558	1,715	1,142	1,011	0,533	0,745	0,394
4	1,295	1,686	1,832	1,179	0,658	1,093	0,862	0,384
5	1,221	1,004	1,479	0,774	0,681	1,079	1,710	1,535
6	0,872	1,451	1,933 *	1,032	2,206 **	1,278	2,172 *	3,893 **
7	0,358	2,809 **	0,894	2,736 **	1,516	0,966	2,325 **	7,574

Legenda: *significância de 10%; **significância de 5%; ***significância de 1%. Δ indica a diferença da variável.

Fonte: elaborada pela autora (2024).

A hipótese nula de "X1 não causa Granger em X7" afirma que não há relação causal entre o Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1) e o Índice Geral de Cursos (X7). Em outras palavras, significa que as mudanças no custo por aluno não têm efeito significativo na qualidade dos cursos ao longo do tempo. Na tabela 6 observa-se que se rejeitou a hipótese nula nos lags 2 e 3. Rejeitar a hipótese nula significa que se encontram evidências estatisticamente significativas de que o Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1) causa Granger o Índice Geral de Cursos (X7). Isso implica que as mudanças no custo por aluno têm uma influência estatisticamente significativa na qualidade dos cursos ao longo do tempo, indicando uma relação causal entre essas variáveis.

A significância nos lags 2 e 3 sugere que mudanças no custo corrente por aluno podem influenciar a qualidade dos cursos em um período de tempo relativamente curto, com um atraso de dois a três anos. Podendo ser resultado de investimentos em infraestrutura, recursos educacionais ou melhorias na qualidade do ensino que levam algum tempo para impactar diretamente a qualidade dos cursos. Sugere que as decisões de investimento e alocação de recursos feitas pelas instituições de ensino podem ter impactos significativos na qualidade dos cursos em um período relativamente curto após sua implementação, enfatizando a necessidade de uma gestão financeira estratégica para melhorar continuamente a qualidade da

educação oferecida. Também se observou a mesma relação entre X2 (Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes) causando Granger em X7 (Índice Geral de Cursos) no *lag* 6. A significância no *lag* 6 sugere que a proporção do Número de alunos em tempo integral em relação ao número de docentes influencia a qualidade dos cursos (medida pelo Índice Geral de Cursos) após um período de seis anos. Podendo indicar que mudanças na proporção aluno-docente levam vários anos para refletir na qualidade dos cursos oferecidos pela instituição.

A influência observada pode ser resultado de diversos fatores, como a capacidade dos docentes em gerenciar o número de alunos, a qualidade da interação entre docentes e alunos, e a efetividade do ensino. Melhorias na proporção aluno-docente podem levar a um ensino mais individualizado e eficaz, que se traduz em melhores resultados acadêmicos e maior qualidade dos cursos após vários anos. Este achado enfatiza a importância de manter uma proporção aluno-docente adequada para melhorar a qualidade da educação ao longo do tempo, destacando que os efeitos dessas mudanças podem levar vários anos para se manifestar plenamente na qualidade dos cursos.

É importante destacar que esse fluxo causal é bidirecional, uma vez que também se observou que a segunda diferença do log de X7 (Índice Geral de Cursos) causa Granger na primeira diferença de X2 (Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes) no *lag* 7. A significância no *lag* 7 sugere que as variações no Índice Geral de Cursos influenciam a proporção de alunos em tempo integral pelo número de docentes após um período de sete anos. Esse resultado indica que melhorias ou deteriorações na qualidade geral dos cursos podem impactar a demanda de alunos e, conseqüentemente, a carga sobre os docentes ao longo do tempo.

Uma possível explicação é que um Índice Geral de Cursos mais alto (indicando melhor qualidade dos cursos) pode atrair mais alunos ao longo do tempo. Com o aumento do número de alunos, a proporção de alunos em relação ao número de docentes pode mudar, especialmente se a contratação de novos docentes não acompanhar o crescimento do corpo discente. Alternativamente, um índice mais alto também pode justificar a contratação de mais docentes para manter a qualidade do ensino. Dessa forma, ressaltando a importância da qualidade dos cursos no planejamento de recursos humanos nas instituições de ensino, mostrando que

melhorias na qualidade dos cursos podem ter efeitos a longo prazo na estrutura do corpo docente.

Observou-se também que a primeira diferença de X3 (Número de alunos em tempo integral pelo número de técnicos administrativos) causa Granger na segunda diferença do log de X7 (Índice Geral de Cursos) no *lag* 6. Sugerindo que a proporção de alunos em tempo integral pelo número de técnicos administrativos influencia a qualidade dos cursos (medida pelo Índice Geral de Cursos) após um período de seis anos. Esse resultado sugere que as mudanças na proporção de técnicos administrativos em relação aos alunos levam vários anos para se refletir na qualidade dos cursos oferecidos pela instituição.

Técnicos administrativos desempenham um papel crucial no apoio às atividades acadêmicas e administrativas. Uma proporção adequada de técnicos administrativos pode melhorar a eficiência e a qualidade do suporte oferecido, permitindo que docentes e alunos se concentrem mais nas atividades acadêmicas. Ao longo do tempo, isso pode resultar em melhorias significativas na qualidade dos cursos.

A relação observada pode ser atribuída a diversos fatores, como a melhora nos serviços de apoio ao estudante, à eficiência nas operações administrativas e a maior disponibilidade de recursos para apoiar as atividades acadêmicas, todos contribuindo para uma melhor qualidade geral dos cursos após um período de seis anos. Enfatizando a importância de manter uma proporção adequada de técnicos administrativos para melhorar a qualidade da educação ao longo do tempo, mostrando que os efeitos das mudanças nessa proporção podem levar vários anos para se manifestar na qualidade dos cursos.

Por fim, observou-se uma relação bidirecional entre as variáveis X4 e X7. Nesse sentido, observou-se que a primeira diferença de X4 (Índice de Qualificação do Corpo Docente) causa Granger na segunda diferença do log de X7 (Índice Geral de Cursos) nos *lags* 1, 6 e 7. A significância no *lag* 1 sugere que mudanças no Índice de Qualificação do Corpo Docente influenciam a qualidade dos cursos quase imediatamente, no ano seguinte. Isso pode indicar que melhorias na qualificação dos docentes (por exemplo, aumento do número de docentes com títulos avançados, capacitações, etc.) têm um impacto rápido na qualidade dos cursos, refletindo em melhores práticas de ensino e aprendizado.

Por outro lado, a significância nos *lags* 6 e 7 indica que as melhorias na qualificação do corpo docente também têm um impacto de longo prazo na qualidade dos cursos. Isso pode ser devido ao tempo necessário para que os efeitos das qualificações aprimoradas se concretizem plenamente, como desenvolvimento de novos currículos, inovação em métodos de ensino, e impacto positivo na formação dos alunos ao longo do tempo. Esses resultados denotam a importância de investir continuamente na qualificação dos docentes para promover a qualidade educacional a curto e longo prazo, proporcionando uma base sólida para o desenvolvimento sustentável da educação superior.

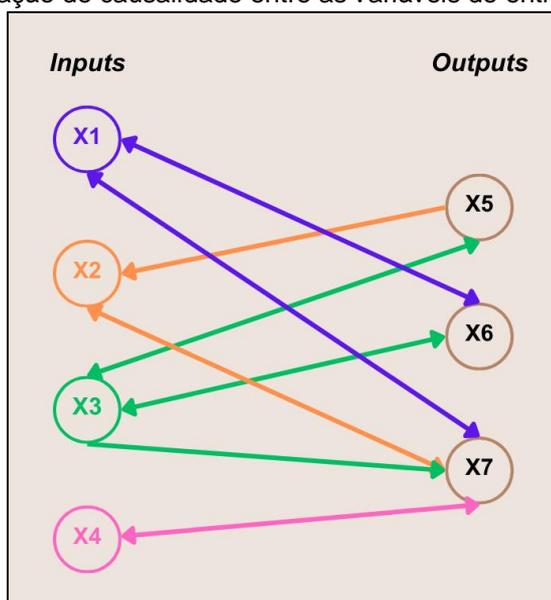
Como destacado anteriormente, observou-se uma relação bidirecional entre X4 e X7, em que se observou que a segunda diferença do log de X7 (Índice Geral de Cursos) causa Granger na primeira diferença de X4 (Índice de Qualificação do Corpo Docente) nos *lags* 1 e 6. A significância no *lag* 1 sugere que mudanças no Índice Geral de Cursos influenciam quase imediatamente a qualificação do corpo docente no ano seguinte. Indicando que melhorias na qualidade dos cursos (X7) resultam em ações rápidas para melhorar a qualificação dos docentes (X4). Por exemplo, uma melhora no índice de cursos pode atrair mais recursos e investimentos, possibilitando a contratação de docentes mais qualificados ou oferecendo mais oportunidades de capacitação para os docentes atuais.

A significância no *lag* 6 sugere que as mudanças na qualidade geral dos cursos também têm um impacto a médio prazo na qualificação do corpo docente. Esse resultado indica que melhorias na qualidade dos cursos levam a um reconhecimento institucional e acesso a maiores recursos, que são gradualmente direcionados para o desenvolvimento do corpo docente ao longo do tempo.

Além disso, o aumento da qualidade dos cursos pode motivar os docentes a buscar mais qualificações para manter e melhorar ainda mais os padrões acadêmicos da instituição. Assim, destacando a importância de manter altos padrões de qualidade nos cursos para fomentar o desenvolvimento contínuo e a qualificação dos docentes, promovendo um ciclo virtuoso de melhoria educacional.

A figura 9 resume as interações causais entre as variáveis de entrada e de saída, utilizando cores distintas para destacar a presença de causalidade entre elas. Setas são empregadas para indicar se a relação causal é unidirecional ou bidirecional.

Figura 9 - Resumo da interação de causalidade entre as variáveis de entrada e de saída



Fonte: elaborada pela autora (2024).

A Análise Envoltória de Dados (DEA) é uma técnica não paramétrica amplamente utilizada para avaliar a eficiência relativa de unidades tomadoras de decisão (DMUs) ao transformar múltiplos *inputs* em múltiplos *outputs*. A escolha adequada das variáveis de *input* e *output* é crucial para garantir uma avaliação precisa da eficiência (Condessa, 2022). Os resultados dos testes de causalidade de Granger fornecem informações valiosas sobre as relações temporais entre essas variáveis, reforçando a importância de utilizar certas variáveis como *inputs* e outras como *outputs* na DEA.

Considerando os resultados dos testes de causalidade de Granger, a figura 9 demonstra que o Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1) apresenta uma relação causal perante o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) e o Índice Geral de Cursos (X7). Esses resultados indicam que os investimentos financeiros *per capita* exercem uma influência considerável na qualidade dos cursos e no envolvimento com a pós-graduação ao longo do tempo, justificando seu papel como um *input* essencial.

O Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes (X2) também mostrou uma relação causal significativa com o Índice Geral de Cursos (X7), indicando que a proporção aluno-docente afeta diretamente a qualidade dos

cursos. Isso reforça a importância de considerar X2 como um *input* na avaliação da eficiência educacional.

Adicionalmente, o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos (X3) foi identificado como causador de impacto na Taxa de Sucesso na Graduação (X5), no Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) e no Índice Geral de Cursos (X7). A relação temporal entre essas variáveis sugere que o suporte administrativo tem um efeito significativo tanto na taxa de sucesso dos alunos quanto na qualidade dos cursos e no envolvimento com a pós-graduação, justificando o uso de X3 como *input*.

O Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4) também se mostrou um determinante importante, causando impacto no Índice Geral de Cursos (X7). A qualificação dos docentes influencia diretamente a qualidade dos cursos oferecidos, reforçando a importância de incluir X4 como um *input* na análise de eficiência.

Em termos de *outputs*, a Taxa de Sucesso na Graduação (X5) mede o desempenho acadêmico dos alunos e a eficácia do processo educacional em termos de conclusão dos cursos, sendo um indicador direto da qualidade dos resultados educacionais. O Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) reflete o nível de participação e sucesso nos programas de pós-graduação, indicando a capacidade da instituição de avançar no desenvolvimento acadêmico e pesquisa. Finalmente, o Índice Geral de Cursos (X7) mede a qualidade geral dos cursos oferecidos pela instituição, servindo como um indicador do desempenho e da reputação acadêmica.

Portanto, os resultados dos testes de causalidade de Granger confirmam a relevância de usar X1, X2, X3 e X4 como *inputs* e X5, X6 e X7 como *outputs* na Análise Envoltória de Dados (DEA). A relação causal entre esses *inputs* e *outputs* demonstra que os recursos financeiros, humanos e a qualificação dos docentes são determinantes para a qualidade e desempenho dos cursos oferecidos, além de afetar diretamente o envolvimento com a pós-graduação e a taxa de sucesso na graduação. A inclusão dessas variáveis na DEA permitirá uma avaliação mais robusta e precisa da eficiência relativa das instituições de ensino superior, proporcionando informações para o aprimoramento contínuo e estratégico das operações acadêmicas. A próxima seção apresenta a análise de eficiência relativa das universidades federais brasileiras por meio da Análise Envoltória de Dados.

4.3 Análise Envoltória de Dados: eficiência padrão

A Análise Envoltória dos Dados é uma ferramenta não paramétrica, que permite medir a eficiência produtiva de unidades, também chamadas de DMUs, neste caso as universidades federais brasileiras. Ela é muito utilizada no Brasil em trabalhos que versam sobre eficiência no ensino superior (Penha, 2020). Na visão de Pereira (2020), a Análise Envoltória de Dados é uma técnica fundamental para o monitoramento da produtividade de unidades de decisão (DMU). Para o autor, este método oferece uma abordagem quantitativa para identificar possíveis oportunidades de melhoria em unidades que não operam de forma eficiente. Baseado em princípios de programação linear, o DEA permite uma comparação sistemática de eficiência entre diferentes unidades, todas avaliadas com base nas mesmas variáveis.

Diante do exposto, nesta seção, analisa-se a eficiência relativa do conjunto de 54 universidades federais brasileiras espalhadas pelo país, no período de 2013 a 2022. Ressalta-se que, para a obtenção dos resultados por meio da DEA, foi utilizada uma ferramenta computacional chamada de Sistema Integrado de Apoio à Decisão (SIAD), versão 3.0, empregando o modelo BCC com orientação aos *outputs*. Esse *software* calcula quatro tipos de fronteiras de eficiência: fronteira padrão, invertida, composta e composta normalizada e foi produzido por pesquisadores da Universidade Federal Fluminense.

O modelo de fronteira padrão permite que cada DMU escolha os pesos para cada variável de modo a melhorar seu resultado. Dessa forma, uma DMU tende a selecionar pesos que favoreçam sua eficiência, o que pode reduzir o poder de discriminação do modelo ao classificar muitas DMUs como eficientes (Pereira, 2020). Consequentemente, unidades muito pequenas ou muito grandes, bem como aquelas com o menor valor para uma determinada entrada ou o maior valor para uma determinada saída, podem ser consideradas eficientes por padrão (Santos *et al.* 2022).

Na tabela 7, apresentam-se os dados para a eficiência padrão obtidos após a implementação dos dados no *software*. Essa tabela fornece uma visão detalhada do desempenho de cada uma das universidades federais brasileiras no período de análise. Os resultados indicam quais universidades se destacam em termos de eficiência padrão e quais necessitam melhorar seu desempenho.

Tabela 7 – Resultados DEA para eficiência padrão nos anos de 2013 a 2022

Unidade	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
UnB	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	0,85	1,00	1,00	1,00	1,00
UFGD	0,96	0,83	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
UFG	0,80	0,80	0,81	0,83	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	1,00
UFMT	0,91	0,80	0,83	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
UFMS	0,82	0,81	0,80	0,80	0,80	0,82	0,80	0,80	0,80	0,83
UFBA	0,80	0,80	0,84	0,82	0,97	0,80	0,80	0,80	0,80	1,00
UFRB	0,80	1,00	0,80	0,80	0,60	0,60	0,60	0,80	0,80	0,80
UFPB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
UFCA	0,96	0,71	0,70	0,62	0,67	0,80	0,80	0,82	0,80	0,80
UFAL	0,65	0,71	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80
UFCG	0,80	0,83	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
UFPE	0,91	0,89	0,86	0,92	0,88	1,00	0,92	1,00	0,81	1,00
UFS	0,84	1,00	0,85	0,80	1,00	0,82	0,80	0,80	0,80	0,80
UFC	1,00	1,00	0,98	0,87	0,96	0,81	0,90	0,82	0,95	1,00
UFMA	0,61	0,60	0,60	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
UFPI	1,00	0,89	0,75	0,69	0,70	0,65	0,80	0,81	1,00	1,00
UFRN	1,00	0,87	0,84	0,98	0,88	0,80	0,81	0,81	0,80	1,00
UNIVASF	1,00	0,84	0,86	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80
UFRPE	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
UFERSA	1,00	0,87	0,87	0,87	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,83
UNIR	0,65	0,60	0,62	0,60	0,60	0,60	0,63	0,80	0,80	0,80
UFRR	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,80	0,80	0,80	0,80
UFAC	1,00	1,00	1,00	0,70	1,00	0,67	0,60	0,62	0,60	0,80
UNIFAP	0,71	0,60	0,86	0,81	0,78	0,96	0,82	0,72	0,71	0,86
UFAM	1,00	1,00	1,00	1,00	0,64	0,83	0,83	0,80	1,00	0,80
UFPA	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00
UFT	0,92	1,00	1,00	0,71	0,60	0,97	0,80	0,80	0,80	0,80
UFRA	0,60	0,65	0,67	0,80	0,80	0,82	0,88	0,92	0,80	0,83
UNIFAL-MG	0,82	0,83	0,88	0,86	0,98	1,00	0,80	0,84	0,82	0,88
UNIFEI	0,80	0,80	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00
UFJF	1,00	0,88	0,80	0,83	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,89
UFLA	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
UFMG	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
UFOP	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	1,00	0,81	0,83
UFSCar	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
UFSJ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,83	0,83	0,80	0,82
UNIFESP	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
UFU	0,83	0,91	1,00	0,80	0,89	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
UFV	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
UFABC	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
UFES	0,80	0,80	0,80	0,84	0,80	0,90	0,84	0,85	0,80	0,82
UFRJ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
UFTM	0,81	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
UFVJM	0,81	0,81	0,88	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,91
UFF	0,89	0,80	0,80	0,80	0,80	0,82	0,80	0,84	0,80	0,87
UFRRJ	0,80	0,80	0,80	1,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
UFCSPA	1,00	1,00	0,98	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
UFPEl	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	1,00	0,80	0,80	0,80
UFSC	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
UFSM	0,80	0,82	0,80	0,81	0,83	0,80	0,80	0,80	0,80	1,00
UNIPAMPA	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
UFPR	0,80	0,88	0,85	0,84	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
FURG	0,86	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
UFRGS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Fonte: elaborada pela autora (2024).

A tabela 7 fornece os dados da eficiência padrão das 54 universidades analisadas para os anos de 2013 a 2022. Analisando por ano, em 2013, algumas universidades como UFAL, UFMA, UNIR, UFRR e outras iniciaram com eficiência abaixo de 0,80. Em 2014, a UnB, UFRB e outras universidades mostraram uma melhoria significativa. Entre 2015 e 2016, houve pequenas flutuações em várias universidades e a tendência geral foi de estabilidade. Entre 2017 e 2018, algumas universidades como UFBA e UFG tiveram melhorias notáveis. De 2019 a 2020, a maioria das universidades manteve sua eficiência em níveis estáveis com poucas variações. Em 2021 e 2022, a UFG e UFBA chegaram a 100% de eficiência, enquanto UFAL e outras apresentaram quedas.

A maioria das universidades localizadas na região Sul do país, mantiveram constantes seus índices. A UFCSPA, UFSC e UFRGS demonstraram uma eficiência constante, frequentemente alcançando 100% durante todo o período. UFPR mostrou uma trajetória de melhoria, alcançando o nível máximo a partir de 2017. UFSM teve uma melhora notável em 2022. A UFPel, a UNIPAMPA e a FURG mantiveram uma eficiência estável em torno de 0,8, com exceção de alguns anos específicos.

Condessa (2022) destaca que valores de eficiência iguais a 1 indicam que as unidades alcançaram a fronteira da eficiência, enquanto valores entre 0 e 1 sugerem que as unidades não são eficientes, sendo que quanto mais próximos de 1, mais próximas da fronteira da eficiência as unidades estão situadas. Savian e Bezerra (2013) utilizaram uma classificação em seu trabalho que considera quatro categorias para os níveis de eficiência (θ) das DMUs: eficientes ($\theta = 1$), ineficiência fraca ($0,8 \leq \theta < 1$), ineficiência moderada ($0,6 \leq \theta < 0,8$) e ineficiência forte ($\theta < 0,6$).

4.3.1 Análise das universidades eficientes em todo o período

A variação no número de universidades eficientes ao longo dos anos pode ser explicada por uma combinação de fatores internos e externos, refletidos nas variáveis de *input* e *output*. Entre as variáveis analisadas estão o Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1), o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes (X2), o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos (X3), o Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4), a Taxa de Sucesso na Graduação (X5), o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) e o Índice Geral de Cursos (X7).

Com base na tabela 7, ao examinar a fronteira padrão, nota-se que o número de universidades atingindo o máximo de eficiência variou ao longo dos anos. Em 2013, 20 universidades alcançaram esse nível, representando 37% das instituições. Em 2014, o número foi ligeiramente menor, com 19 universidades, o que equivale a 35% do total. Nos anos de 2015, 2019 e 2021, o número permaneceu estável em 17 universidades, correspondendo a 31% do total em cada ano. Em 2016 e 2020, 16 universidades alcançaram a eficiência máxima, representando 30% do total. Já nos anos de 2017 e 2018, o número subiu para 18, ou seja, 33% das instituições. Em 2022, houve um aumento significativo, com 21 universidades atingindo o máximo de eficiência, representando 39% do total de instituições.

Essas variações na eficiência ao longo dos anos estão intimamente relacionadas às mudanças observadas nas variáveis de entrada e saída. Observa-se na tabela 2 que o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes aumentou gradualmente de 2013 (11,56) a 2019 (12,61), com uma pequena queda em 2020 (12,34) e 2021 (11,78). Esse aumento sugere uma maior carga de alunos por docente, o que pode impactar a qualidade da educação e a capacidade dos docentes de oferecer atenção individualizada.

Da mesma forma, o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos também cresceu de 2013 (7,82) a 2019 (9,97), com uma leve queda em 2022 (9,50). Isso pode refletir um aumento na eficiência administrativa ou uma redução na força de trabalho administrativa, impactando o suporte operacional das universidades. Em contrapartida, o Índice de Qualificação do Corpo Docente apresentou um aumento contínuo de 2013 (4,15) a 2022 (4,61), indicando uma melhora na qualificação dos docentes, o que pode contribuir para maior eficiência relativa e melhores resultados acadêmicos.

A Taxa de Sucesso na Graduação variou, com aumento até 2018 (49,18) e um declínio significativo em 2020 (44,00) e 2021 (40,95), seguido por leve recuperação em 2022 (43,43). A redução na Taxa de Sucesso na Graduação pode indicar desafios enfrentados pelos alunos, possivelmente exacerbados pela pandemia da Covid-19. O Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação aumentou de 2013 (0,11) a 2021 (0,15), seguido por uma leve queda em 2022 (0,13), refletindo mudanças no foco ou nos recursos disponíveis para programas de pós-graduação. O Índice Geral de Cursos aumentou continuamente de 2013 (3,94) a 2022 (4,30),

indicando uma melhoria na oferta e qualidade dos cursos oferecidos pelas universidades.

Os resultados das variáveis mencionadas, analisados sob a perspectiva da Análise Envoltória de Dados (DEA) mostram flutuações nas eficiências das universidades ao longo dos anos. Algumas universidades mantiveram consistência em sua eficiência, enquanto outras mostraram variações significativas. Por exemplo, a UnB manteve eficiência máxima em quase todo o período analisado, exceto 2013 e 2018. De maneira semelhante, a UFCSPA alcançou eficiência máxima em quase todos os anos, exceto 2015 e 2016. Por outro lado, universidades como UFBA, UFPE, UFPR e UFSM demonstraram melhorias na eficiência ao longo dos anos, atingindo eficiência máxima em períodos mais recentes.

A variação no número de universidades eficientes pode ser atribuída a ajustes orçamentários, que sugerem uma pressão para operar com maior eficiência; ao aumento na razão de alunos por docente, que pode sobrecarregar os docentes e afetar a eficiência; às melhorias contínuas na qualificação dos docentes, que tendem a ter um impacto positivo na eficiência; e aos impactos da pandemia da Covid-19, que se refletiram negativamente na Taxa de Sucesso na Graduação em 2020 e 2021. Portanto, a variação na eficiência relativa das universidades ao longo do tempo é multifacetada, resultante de mudanças nas variáveis de *input* e *output*, bem como de eventos externos significativos.

Durante o período analisado, de 2013 a 2022, foi observado que nove universidades mantiveram sua eficiência padrão no nível máximo ao longo de todos os anos. Entre essas instituições estão a Universidade Federal de Lavras (UFLA), a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), a Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), a Universidade Federal de Viçosa (UFV), a Universidade Federal do ABC (UFABC), a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). É importante ressaltar que a maioria dessas universidades está estrategicamente localizada em áreas de significativa relevância econômica, muitas delas em capitais e regiões metropolitanas do Brasil.

As universidades que mantiveram a eficiência máxima apresentaram estabilidade em várias variáveis, especialmente naquelas relacionadas à produção científica e corpo docente. As variações mais significativas foram observadas no

Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1) e na Taxa de Sucesso na Graduação (X5), indicando uma relação entre investimento financeiro e qualidade/impacto das produções acadêmicas. A constância no Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4) e no Índice Geral de Cursos (X7) sugere que manter um corpo docente qualificado é essencial para a eficiência. Essas observações podem orientar políticas públicas de gestão e investimento nas universidades para alcançar e manter altos níveis de eficiência relativa no ensino superior.

4.3.2 Análise das universidades mais ineficientes

A análise dos resultados DEA para eficiência padrão também revela alguns dos piores desempenhos médios entre as universidades investigadas. Ao observar as médias ao longo do período, destacam-se algumas instituições que apresentaram consistentemente índices de eficiência relativa abaixo da média. Entre essas universidades estão a Universidade Federal de Roraima (UFRR) listada nesse grupo por seis anos consecutivos, a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) listada nos anos de 2013 até 2015, a Universidade Federal de Alagoas (UFAL) listada com um dos piores desempenhos no ano de 2013, mas nos anos seguintes, houve uma melhoria gradual chegando a ser considerada eficiente de 2015 até 2021.

A Universidade Federal do Maranhão (UFMA) considerada com um dos piores desempenhos nos anos de 2013 a 2015 e melhorando sua classificação nos anos seguintes, a Universidade Federal de Rondônia (UNIR) também está listada entre as universidades com índices de eficiência relativa abaixo da média por sete anos consecutivos, de 2013 a 2019. Nos anos de 2014 até 2017, a Universidade Federal do Cariri (UFCA) também esteve entre as universidades com ineficiência moderada, assim como a Universidade Federal do Acre (UFAC) no ano de 2016 e de 2018 até 2021 e a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) nos anos de 2017 até 2019. No período analisado percebe-se que nenhuma universidade gaúcha esteve classificada como ineficiência moderada.

Para compreender os fatores que levam certas universidades a apresentarem desempenhos mais baixos em termos de eficiência, conforme medido pelo método Análise Envoltória de Dados (DEA), é necessário examinar os dados das instituições que registraram os piores desempenhos. As universidades em questão incluem a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), a Universidade Federal do

Cariri (UFCA), a Universidade Federal do Maranhão (UFMA), a Universidade Federal de Rondônia (UNIR), a Universidade Federal de Roraima (UFRR), a Universidade Federal do Acre (UFAC) e a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). Os fatores analisados incluem o Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1), o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes (X2), o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos (X3), o Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4), a Taxa de Sucesso na Graduação (X5), o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) e o Índice Geral de Cursos (X7).

Os dados da UFRB mostram flutuações no Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1), que aumentou de R\$ 17.323,54 em 2013 para R\$ 30.654,48 em 2022. O Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4) e o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) permanecem baixos em relação a outras instituições, o que pode contribuir para a eficiência relativa reduzida. A Taxa de Sucesso na Graduação (X5) também é relativamente baixa, o que indica possíveis desafios no processo educacional.

A UFCA apresentou variabilidade significativa no Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1), aumentando de R\$ 14.366,47 em 2013 para R\$ 25.326,60 em 2022. O Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes (X2) e o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos (X3) também apresentam valores baixos, indicando um possível excesso de recursos humanos para atender à demanda estudantil. O Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4) e o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) são outras áreas de preocupação.

Para a UFMA, o Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1) permaneceu relativamente constante ao longo dos anos. Assim como o Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4) e a Taxa de Sucesso na Graduação (X5) não mostraram melhorias significativas. Por outro lado, o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) é abaixo da média, o Índice Geral de Cursos (X7) aumentou, mas não atingiu níveis elevados, sugerindo uma necessidade de melhorar a qualidade e a abrangência dos cursos oferecidos.

A UNIR apresentou o Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1) que variou entre R\$ 16.990,56 em 2015 e R\$ 23.987,76 em 2022. Embora o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos (X3) esteja na média, o Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4) e a Taxa de Sucesso na Graduação

(X5) permanecem baixos. O Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) também não é satisfatório, contribuindo para a baixa eficiência.

Os dados da UFRR mostram um aumento significativo no Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1), com valores que passaram de R\$ 22.714,86 em 2013 para R\$ 31.991,15 em 2021. O Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes (X2) e pelo Número de Técnicos Administrativos (X3) é relativamente baixo. O Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4) e a Taxa de Sucesso na Graduação (X5) são áreas que necessitam de melhorias significativas, assim como o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) que está bem abaixo da média.

A UFAC apresenta uma variação no Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1) ao longo dos anos, com um aumento notável em 2019. O Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes (X2) e pelo Número de Técnicos Administrativos (X3) também apresenta flutuações. O Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4) é baixo e a Taxa de Sucesso na Graduação (X5) e o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) também estão abaixo da média. O Índice Geral de Cursos (X7) aumentou somente no último ano de análise, mas não atingiu a nota máxima.

Na UFRA, o Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1) aumentou de R\$ 14.824,15 em 2013 para R\$ 16.402,43 em 2022. O Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes (X2) e pelo Número de Técnicos Administrativos (X3) não alcançou a média. A Taxa de Sucesso na Graduação (X5) teve uma variação significativa ao longo dos anos de 29,73 em 2013 e chegando ao pico de 61 no ano de 2019. Além disso, o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) é insuficiente para atingir a média.

Os principais fatores que parecem contribuir para os baixos desempenhos dessas universidades incluem alto Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1), excesso de recursos humanos (X2 e X3), baixo Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4), Taxas de Sucesso na Graduação (X5) insatisfatórias e um baixo Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6). Melhorias nesses aspectos podem potencialmente elevar a eficiência relativa dessas instituições, refletindo-se em melhores Índices Gerais de Cursos (X7) e, conseqüentemente, em um desempenho mais elevado no DEA.

Para elevar a eficiência relativa das universidades UFRB, UFCA, UFMA, UNIR, UFRR, UFAC e UFRA, é crucial uma abordagem em várias frentes. Como por

exemplo, uma alocação estratégica de recursos, garantindo que cada investimento contribua para a qualidade educacional e a pesquisa. Além disso, é imprescindível investir no desenvolvimento do corpo docente. Programas de capacitação e desenvolvimento profissional podem elevar a qualificação dos professores, refletindo em um ensino mais robusto e uma pesquisa mais impactante.

A ampliação da produção acadêmica também é vital. Estimular a pesquisa e a publicação de trabalhos científicos pode contribuir para o aumento da eficiência, assim como promover o envolvimento dos alunos com a pós-graduação. Neste sentido, se faz necessário promover uma forte cultura de pós-graduação. Isso não só atrai talentos acadêmicos, mas também impulsiona a pesquisa de ponta, contribuindo para a excelência acadêmica geral das instituições.

Outro caminho, a ser delineado é investir em infraestrutura educacional e fornecer apoio acadêmico visando melhorar a Taxa de Sucesso na Graduação, garantindo que os alunos concluam seus cursos dentro do prazo previsto. Além disso, é importante realizar avaliações regulares do desempenho e eficiência, identificando áreas de melhoria e ajustando estratégias institucionais, conforme necessário. Por fim, é essencial investir na qualidade dos cursos, alinhando-os com as demandas do mercado e as necessidades da sociedade, para aumentar a atratividade e a relevância das universidades. Através dessas medidas integradas e estratégicas e de uma análise individualizada de cada instituição, as universidades podem trabalhar rumo à melhoria da eficiência.

4.3.3 Categorização das universidades em termo de eficiência padrão

Com o objetivo de categorizar os resultados, na tabela 8 os índices de eficiência padrão das universidades são quantificados de acordo com os níveis de classificação utilizados por Savian e Bezerra (2013).

Tabela 8 – Níveis de eficiência padrão nos anos de 2013 a 2022

Categoria	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Eficientes $\theta = 1$	20	19	17	16	18	18	17	16	17	21
Ineficiência Fraca $0,8 \leq \theta < 1$	28	28	31	32	28	31	34	36	35	33
Ineficiência Moderada $0,6 \leq \theta < 0,8$	6	7	6	6	8	5	3	2	2	0
Ineficiência Forte $\theta < 0,6$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: adaptado de Savian e Bezerra (2013).

A tabela 8 fornece uma análise da eficiência relativa de 54 universidades federais brasileiras ao longo de dez anos, de 2013 a 2022. Esta análise baseia-se na classificação utilizada por Savian e Bezerra (2013), que categorizou as universidades em quatro grupos de acordo com seus índices de eficiência (θ). Durante esse período, observa-se uma flutuação no número de universidades em cada categoria de eficiência.

Destaca-se que o número de universidades classificadas como eficientes ($\theta=1$) varia de ano para ano, com quedas até o ano de 2021 e um aumento notável em 2022. Com um mínimo de 16 universidades nos anos de 2016 e 2020 e um máximo de 21 universidades no ano de 2022. Além disso, a maioria das universidades está classificada com uma ineficiência fraca, este número tem crescido ao longo dos anos e apresenta queda em 2017, 2021 e 2022, atingindo o pico de 36 universidades em 2020.

É notável também, que o número de universidades com ineficiência moderada tem diminuído ao longo do período analisado. Em 2013, havia seis universidades nessa categoria, caindo para zero em 2022. Desde 2018, observa-se uma tendência contínua de redução, indicando que as universidades que anteriormente estavam nessa faixa de ineficiência melhoraram seu desempenho ao longo dos anos. Outro ponto que é importante destacar é que nenhuma universidade foi classificada como ineficiência forte.

Em resumo, a análise da tabela revela uma melhoria geral na eficiência relativa das universidades de 2013 a 2022. O aumento no número de universidades eficientes e a redução nas que apresentaram ineficiência moderada indicam uma tendência positiva. A estabilidade na categoria de Ineficiência Fraca sugere que muitas universidades estão se aproximando da eficiência relativa máxima. A ausência constante de universidades na categoria de ineficiência forte destaca que, apesar das variações, todas as instituições mantiveram um desempenho mínimo aceitável. Essas tendências refletem um avanço significativo na qualidade e eficiência do ensino superior ao longo do período desenvolvido.

Após a classificação das universidades pelo grau de eficiência padrão, a análise prosseguiu com a segmentação dessas instituições em quartis, conforme apresentado na tabela 9.

Tabela 9 – Universidades segmentadas pelos quartis referente à média da eficiência observada no período de 2013 a 2022

1° Quartil	2° Quartil	3° Quartil	4° Quartil
UFRB	UFGD	UFBA	UnB
UFPB	UFG	UFAL	UNIVASF
UFCA	UFMT	UFPE	UFPA
UFCG	UFMS	UFS	UFLA
UFMA	UFPI	UFC	UFMG
UFRPE	UFOP	UFRN	UFSCar
UNIR	UFES	UFERSA	UNIFESP
UFRR	UFVJM	UFAM	UFV
UFAC	UFF	UFT	UFABC
UNIFAP	UFRRJ	UNIFAL-MG	UFRJ
UFRA	UFPeI	UNIFEI	UFCSPA
UFTM	UFSM	UFJF	UFSC
UNIPAMPA		UFSJ	UFPR
FURG		UFU	UFRGS

Fonte: elaborada pela autora (2024).

De acordo com a tabela 9 as universidades foram segmentadas em quatro grupos. O 1° quartil representa as universidades com os menores índices de eficiência padrão, indicando áreas potenciais para melhorias. O 2° e 3° quartil representam as universidades com níveis intermediários de eficiência, posicionadas entre as menos e as mais eficientes. Já no 4° quartil, têm-se as universidades mais eficientes, estas universidades se destacam pelo alto nível de eficiência em suas operações.

Embora seja difícil generalizar, é possível observar que em muitos casos, as universidades do quarto quartil tendem a estar localizadas em grandes centros econômicos ou em regiões metropolitanas. Essa tendência também se manifesta nas universidades do Rio Grande do Sul. No 1° quartil, encontram-se a FURG e a UNIPAMPA; no 2° quartil, a UFPeI e a UFSM; e no 4° quartil, destacam-se a UFRGS e a UFCSPA, ambas localizadas em regiões metropolitanas.

Como abordado anteriormente na análise das universidades que alcançaram a máxima eficiência relativa, observa-se que em média, 16% das instituições estão na fronteira de eficiência padrão, apresentando o mesmo resultado ao longo do período analisado. Esta observação, como enfatizado anteriormente por Pereira (2020), é comum na Análise Envoltória de Dados (DEA), pois o modelo de programação linear tende a favorecer as unidades ao distribuir pesos para *inputs* e

outputs de forma a maximizar as eficiências. Portanto, para garantir uma classificação mais precisa das instituições, visando realizar o desempate, na próxima seção, procedeu-se o cálculo da fronteira invertida.

4.4 Análise Envoltória de Dados: eficiência invertida

A análise da eficiência invertida busca identificar e diferenciar melhor as instituições que, apesar de alcançarem a máxima eficiência relativa, podem apresentar diferentes níveis de desempenho quando submetidas a uma perspectiva contrária, onde se minimizam as eficiências ao invés de maximizá-las. Este procedimento auxilia na identificação de unidades que realmente se destacam em termos de eficiência operacional e aquelas que apenas aparentam alta eficiência devido à distribuição favorável de pesos. Da mesma forma, pode permitir identificar potenciais áreas de melhoria contínua para instituições que consistentemente aparecem eficientes (Leta *et al.*, 2005).

A metodologia da fronteira invertida busca corrigir essa falsa eficiência identificando e eliminando unidades inicialmente classificadas como eficientes pela DEA padrão. Esse cálculo é realizado ao inverter os *inputs* e *outputs* para cada unidade, ou seja, os *inputs* tornam-se *outputs* e os *outputs* tornam-se *inputs*, dessa forma identificando as universidades que estariam operando com as piores pontuações, as consideradas “falsa eficientes” (Rodrigues *et al.*, 2022).

Conforme Mello *et al.* (2005) a fronteira invertida é composta pelas DMUs com as piores práticas gerenciais. Essa fronteira pode ser chamada de fronteira ineficiente. Pode-se igualmente afirmar que as universidades pertencentes à fronteira invertida têm as melhores práticas sob uma ótica oposta à eficiência padrão. De acordo com Mello *et al.* (2008) uma DMU pode ter o maior valor em um dos *outputs* e estar localizada na fronteira da eficiência padrão e pode também estar localizada na fronteira da eficiência invertida se tiver o menor valor num dos *inputs*, sendo intercessões entre essas duas fronteiras.

A tabela 10 apresenta os resultados da Análise Envoltória de Dados (DEA) detalhando como a eficiência relativa de cada universidade se comporta quando avaliada sob a ótica da eficiência invertida, nos anos de 2013 a 2022.

Tabela 10 – Resultados DEA para eficiência invertida nos anos de 2013 a 2022

Unidade	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Média
UnB	0,83	0,74	0,71	0,65	0,61	0,75	0,75	0,73	0,60	1,00	0,74
UFGD	0,75	0,77	0,82	0,75	0,85	0,75	1,00	0,80	0,90	0,97	0,84
UFG	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,78	0,75	0,89	0,77
UFMT	0,75	0,77	0,80	0,75	0,79	0,75	0,81	0,80	0,75	0,93	0,79
UFMS	0,75	0,75	0,82	0,82	0,76	0,75	0,75	0,80	0,76	0,87	0,78
UFBA	0,75	0,75	0,77	0,75	0,75	0,75	0,77	0,84	0,75	0,81	0,77
UFRB	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	1,00	0,97
UFPB	0,75	0,75	0,80	0,76	0,75	0,75	0,79	0,87	0,86	0,98	0,81
UFCA	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
UFAL	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	0,78	0,88	0,75	0,96	0,91
UFCG	0,75	0,78	0,80	0,75	0,75	0,75	0,75	0,93	1,00	0,97	0,82
UFPE	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,76	0,75
UFS	0,75	0,94	0,93	1,00	0,88	0,75	0,81	0,86	0,75	0,92	0,86
UFC	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,81	0,75	0,76	0,76
UFMA	1,00	1,00	1,00	0,94	1,00	0,75	0,76	0,85	0,75	0,98	0,90
UFPI	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	0,82	0,75	1,00	0,93
UFRN	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,78	0,75	0,76	0,75
UNIVASF	0,98	1,00	1,00	0,99	0,75	0,78	0,84	0,93	1,00	0,92	0,92
UFRPE	0,77	0,87	0,93	0,97	0,95	0,93	0,86	1,00	0,75	0,93	0,90
UFERSA	0,75	0,95	1,00	0,79	0,90	0,80	0,86	0,90	0,81	0,91	0,87
UNIR	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,91	0,78	1,00	0,97
UFRR	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
UFAC	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	0,99
UNIFAP	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
UFAM	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	0,84	0,89	0,75	1,00	0,92
UFPA	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,81	0,76
UFT	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,77	0,88	0,88	0,82	0,95	0,93
UFRA	1,00	1,00	1,00	0,75	1,00	0,83	0,88	0,89	0,75	0,94	0,90
UNIFAL-MG	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,87	0,75	0,89	0,78
UNIFEI	0,75	0,81	0,91	0,81	0,75	0,75	0,75	0,82	0,75	0,79	0,79
UFJF	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,78	0,75	0,89	0,77
UFLA	0,60	0,73	0,76	0,72	0,67	0,60	0,61	0,71	0,60	0,78	0,68
UFMG	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,62	0,60	0,71	0,61
UFOP	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,87	0,96	0,87	0,80
UFSCar	0,60	0,60	0,67	0,66	0,60	0,60	0,62	0,63	0,61	0,75	0,63
UFSJ	0,83	0,76	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,81	0,75	0,90	0,78
UNIFESP	1,00	1,00	0,72	0,89	0,69	0,60	1,00	1,00	0,66	0,77	0,83
UFU	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1,00	0,75	0,97	0,80
UFV	0,62	0,71	0,78	1,00	0,62	0,61	0,70	0,79	0,80	0,94	0,76
UFABC	0,65	1,00	0,78	0,70	0,72	0,62	0,61	0,77	0,60	0,79	0,72
UFES	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,88	0,76
UFRJ	0,75	0,60	0,75	1,00	0,79	0,60	1,00	0,67	0,70	0,78	0,76
UFTM	0,80	0,90	0,76	0,76	0,81	0,75	0,84	0,98	0,84	0,97	0,84
UFVJM	0,76	0,75	1,00	0,75	0,77	0,75	0,89	1,00	0,92	1,00	0,86
UFF	0,75	0,75	0,80	0,84	0,75	0,75	0,75	0,85	0,80	0,86	0,79
UFRRJ	1,00	0,88	0,99	0,75	0,90	0,75	0,88	0,91	0,99	0,99	0,90
UFCSPA	0,75	0,75	0,75	0,75	0,60	0,60	0,60	0,65	0,60	0,72	0,68
UFPeI	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,78	0,87	0,94	1,00	1,00	0,96
UFSC	0,60	0,60	0,64	0,69	0,60	0,60	0,64	0,79	0,82	0,76	0,67
UFSM	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,83	0,75	0,77	0,76
UNIPAMPA	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,91	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99
UFPR	0,75	0,75	0,75	0,75	0,60	0,60	0,60	0,66	1,00	0,90	0,74
FURG	0,75	0,81	0,88	0,87	0,90	0,75	0,85	0,86	0,75	1,00	0,84
UFRGS	0,60	0,60	0,62	0,65	0,60	0,60	0,60	0,63	0,60	0,71	0,62

Fonte: elaborada pela autora (2024).

A análise da tabela 10 revela a presença de eficiência invertida, indicando as universidades com as piores práticas gerenciais. Ao longo do período analisado foi observado que três universidades alcançaram a classificação máxima da eficiência invertida, consideradas as “falsas eficientes”, ou seja, são as instituições com os piores níveis de eficiência relativa durante todo o período. Essas instituições são a Universidade Federal do Cariri, a Universidade Federal de Roraima e a Universidade Federal do Amapá, totalizando 5,5% do conjunto total de universidades analisadas.

Entre 2013 e 2022, o número de universidades que alcançaram o padrão máximo de eficiência invertida variou significativamente. Em 2013 e 2016, 15 universidades (28% do total) atingiram essa eficiência. Nos anos seguintes, 17 universidades (31%) mantiveram esse padrão em 2014 e 2015. Em 2017, o número caiu para 14 universidades (26%), e diminuiu drasticamente para 7 (13%) em 2018. Em 2019, houve um aumento para 10 universidades (19%). Em 2020 e 2021, o número permaneceu constante em 9 instituições (17%), subindo para 11 universidades (20%) em 2022.

Considerando que o cálculo da eficiência invertida é realizado pela inversão entre *inputs* e *outputs*, as universidades mais ineficientes, ou seja, as piores classificadas, são na verdade as melhores colocadas. Entre elas estão a Universidade Federal de Minas Gerais (0,61), a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (0,62), a Universidade Federal de São Carlos (0,63), a Universidade Federal de Santa Catarina (0,67), Universidade Federal de Lavras (0,68) e a Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (0,68). Mello *et al.* (2008) propõem que, para ordenar as DMUs após a eficiência invertida é necessário aplicar a fronteira composta, apresentada na próxima seção.

4.5 Análise Envoltória de Dados: eficiência composta

A eficiência composta é obtida pela média aritmética entre a eficiência padrão e a ineficiência (1 menos eficiência) relacionada à fronteira invertida. Para que cada DMU alcance uma alta eficiência composta, ela deve ter um alto grau de pertinência em relação à fronteira padrão e um baixo grau em relação à fronteira invertida (Mello *et al.*, 2008). Portanto, a DMU deve não apenas ter bom desempenho nos critérios em que se destaca, mas também não pode ter um mau desempenho nos critérios em que for mais fraca. A tabela 11 demonstra os valores para a eficiência composta das universidades federais brasileiras nos anos de 2013 a 2022.

Tabela 11 – Resultados DEA para eficiência composta nos anos de 2013 a 2022

Unidade	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Média
UnB	0,49	0,63	0,64	0,68	0,69	0,55	0,63	0,64	0,70	0,50	0,61
UFGD	0,60	0,53	0,49	0,53	0,48	0,53	0,40	0,50	0,45	0,42	0,49
UFG	0,53	0,53	0,53	0,54	0,53	0,53	0,53	0,51	0,53	0,56	0,53
UFMT	0,58	0,51	0,51	0,53	0,50	0,53	0,50	0,50	0,53	0,43	0,51
UFMS	0,54	0,53	0,49	0,49	0,52	0,54	0,53	0,50	0,52	0,48	0,51
UFBA	0,53	0,53	0,54	0,54	0,61	0,53	0,52	0,48	0,53	0,59	0,54
UFRB	0,44	0,50	0,40	0,40	0,30	0,30	0,30	0,40	0,53	0,40	0,40
UFPB	0,53	0,53	0,50	0,52	0,53	0,53	0,51	0,47	0,47	0,41	0,50
UFCA	0,48	0,36	0,35	0,31	0,34	0,40	0,40	0,41	0,40	0,40	0,38
UFAL	0,32	0,35	0,50	0,50	0,50	0,63	0,61	0,56	0,63	0,42	0,50
UFCG	0,53	0,52	0,50	0,53	0,53	0,53	0,53	0,44	0,40	0,41	0,49
UFPE	0,58	0,57	0,56	0,59	0,57	0,63	0,59	0,63	0,53	0,62	0,58
UFS	0,54	0,53	0,46	0,40	0,56	0,53	0,50	0,47	0,53	0,44	0,50
UFC	0,63	0,63	0,61	0,56	0,60	0,53	0,57	0,50	0,60	0,62	0,59
UFMA	0,30	0,30	0,30	0,43	0,40	0,53	0,52	0,48	0,53	0,41	0,42
UFPI	0,50	0,45	0,37	0,34	0,35	0,32	0,53	0,50	0,63	0,50	0,45
UFRN	0,63	0,56	0,54	0,62	0,56	0,53	0,53	0,51	0,53	0,62	0,56
UNIVASF	0,51	0,42	0,43	0,41	0,62	0,61	0,58	0,54	0,50	0,44	0,51
UFRPE	0,52	0,47	0,44	0,41	0,43	0,44	0,47	0,40	0,53	0,43	0,45
UFERSA	0,62	0,46	0,44	0,54	0,45	0,50	0,47	0,45	0,50	0,46	0,49
UNIR	0,32	0,30	0,31	0,30	0,30	0,30	0,32	0,45	0,51	0,40	0,35
UFRR	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,40	0,40	0,40	0,40	0,34
UFAC	0,50	0,50	0,50	0,35	0,50	0,33	0,30	0,31	0,30	0,43	0,40
UNIFAP	0,35	0,30	0,43	0,41	0,39	0,48	0,41	0,36	0,36	0,43	0,39
UFAM	0,50	0,50	0,50	0,50	0,32	0,54	0,50	0,46	0,63	0,40	0,48
UFPA	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,53	0,60	0,61
UFT	0,46	0,50	0,50	0,36	0,30	0,60	0,46	0,46	0,49	0,43	0,46
UFRA	0,30	0,32	0,33	0,53	0,40	0,49	0,50	0,51	0,53	0,45	0,44
UNIFAL-MG	0,54	0,54	0,57	0,56	0,61	0,63	0,53	0,48	0,53	0,50	0,55
UNIFEI	0,53	0,50	0,45	0,59	0,63	0,63	0,63	0,49	0,63	0,61	0,57
UFJF	0,63	0,56	0,53	0,54	0,53	0,53	0,53	0,51	0,53	0,50	0,54
UFLA	0,70	0,63	0,62	0,64	0,66	0,70	0,69	0,65	0,70	0,61	0,66
UFMG	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,69	0,70	0,64	0,69
UFOP	0,53	0,53	0,52	0,53	0,53	0,53	0,53	0,57	0,42	0,48	0,51
UFSCar	0,70	0,70	0,66	0,67	0,70	0,70	0,69	0,68	0,70	0,62	0,68
UFSJ	0,59	0,62	0,63	0,63	0,63	0,63	0,54	0,51	0,53	0,46	0,57
UNIFESP	0,50	0,50	0,64	0,56	0,66	0,70	0,50	0,50	0,67	0,61	0,58
UFU	0,54	0,58	0,63	0,53	0,57	0,53	0,53	0,40	0,53	0,42	0,52
UFV	0,69	0,64	0,61	0,50	0,69	0,69	0,65	0,61	0,60	0,53	0,62
UFABC	0,68	0,50	0,61	0,65	0,64	0,69	0,69	0,62	0,70	0,60	0,64
UFES	0,53	0,53	0,53	0,55	0,53	0,57	0,55	0,55	0,53	0,47	0,53
UFRJ	0,62	0,70	0,63	0,50	0,61	0,70	0,50	0,67	0,65	0,61	0,62
UFTM	0,50	0,45	0,52	0,52	0,50	0,53	0,48	0,41	0,48	0,42	0,48
UFVJM	0,52	0,53	0,44	0,53	0,52	0,53	0,46	0,40	0,44	0,45	0,48
UFF	0,57	0,53	0,50	0,48	0,52	0,54	0,53	0,50	0,50	0,51	0,52
UFRRJ	0,40	0,46	0,41	0,63	0,45	0,53	0,46	0,45	0,41	0,40	0,46
UFCSPA	0,63	0,63	0,61	0,60	0,70	0,70	0,70	0,68	0,70	0,64	0,66
UFPEl	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,51	0,57	0,43	0,40	0,40	0,43
UFSC	0,70	0,70	0,68	0,66	0,70	0,70	0,68	0,61	0,59	0,62	0,66
UFSM	0,53	0,54	0,53	0,53	0,54	0,53	0,53	0,48	0,53	0,62	0,53
UNIPAMPA	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,45	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
UFPR	0,52	0,57	0,55	0,54	0,70	0,70	0,70	0,67	0,50	0,55	0,60
FURG	0,55	0,50	0,46	0,46	0,45	0,53	0,47	0,47	0,53	0,40	0,48
UFRGS	0,70	0,70	0,69	0,67	0,70	0,70	0,70	0,69	0,70	0,65	0,69

Fonte: elaborada pela autora (2024).

Com os resultados apresentados na tabela 11 é possível identificar as melhores instituições de ensino superior em termos de eficiência composta ao longo do período analisado. Ao calcular a média de eficiência composta do período de 2013 a 2022 para cada universidade, podem-se elencar aquelas que se destacaram ao longo dos anos. A Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) ganham destaque, com médias de eficiência de 0,69.

Outra universidade que se destaca é a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), que obteve uma média anual de eficiência de 0,68, seguida pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA) todas com média de 0,66. Por outro lado, instituições como a Universidade Federal de Roraima (UFRR) e a Universidade Federal de Rondônia (UNIR) apresentaram baixos índices de eficiência composta, com médias de 0,34 e 0,35, respectivamente. Algumas universidades mostraram melhorias significativas em períodos específicos, como a UFAL entre 2018 e 2020, mas depois enfrentaram declínios. Por fim, ainda existe a possibilidade de normalização desses *escores* através da eficiência composta normalizada, conforme apresentado na próxima seção.

4.6 Análise Envoltória de Dados: eficiência composta normalizada

Conforme Pereira (2020) a eficiência composta normalizada é utilizada como compensação da benevolência inerente aos modelos DEA padrão, que podem aplicar pesos de forma desigual, distorcendo a percepção da eficiência relativa das unidades avaliadas. Ao normalizar os dados, a fronteira composta normalizada é obtida dividindo o valor da eficiência composta pelo maior valor entre todos os valores de eficiência composta, o que proporciona uma visão mais equilibrada e comparável entre as unidades. Nesse sentido, as contribuições de Mello *et al.* (2008) ressaltam a importância da normalização dos dados para calcular *rankings* e comparar períodos, permitindo uma análise mais precisa e objetiva ao delimitar as unidades em diferentes níveis de eficiência relativa.

A tabela 12 apresenta os dados da eficiência composta normalizada para o período de 2013 a 2022 das universidades federais brasileiras analisadas. Dessa forma, é possível apresentar os índices de eficiência composta no intervalo entre 0 a 1, podendo posteriormente delimitar as unidades.

Tabela 12 – Resultados DEA para eficiência composta normalizada nos anos de 2013 a 2022

Unidade	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Média
UnB	0,69	0,90	0,92	0,96	0,99	0,79	0,89	0,92	1,00	0,78	0,88
UFGD	0,86	0,76	0,70	0,75	0,68	0,75	0,57	0,72	0,64	0,65	0,71
UFG	0,75	0,75	0,75	0,77	0,75	0,75	0,75	0,73	0,75	0,86	0,76
UFMT	0,83	0,73	0,73	0,75	0,72	0,75	0,71	0,72	0,75	0,67	0,74
UFMS	0,77	0,76	0,70	0,70	0,74	0,77	0,75	0,72	0,74	0,74	0,74
UFBA	0,75	0,75	0,76	0,76	0,87	0,75	0,74	0,69	0,75	0,92	0,77
UFRB	0,62	0,71	0,57	0,57	0,43	0,43	0,43	0,58	0,75	0,62	0,57
UFPB	0,75	0,75	0,71	0,74	0,75	0,75	0,72	0,67	0,67	0,63	0,72
UFCA	0,69	0,51	0,50	0,44	0,48	0,57	0,57	0,60	0,57	0,62	0,55
UFAL	0,46	0,51	0,71	0,71	0,71	0,89	0,87	0,81	0,89	0,65	0,72
UFCG	0,75	0,75	0,72	0,75	0,75	0,75	0,75	0,63	0,57	0,64	0,71
UFPE	0,83	0,81	0,79	0,84	0,81	0,89	0,84	0,90	0,76	0,96	0,84
UFS	0,78	0,76	0,65	0,57	0,80	0,76	0,71	0,68	0,75	0,69	0,71
UFC	0,89	0,89	0,88	0,80	0,86	0,76	0,82	0,73	0,85	0,96	0,84
UFMA	0,43	0,43	0,43	0,62	0,57	0,75	0,74	0,69	0,75	0,63	0,60
UFPI	0,71	0,64	0,54	0,49	0,50	0,46	0,75	0,72	0,89	0,78	0,65
UFRN	0,89	0,80	0,78	0,88	0,81	0,75	0,75	0,74	0,75	0,96	0,81
UNIVASF	0,73	0,60	0,62	0,58	0,89	0,87	0,83	0,77	0,71	0,68	0,73
UFRPE	0,74	0,66	0,62	0,59	0,61	0,62	0,67	0,58	0,75	0,67	0,65
UFERSA	0,89	0,65	0,62	0,77	0,64	0,72	0,67	0,65	0,71	0,71	0,70
UNIR	0,46	0,43	0,45	0,43	0,43	0,43	0,45	0,64	0,73	0,62	0,51
UFRR	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,57	0,58	0,57	0,62	0,49
UFAC	0,71	0,71	0,71	0,50	0,71	0,48	0,43	0,45	0,43	0,66	0,58
UNIFAP	0,51	0,43	0,62	0,58	0,56	0,69	0,58	0,52	0,51	0,66	0,57
UFAM	0,71	0,71	0,71	0,71	0,46	0,77	0,71	0,66	0,89	0,62	0,70
UFPA	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,90	0,75	0,93	0,88
UFT	0,66	0,71	0,71	0,51	0,43	0,86	0,66	0,67	0,70	0,66	0,66
UFRA	0,43	0,46	0,48	0,75	0,57	0,71	0,72	0,74	0,75	0,69	0,63
UNIFAL-MG	0,77	0,77	0,81	0,79	0,88	0,89	0,75	0,70	0,76	0,77	0,79
UNIFEI	0,75	0,71	0,64	0,85	0,89	0,89	0,89	0,71	0,89	0,94	0,82
UFJF	0,89	0,81	0,75	0,77	0,75	0,75	0,75	0,73	0,75	0,78	0,77
UFLA	1,00	0,91	0,89	0,92	0,95	1,00	0,99	0,93	1,00	0,94	0,95
UFMG	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
UFOP	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,82	0,61	0,75	0,74
UFSCar	1,00	1,00	0,95	0,96	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99	0,97	0,98
UFSJ	0,84	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,77	0,73	0,75	0,71	0,83
UNIFESP	0,71	0,71	0,91	0,80	0,94	1,00	0,71	0,72	0,96	0,95	0,84
UFU	0,77	0,83	0,89	0,75	0,82	0,75	0,75	0,58	0,75	0,64	0,75
UFV	0,99	0,92	0,87	0,71	0,99	0,99	0,93	0,88	0,86	0,82	0,90
UFABC	0,97	0,71	0,87	0,93	0,92	0,99	0,99	0,89	1,00	0,94	0,92
UFES	0,75	0,75	0,75	0,78	0,75	0,82	0,78	0,80	0,75	0,73	0,77
UFRJ	0,89	1,00	0,89	0,71	0,87	1,00	0,71	0,96	0,93	0,94	0,89
UFTM	0,71	0,64	0,75	0,75	0,71	0,75	0,69	0,59	0,69	0,64	0,69
UFVJM	0,75	0,75	0,63	0,75	0,74	0,75	0,65	0,58	0,63	0,70	0,69
UFF	0,81	0,75	0,72	0,69	0,75	0,77	0,75	0,72	0,71	0,79	0,74
UFRRJ	0,57	0,66	0,58	0,89	0,65	0,75	0,66	0,65	0,58	0,63	0,66
UFCSPA	0,89	0,89	0,88	0,85	1,00	1,00	1,00	0,98	1,00	0,99	0,95
UFPEl	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,73	0,81	0,62	0,57	0,62	0,62
UFSC	1,00	1,00	0,97	0,94	1,00	1,00	0,97	0,88	0,84	0,96	0,96
UFSM	0,75	0,77	0,75	0,75	0,77	0,75	0,75	0,70	0,75	0,95	0,77
UNIPAMPA	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,64	0,57	0,58	0,57	0,62	0,58
UFPR	0,75	0,81	0,78	0,78	1,00	1,00	1,00	0,97	0,71	0,85	0,87
FURG	0,79	0,71	0,65	0,66	0,64	0,75	0,68	0,68	0,75	0,62	0,69
UFRGS	1,00	1,00	0,98	0,96	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	0,99

Fonte: elaborada pela autora (2024).

Assim, pela análise da tabela 12, observa-se que a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) lidera o *ranking* e é considerada a universidade mais eficiente entre as instituições analisadas, com *score* 1. A Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) se manteve na liderança nos quatro modelos de fronteira de eficiência: fronteira padrão, invertida, composta e composta normalizada. Seguida pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) com média do período de 0,99, a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) com 0,98, a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) com 0,96, e ainda, a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e a Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), ambas com 0,95.

Já entre as universidades com os níveis mais baixos de eficiência relativa, com ineficiência forte estão a Universidade Federal de Roraima (UFRR) com média do período de 0,49, a Universidade Federal de Rondônia (UNIR) com 0,51, a Universidade Federal do Cariri (UFCA) com 0,55, a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e a Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), ambas com 0,57, seguidas pela Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) e pela Universidade Federal do Acre (UFAC), ambas com 0,58 de média do período.

Com o objetivo de categorizar os resultados, conforme a classificação utilizada por Savian e Bezerra (2013), a tabela 13 demonstra os índices de eficiência composta normalizada das universidades.

Tabela 13 – Níveis de eficiência composta normalizada nos anos de 2013 a 2022

Categoria	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Eficientes $\theta = 1$	4	5	1	1	6	8	4	1	6	1
Ineficiência Fraca $0,8 \leq \theta < 1$	15	11	15	13	16	12	13	14	10	18
Ineficiência Moderada $0,6 \leq \theta < 0,8$	26	29	28	27	20	28	29	29	30	35
Ineficiência Forte $\theta < 0,6$	9	9	10	13	12	6	8	10	8	0

Fonte: adaptado de Savian e Bezerra (2013).

A tabela 13 apresenta uma análise da eficiência composta normalizada de 54 universidades federais brasileiras analisadas nesta pesquisa, ao longo do período analisado, de 2013 a 2022. O número de universidades que alcançaram a eficiência relativa máxima ($\theta=1$) variou consideravelmente ao longo dos anos. Em 2013, quatro universidades estavam nesta categoria. Esse número aumentou para cinco em 2014, mas caiu significativamente para apenas uma universidade em 2015 e 2016. Em 2017, houve um aumento significativo para seis universidades eficientes,

atingindo um pico de oito em 2018. Nos anos seguintes, os números oscilaram, com um retorno de apenas uma universidade eficiente em 2020 e 2022. Esses dados indicam que, embora algumas instituições tenham alcançado a eficiência máxima em determinados anos, a manutenção desse desempenho excelente é desafiadora.

A categoria de ineficiência fraca também apresentou flutuações, mas manteve uma presença significativa de universidades ao longo do período. Em 2013, havia 15 universidades nesta categoria, número que caiu para 11 em 2014. Posteriormente, os números variaram, com um aumento para 16 universidades em 2017 e uma redução para 10 em 2021. Em 2022, houve um aumento significativo para 18 universidades nesta categoria.

A maioria das universidades federais brasileiras encontra-se na categoria de ineficiência moderada durante a maior parte do período analisado. Em 2013, 26 universidades estavam nesta categoria, e esse número aumentou para 29 em 2014. O número se manteve próximo deste valor nos anos seguintes, atingindo 35 universidades em 2022.

A categoria de ineficiência forte apresentou uma tendência de redução ao longo dos anos. Em 2013, nove universidades estavam nesta categoria, número que se manteve em 2014, mas aumentou para 10 em 2015 e para 13 universidades em 2016. A partir de então, houve uma diminuição, com apenas seis universidades em 2018. Nos anos seguintes, os números oscilaram, culminando em nenhum registro de universidade na categoria de ineficiência forte no ano de 2022.

A análise da tabela 13 revela uma tendência geral de melhoria na eficiência relativa das universidades federais brasileiras ao longo do período de dez anos. A redução do número de universidades na categoria de ineficiência forte e o aumento ocasional na categoria de universidades de ineficiência fraca mostram progressos significativos. No entanto, a persistência de um número elevado de instituições na categoria de ineficiência moderada aponta para desafios contínuos que precisam ser envolvidos para alcançar uma eficiência relativa ótima em um número maior de universidades.

A tabela 14 apresenta a relação das universidades consideradas eficientes (*benchmarking*) no período de 2013 a 2022 para cada uma das eficiências analisadas.

Tabela 14 – Universidades consideradas eficientes no período de 2013 a 2022

Eficiência Padrão		Eficiência Invertida		Eficiência Composta		Eficiência Composta Normalizada	
DMU's	Média	DMU's	Média	DMU's	Média	DMU's	Média
UFLA	1,00	UFMG	0,61	UFMG	0,69	UFMG	1,00
UFMG	1,00	UFRGS	0,62	UFRGS	0,69	UFRGS	0,99
UFSCar	1,00	UFSCar	0,63	UFSCar	0,68	UFSCar	0,98
UNIFESP	1,00	UFSC	0,67	UFLA	0,66	UFSC	0,96
UFV	1,00	UFLA	0,68	UFCSPA	0,66	UFLA	0,95
UFABC	1,00	UFCSPA	0,68	UFSC	0,66	UFCSPA	0,95
UFRJ	1,00						
UFSC	1,00						
UFRGS	1,00						

Fonte: elaborada pela autora (2024).

A tabela 14 apresenta uma análise das universidades consideradas mais eficientes ao longo do período de 2013 a 2022, utilizando diferentes métricas de análise de eficiência: eficiência padrão, eficiência invertida, eficiência composta e eficiência composta normalizada. A eficiência composta normalizada apresenta um *ranking* de classificação das seis universidades com os maiores índices de eficiência entre as instituições analisadas.

Na análise da eficiência padrão, nove universidades alcançaram a média máxima de 1,00, entre elas estão a UFLA, UFMG, UFSCar, UNIFESP, UFV, UFABC, UFRJ, UFSC, UFRGS. Isso indica que, segundo os critérios padrão, essas instituições operaram de maneira otimizada durante o período analisado, atingindo a eficiência relativa máxima possível.

Na análise da eficiência invertida, a ordenação é invertida para avaliar a capacidade das universidades de identificar e eliminar ineficiências, dessa forma, as universidades com as piores médias. De acordo com Leta *et al.* (2005), as DMUs pertencentes a fronteira invertida tem as melhores práticas sob uma óptica oposta. De acordo com a tabela 14, as universidades “piores” classificadas, ou seja, as melhores na eficiência invertida, são a UFMG, UFRGS, UFSCar, seguidas por UFSC, UFLA e UFCSPA.

Na métrica de eficiência composta, que integra e ordena as DMUs pela média da eficiência padrão e da ineficiência, as universidades UFMG e UFRGS se destacaram, ambas com uma média de 0,69. Outras universidades como UFSCar, UFLA, UFCSPA e UFSC tiveram médias ligeiramente inferiores, variando entre 0,66 e 0,68. Por fim, na eficiência composta normalizada, UFMG alcançou a média

máxima de 1,00, enquanto UFRGS, UFSCar, UFSC, UFLA e UFCSPA variaram entre 0,95 e 0,99.

Da mesma forma, foi realizada a análise das universidades que apresentaram os níveis mais baixos de eficiência relativa. A relação consta na tabela 15 e considera a média do período de 2013 a 2022 para cada uma das métricas analisadas.

Tabela 15 – Universidades consideradas ineficientes no período de 2013 a 2022

Eficiência padrão		Eficiência Invertida		Eficiência Composta		Eficiência Composta Normalizada	
DMU's	Média	DMU's	Média	DMU's	Média	DMU's	Média
UNIR	0,67	UFCA	1,00	UFRR	0,34	UFRR	0,49
UFRR	0,68	UFRR	1,00	UNIR	0,35	UNIR	0,51
UFMA	0,74	UNIFAP	1,00	UFCA	0,38	UFCA	0,55
UFRB	0,76			UNIFAP	0,39	UNIFAP	0,57
UFCA	0,77			UFRB	0,40	UFRB	0,57
UFRA	0,78			UFAC	0,40	UFAC	0,58
UNIFAP	0,78			UNIPAMPA	0,40	UNIPAMPA	0,58

Fonte: elaborada pela autora (2024).

A tabela 15 apresenta uma análise das universidades menos eficientes no período de 2013 a 2022, utilizando diferentes métricas de eficiência: eficiência padrão, eficiência invertida, eficiência composta e eficiência composta normalizada. A análise oferece um panorama das instituições com desempenho inferior ao longo do período.

Na métrica de eficiência padrão, onde valores mais baixos indicam maior ineficiência, a UNIR se destaca como a universidade menos eficiente com uma média de 0,67. Seguindo de perto está a UFRR, com uma média de 0,68, e a UFMA, com 0,74. Outras universidades listadas, como UFRB (0,76), UFCA (0,77) e UFRA (0,78), também apresentam baixos índices de eficiência. Na eficiência invertida, onde valores mais altos indicam menor eficiência, UFCA, UFRR e UNIFAP atingem o valor máximo de 1,00, sinalizando a maior ineficiência nessa métrica.

Já a eficiência composta, que combina diferentes aspectos da eficiência, mostra que UFRR (0,34) e UNIR (0,35) são novamente as menos eficientes. UFCA (0,38) e UNIFAP (0,39) também aparecem como destaques negativos nesta métrica. Por fim, a eficiência composta normalizada, oferece uma escala comum para comparação, destaca UFRR (0,49) e UNIR (0,51) como as universidades menos eficientes. UFCA

(0,55), UNIFAP (0,57) e UFRB (0,57) continuam a apresentar baixa eficiência. Entram nessa lista a UFAC e a UNIPAMPA, ambas com 0,58 de eficiência.

Em resumo, pode-se observar que a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) destaca-se como a universidade mais eficiente considerando todas as métricas. Com exceção do ano de 2022 que ficou com a eficiência relativa em 0,99. Os dados da UFMG apontam que a universidade manteve o Custo Corrente por Aluno Equivalente constante ao longo dos anos e esteve acima da média nas demais variáveis analisadas, atingindo o nível máximo do Índice Geral de Cursos durante os 10 anos analisados. Em contraste, as universidades UNIR e UFRR aparecem em várias métricas como menos eficientes e sugere desafios estruturais e operacionais significativos. Essas instituições, juntamente com UFCA, UNIFAP, UFRB, UFAC e UNIPAMPA, que também figuram em métricas de ineficiência, necessitam de atenção especial para melhorar sua eficiência relativa.

Em conclusão, a análise apresentada nas tabelas 14 e 15 revela um panorama detalhado das universidades mais e menos eficientes ao longo do período de 2013 a 2022, utilizando diversas métricas de eficiência relativa. A eficiência composta normalizada, que integra diferentes aspectos de eficiência, confirma a necessidade de um foco maior em políticas de gestão e estratégias operacionais para essas instituições menos eficientes, visando aprimorar recursos e melhorar seus resultados acadêmicos e operacionais. Esses resultados oferecem uma base para a formulação de políticas educacionais e estratégias de gestão universitária, visando à melhoria contínua das instituições de ensino superior no Brasil.

A análise da variação da eficiência composta normalizada das universidades antes e durante a pandemia da Covid-19 reforça essa necessidade, contribuindo para a melhoria da gestão, operação e resiliência das universidades.

4.6.1 Variação da eficiência composta normalizada das universidades antes e durante a pandemia da Covid-19

Para medir a variação da produtividade das universidades federais, foi utilizado o teste de Malmquist, com dados em painel para comparação de dois períodos de tempo. Por meio do Índice de Malmquist, verifica-se a evolução da produtividade das universidades, ou seja, se houve melhora ou piora na relação entre seus *outputs* e *inputs*, conforme apresentado na tabela 16 que compara os períodos antes e durante da pandemia da Covid-19.

Tabela 16 - Teste de Malmquist para a variação de eficiência composta normalizada antes e durante a pandemia da Covid-19

DMU	Malmquist	Categoria	DMU	Malmquist	Categoria
UnB	2,36	Aumentou	UFRA	3,63	Aumentou
UFGD	-2,02	Diminuiu	UNIFAL-MG	0,25	Aumentou
UFG	0,16	Aumentou	UNIFEI	0,77	Aumentou
UFMT	-1,18	Diminuiu	UFJF	-1,46	Diminuiu
UFMS	-0,37	Diminuiu	UFLA	-0,50	Diminuiu
UFBA	0,26	Aumentou	UFMG	0,00	Diminuiu
UFRB	-1,05	Diminuiu	UFOP	-0,13	Diminuiu
UFPB	-0,49	Diminuiu	UFSCar	-0,15	Diminuiu
UFCA	-2,24	Diminuiu	UFSJ	-0,19	Diminuiu
UFAL	4,24	Aumentou	UNIFESP	1,56	Aumentou
UFCG	-0,65	Diminuiu	UFU	-0,29	Diminuiu
UFPE	0,15	Aumentou	UFV	-1,03	Diminuiu
UFS	-0,89	Diminuiu	UFABC	-0,53	Diminuiu
UFC	-0,59	Diminuiu	UFES	0,20	Aumentou
UFMA	3,06	Aumentou	UFRJ	-0,07	Diminuiu
UFPI	-1,20	Diminuiu	UFTM	-0,35	Diminuiu
UFRN	-0,99	Diminuiu	UFVJM	-0,81	Diminuiu
UNIVASF	-0,08	Diminuiu	UFF	-0,86	Diminuiu
UFRPE	-1,28	Diminuiu	UFRRJ	1,37	Aumentou
UFERSA	-2,40	Diminuiu	UFCSPA	0,58	Aumentou
UNIR	0,69	Aumentou	UFPeI	0,76	Aumentou
UFRR	1,24	Aumentou	UFSC	-0,47	Diminuiu
UFAC	-2,32	Diminuiu	UFSM	0,20	Aumentou
UNIFAP	1,04	Aumentou	UNIPAMPA	0,20	Aumentou
UFAM	-0,37	Diminuiu	UFPR	1,39	Aumentou
UFPA	-0,13	Diminuiu	FURG	-1,34	Diminuiu
UFT	-0,15	Diminuiu	UFRGS	-0,06	Diminuiu

Fonte: elaborada pela autora (2024).

A tabela 16 apresenta os resultados do Índice de Malmquist para a variação de eficiência composta normalizada das universidades antes (anos de 2013 até 2019) e durante (anos de 2020 até 2022) a pandemia da Covid-19. A análise pode ser dividida em duas categorias: aumento da eficiência relativa e diminuição da eficiência relativa. Das universidades analisadas, 20 instituições (37%) demonstraram um aumento na eficiência relativa e 34 instituições (63%) sofreram queda na eficiência relativa.

As universidades que aumentaram a eficiência relativa incluem UnB (2,36), UFAL (4,24), UFMA (3,06), UFRR (1,15), UFRA (1,24), entre outras. A UFAL destacou-se com o maior aumento de eficiência, apresentando um índice de 4,24.

Por outro lado, as universidades que sofreram uma queda na eficiência relativa incluem UFGD (-2,02), UFMT (-1,18), UFRB (-1,05), UFV (-1,03), UFAC (-2,32), entre outras. A UFERSA teve a maior queda na eficiência, com um índice de -2,40. Da forma oposta, percebe-se que nas universidades do Rio Grande do Sul a maioria aumentou sua eficiência durante a pandemia da Covid-19. Quatro instituições aumentaram sua eficiência, entre elas: a Universidade Federal de Pelotas - UFPEL (0,76), Universidade Federal de Santa Maria - UFSM (0,20), Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre - UFCSPA (0,58) e Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA (0,20) e duas sofreram queda na eficiência a Universidade Federal de Rio Grande - FURG (-1,34) e Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS (-0,06).

A análise pelo teste de Malmquist confirma que a pandemia teve impactos variados nas eficiências das universidades federais brasileiras. Algumas instituições conseguiram melhorar sua eficiência relativa, outras enfrentaram dificuldades e tiveram queda na sua eficiência relativa. Esses resultados refletem os desafios detalhados no referencial teórico, incluindo a redução do orçamento destacado no estudo de Gualandi Filho *et al.* (2023), a transição para o ensino remoto abordado por Monteiro *et al.* (2023) e o aumento dos custos operacionais destacado na pesquisa de Schleicher (2020).

A hipótese de que os níveis de eficiência relativa das universidades federais do Brasil decresceram durante a pandemia não foi confirmada nesta pesquisa. A hipótese nula testada pelo teste *t* de duas amostras de Welch, que visa verificar se houve uma mudança nos níveis de eficiência relativa das universidades antes e durante a pandemia da Covid-19, indica que não houve diferença significativa entre os níveis de eficiência relativa nos dois períodos analisados.

De acordo com Bila (2024), o teste *t* de Welch é utilizado para verificar se as médias de dois grupos são estatisticamente diferentes, sendo útil quando não se assume que as variâncias dos dois grupos são iguais. Para os anos de 2020, 2021 e 2022, o *p*-valor foi de 0,8116. O *p*-valor é maior que o nível de significância de 5% (0,05), indicando que não há evidência estatística para rejeitar a hipótese nula de que não há diferença significativa nos níveis de eficiência relativa entre os dois períodos analisados. De acordo com Bila (2024), um valor *p* menor que 0,05 indica que os resultados são estatisticamente significativos.

Portanto, com base nos resultados dos testes estatísticos, não parece haver uma mudança significativa no nível de eficiência relativa das universidades antes e durante a pandemia da Covid-19 nos anos de 2020, 2021 e 2022. Embora muitas universidades tenham enfrentado uma queda na eficiência relativa, outras aumentaram seus níveis de eficiência relativa durante esse período desafiador. Este resultado revela uma diversidade de respostas institucionais à crise, condicionando fatores específicos de cada universidade, como gestão, recursos e tecnologias disponíveis e a capacidade de adaptação, desempenhando um papel crucial na manutenção ou melhoria da eficiência relativa durante uma pandemia. Assim, os dados mostram um cenário misto, com desempenhos variados que contrariam a ideia de um declínio generalizado na eficiência relativa.

Na próxima seção passa-se para a análise de como essa diversidade de respostas impactou especificamente as universidades mais antigas em comparação com as mais novas.

4.6.2 Análise da eficiência composta normalizada das universidades mais antigas comparadas às universidades mais novas

Com a expansão do ensino superior, conforme observado na figura 3, existe uma variação significativa nos anos de criação das universidades federais brasileiras, ao longo do tempo novas instituições foram criadas em resposta a diferentes necessidades e demandas da sociedade e da região em que estão inseridas. Um dos principais propósitos da criação dessas universidades é a contribuição do desenvolvimento regional (Pereira, 2020).

A tabela 17 apresenta uma análise comparativa da média da eficiência composta normatizada das universidades federais brasileiras entre os anos de 2013 a 2022, divididas entre instituições mais antigas e mais novas. Assim, a tabela fornece uma visão detalhada sobre a eficiência relativa média (de 2013 a 2022) das universidades federais brasileiras, categorizadas como antigas (fundadas antes de 1962) e novas (fundadas a partir de 1962), essa categorização se deu considerando a mediana das 54 universidades, dessa forma 27 mais antigas e 27 mais novas. A análise inclui o ano de fundação de cada instituição e sua respectiva média de eficiência relativa.

Tabela 17 - Análise comparativa da média da eficiência composta normatizada das universidades entre os anos de 2013 a 2022, divididas entre instituições mais antigas e instituições mais novas

Universidades mais antigas			Universidades mais novas		
DMU	Ano de fundação	Média da eficiência	DMU	Ano de fundação	Média da eficiência
UFRGS	1895	0,99	UnB	1962	0,88
UFAM	1909	0,70	UFMA	1966	0,60
UFPR	1912	0,87	UFERSA	1968	0,70
UNIFEI	1913	0,82	UFPI	1968	0,65
UNIFAL-MG	1914	0,79	UFS	1968	0,71
UFRJ	1920	0,89	UFSCar	1968	0,98
UFMG	1927	1,00	FURG	1969	0,69
UFRRJ	1943	0,66	UFOP	1969	0,74
UFBA	1946	0,77	UFPEl	1969	0,62
UFPE	1946	0,84	UFV	1969	0,90
UFRPE	1947	0,65	UFAC	1970	0,58
UFCSPA	1953	0,95	UFMT	1970	0,74
UFSJ	1953	0,83	UFMS	1979	0,74
UFTM	1953	0,69	UNIR	1982	0,51
UFVJM	1953	0,69	UFRR	1989	0,49
UFC	1954	0,84	UNIFAP	1990	0,57
UFES	1954	0,77	UFLA	1994	0,95
UFPB	1955	0,72	UNIFESP	1994	0,84
UFSC	1956	0,96	UFT	2000	0,66
UFPA	1957	0,88	UFCG	2002	0,71
UFU	1957	0,75	UFRA	2002	0,63
UFRN	1958	0,81	UNIVASF	2002	0,73
UFF	1960	0,74	UFABC	2005	0,92
UFG	1960	0,76	UFGD	2005	0,71
UFJF	1960	0,77	UFRB	2005	0,57
UFSM	1960	0,77	UNIPAMPA	2008	0,58
UFAL	1961	0,72	UFCA	2013	0,55
Média		0,80	Média		0,70

Fonte: elaborada pela autora (2024).

As universidades mais antigas, como a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), apresentam alta eficiência relativa, com valores próximos a 1,00. Essas instituições, fundadas entre o final do século XIX e meados do século XX, possuem uma longa tradição acadêmica e uma estrutura consolidada que atraiu para sua elevada eficiência relativa. A média de eficiência relativa das universidades mais antigas é 0,80, indicando que, em geral, essas instituições têm um bom desempenho em termos de gestão de recursos, produção acadêmica e outros indicadores de eficiência relativa.

Por outro lado, as universidades mais novas, como a Universidade Federal do ABC (UFABC), Universidade Federal de Lavras (UFLA) e Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), também demonstram alta eficiência relativa, chegando

próximo a 1,00. Essas instituições, fundadas a partir da década de 1960, beneficiam-se de estruturas administrativas mais modernas e uma maior flexibilidade para se adaptarem às mudanças do ambiente educacional. No entanto, a média de eficiência relativa das universidades mais novas é progressivamente menor, com um valor de 0,70. Isso pode refletir desafios específicos enfrentados por instituições mais recentes, como por exemplo, a necessidade de construir confiança e estabelecer-se firmemente no cenário acadêmico.

Na sequência, para identificar se houve diferença de médias entre universidades novas e antigas aplicou-se o teste *t* de Welch. O resultado do teste *t* entre os dados das universidades mais antigas e das universidades mais novas gerou um valor *t* de 3,0851, um *p*-valor de 0,0033. Este *p*-valor, sendo menor que o nível de significância de 0,05, indica que há evidências estatisticamente significativas para rejeitar a hipótese nula, sugerindo que há uma diferença real entre as médias das duas amostras.

As médias das eficiências compostas normalizadas pelo resultado do teste *t* foram de 0,8011 para as universidades mais antigas e 0,7018 para as universidades mais novas, confirmando os valores da tabela 17. O intervalo de confiança é de 95% para a diferença entre essas médias. Como este intervalo não inclui o zero reforça-se a conclusão de que há uma diferença significativa entre as médias das duas análises.

Portanto, pode-se concluir que as universidades mais antigas têm uma eficiência composta normalizada média significativamente maior do que as universidades mais novas. Este resultado é corroborado pelo *p*-valor baixo, pelo valor *t* elevado e pelo intervalo de confiança que não inclui zero. Dessa forma, a hipótese de que existe diferença estatisticamente significativa no nível de eficiência relativa das universidades mais jovens quando comparadas às mais antigas foi confirmada nesta pesquisa. Uma vez que a média da eficiência das universidades mais antigas foi maior que a média da eficiência das universidades mais jovens.

Assim, indo de encontro com as pesquisas realizadas por Martínez e Fernández (2020), Barra, Lagravinese e Zotti (2017), e Santos, Campillo e Fernández (2015) que sugerem que universidades mais antigas tendem a ser mais eficientes. Os autores Wolszczak-Derlacz (2017) e Martínez e Fernández (2020) destacam que as instituições mais antigas possuem vantagens em termos de

tradição, reputação e custos operacionais mais baixos, dessa forma contribuindo para sua eficiência relativa.

Além disso, a tradição e a reputação das universidades mais antigas desempenham um papel crucial. Instituições com um histórico mais longo frequentemente possuem uma reputação consolidada que atrai mais alunos, servidores e recursos financeiros. Essa reputação também facilita parcerias e colaborações, que podem melhorar ainda mais a eficiência relativa institucional. Os dados da pesquisa mostram claramente que a idade das instituições tem um impacto positivo e estatisticamente significativo na eficiência relativa universitária. A experiência, maturidade, *know-how* e reputação adquirida ao longo dos anos beneficiam essas universidades, resultando em uma gestão de recursos mais eficiente e, conseqüentemente, em um desempenho superior. Na próxima seção será apresentada a comparação, por região geográfica, da eficiência composta normalizada das instituições analisadas.

4.6.3 Análise da eficiência composta normalizada das universidades por região geográfica

A distribuição das universidades federais por região foi apresentada na figura 2. Utilizando os critérios de seleção das DMUs, conforme elencados no item 3.2.6, tem-se um total de 54 universidades analisadas. Dessas, 8 estão localizadas na região Norte do país, correspondendo a 14,8% do total de universidades (UNIR, UFRR, UFAC, UNIFAP, UFAM, UFPA, UFT, UFRA). Na região Nordeste do país estão localizadas 15 universidades, correspondendo a 27,8% (UFBA, UFRB, UFPB, UFCA, UFAL, UFCG, UFPE, UFS, UFC, UFMA, UFPI, UFRN, UNIVASF, UFRPE, UFERSA). Cinco universidades estão localizadas na região Centro-oeste do país, correspondendo a 9,3% do total de universidades (UnB, UFGD, UFG, UFMT, UFMS).

A região Sudeste, por sua vez, abriga o maior número de universidades federais, totalizando 18 instituições e correspondendo a 33,3% do total de universidades (UNIFAL-MG, UNIFEI, UFJF, UFLA, UFMG, UFOP, UFSCar, UFSJ, UNIFESP, UFU, UFV, UFABC, UFES, UFRJ, UFTM, UFVJM, UFF, UFRRJ). Enquanto na região Sul do país estão localizadas 8 universidades, correspondendo a 14,8% do total de universidades (UFCSPA, UFPeI, UFSC, UFSM, UNIPAMPA, UFPR, FURG, UFRGS). A tabela 18 apresenta a média da eficiência composta

normalizada das universidades federais brasileiras segmentadas por macrorregiões e o respectivo p valor do teste de ANOVA dos anos de 2013 a 2022.

Tabela 18 – Média da eficiência composta normalizada das universidades federais brasileiras segmentadas por macrorregiões e o respectivo p valor do teste de ANOVA dos anos de 2013 a 2022

Região	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Média de eficiência	p -valor
Centro - Oeste	0,78	0,78	0,76	0,79	0,78	0,76	0,73	0,76	0,78	0,74	0,77	0,0012
Nordeste	0,73	0,68	0,66	0,67	0,70	0,72	0,72	0,70	0,74	0,74	0,71	
Norte	0,60	0,60	0,63	0,60	0,56	0,66	0,63	0,65	0,67	0,68	0,63	
Sudeste	0,83	0,81	0,81	0,82	0,85	0,87	0,81	0,78	0,81	0,81	0,82	
Sul	0,79	0,79	0,77	0,76	0,82	0,86	0,85	0,80	0,77	0,83	0,80	

Fonte: elaborada pela autora (2024).

A tabela 18 apresenta a média da eficiência composta normalizada por macrorregião das universidades federais brasileiras durante o período de 2013 a 2022, juntamente com a média geral de cada região e o respectivo p valor do teste ANOVA. Destaca-se que se realizou o teste Shapiro-Wilk de normalidade de distribuição e o teste de Levene de homogeneidade de variância, em que se não rejeitou a hipótese nula de ambos os testes, denotando distribuição aproximadamente normal e homogeneidade de variância para os dados. Estes resultados permitiram a realização do teste paramétrico ANOVA.

Ao longo desses anos, observa-se que a região Sudeste manteve uma eficiência relativa estável, com média geral do período de 0,82. Enquanto a região Sul demonstrou variações moderadas, passando de 0,79 em 2013 para 0,83 no ano de 2022. Na região Centro-Oeste, a eficiência relativa se manteve relativamente constante, variando entre 0,73 (2019) e 0,79 (2016), com uma média geral de 0,77. Já o Nordeste apresentou variações na eficiência relativa da região de 0,66 (2015) a 0,74 (2021 e 2022) e observa-se uma melhora gradual a partir de 2015. Por fim, no Norte do país a eficiência relativa variou de 0,56 (2017) a 0,68 (2022), apesar de uma leve queda em 2017, há uma tendência de melhora nos últimos anos.

Adicionalmente, foram procedidas comparações entre as médias dos grupos, a partir dos testes ANOVA. A Análise de Variância (ANOVA) é uma ferramenta para comparação de vários grupos de interesse. O teste é um método estatístico utilizado para comparar as médias de três ou mais grupos para determinar se pelo menos uma das médias é significativamente diferente das outras médias (Rocha, 2023).

Este teste é útil quando se deseja investigar se diferentes condições, tratamentos ou grupos têm efeitos distintos sobre uma variável de interesse.

O teste ANOVA comparou as médias de eficiência relativa das universidades entre as cinco macrorregiões. O valor p de 0,0012 é menor que 0,05 indicando que há diferença significativa nas médias de eficiência composta normalizada entre as diferentes macrorregiões. Portanto, os resultados do teste ANOVA indicam que existem diferenças estatisticamente significativas na eficiência relativa média das universidades brasileiras entre as diferentes macrorregiões.

A tabela a seguir apresenta as comparações múltiplas de Tukey para as médias de eficiência composta normalizada das universidades federais brasileiras, segmentadas por macrorregiões, entre os anos de 2013 a 2022.

Tabela 19 - Tabela de Comparações Múltiplas de Tukey para a Eficiência Composta Normalizada das Universidades Federais Brasileiras por Macrorregiões (2013-2022)

Comparação	Diferença	Limite Inferior	Limite Superior	p-valor ajustado
Nordeste - Centro-Oeste	-0,060	-0,098	-0,022	0,000
Norte - Centro-Oeste	-0,138	-0,176	-0,100	0,000
Sudeste - Centro-Oeste	0,054	0,016	0,092	0,002
Sul - Centro-Oeste	0,038	0,000	0,076	0,050
Norte - Nordeste	-0,078	-0,116	-0,040	0,000
Sudeste - Nordeste	0,114	0,076	0,152	0,000
Sul - Nordeste	0,098	0,060	0,136	0,000
Sudeste - Norte	0,192	0,154	0,230	0,000
Sul - Norte	0,176	0,138	0,214	0,000
Sul - Sudeste	-0,016	-0,054	0,022	0,754

Fonte: elaborada pela autora (2024).

A tabela 19 apresenta múltiplas comparações utilizando teste Tukey para as médias de eficiência composta normalizada das universidades federais brasileiras, segmentadas por macrorregiões, entre os anos de 2013 a 2022. Ela revela importantes disparidades regionais. A eficiência composta normalizada das universidades do Nordeste é significativamente menor do que a do Centro-Oeste, com uma diferença média de -0,060. As universidades do Norte apresentam a menor eficiência relativa comparativa, sendo significativamente inferiores a todas as outras macrorregiões, com a maior diferença observada em relação ao Sudeste, com uma diferença média de -0,192.

As universidades do Sudeste destacam-se pela sua eficiência, sendo significativamente mais eficientes do que as do Nordeste e Centro-Oeste, com diferenças médias de 0,114 e 0,054, respectivamente. A região Sul também apresenta uma eficiência superior ao Nordeste e Norte, com diferenças de 0,098 e

0,176, respectivamente. No entanto, a diferença em relação ao Centro-Oeste é significativa, com uma diferença média de 0,038 e um valor de p ajustado de 0,050.

Curiosamente, não há diferença significativa na eficiência relativa entre as universidades das regiões Sul e Sudeste, indicando uma semelhança no desempenho dessas duas macrorregiões. A maioria das comparações apresenta valores de p ajustados altamente significativos, reforçando a robustez das diferenças observadas. A única exceção é a comparação entre Sul e Sudeste, com um p -valor ajustado de 0,754, sugerindo uma paridade na eficiência relativa dessas regiões.

Os resultados destacam a necessidade de adequação de políticas públicas para melhorar a infraestrutura e as condições de ensino e pesquisa nas regiões menos desenvolvidas. Entender as causas das disparidades regionais pode promover a adoção de práticas de melhoria contínua, incentivando o uso de outros métodos de gestão e administração em todas as áreas. Os dados são essenciais para orientar o planejamento estratégico das universidades e dos governos regionais, identificando áreas prioritárias para investimento e desenvolvimento, visando melhorar a eficiência relativa das instituições. Pereira (2020) enfatiza o papel da universidade como impulsionadora do desenvolvimento regional. No entanto, é fundamental que esteja alinhada com as questões locais, formando uma rede de cooperação e fortalecendo as políticas educacionais de acordo com as necessidades da sociedade.

As regiões com as maiores médias, como o Sudeste e o Sul, podem continuar a aprimorar suas práticas de gestão, enquanto as demais regiões podem focar em fortalecer suas infraestruturas e capacidades operacionais. Dessa forma, realizando a melhoria contínua e aumentando a resiliência das instituições. Regiões com menor investimento público, dificuldades logísticas e problemas socioeconômicos, enfrentam desafios adicionais, necessitando de políticas de apoio direcionadas que considerem suas especificidades e busquem soluções adaptadas à realidade local.

Em resumo, a análise da eficiência composta normalizada das universidades por região geográfica revela diferenças significativas que refletem as desigualdades estruturais e contextuais entre as macrorregiões brasileiras. Essas diferenças devem ser consideradas no desenvolvimento de políticas públicas e estratégias de gestão que visem à melhoria da eficiência relativa e da qualidade da educação superior no Brasil. Na próxima seção é apresentada a análise da eficiência composta normalizadas das universidades com o PIB *Per Capita* dos municípios.

4.6.4 Análise da eficiência composta normalizada das universidades segmentada pelo PIB *Per Capita*

A análise da comparação da eficiência composta normalizada das universidades federais brasileiras em relação ao Produto Interno Bruto (PIB) *Per Capita* das cidades onde a sede está situada é fundamental para entender a interação entre o desempenho acadêmico e o desenvolvimento econômico. Os dados do PIB *Per Capita* dos municípios foram retirados a partir do *site* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e se referem ao ano de 2021 (IBGE, 2024). A tabela 20 apresenta possíveis correlações entre a eficiência relativa das instituições de ensino superior e a prosperidade econômica regional, considerando PIB *Per Capita* de cada município referente ao ano de 2021.

Tabela 20 – Eficiência composta normalizada das DMUs em municípios mais e menos desenvolvidos economicamente considerando o PIB *Per Capita* do ano de 2021

Mais desenvolvidos economicamente			Menos desenvolvidos economicamente		
DMUs	PIB <i>Per capita</i> 2021	Média Eficiência	DMUs	PIB <i>Per capita</i> 2021	Média Eficiência
UFF	128.333,01	0,74	UFPE	33.094,37	0,84
UFOP	127.232,37	0,74	UFRPE	33.094,37	0,65
UnB	92.732,27	0,88	UFSJ	33.059,97	0,83
UFES	85.035,67	0,77	UFT	32.977,35	0,66
UNIFESP	66.872,84	0,84	UFMA	32.739,65	0,60
FURG	62.392,39	0,69	UFPeI	31.347,60	0,62
UFU	61.038,02	0,75	UFRR	30.906,19	0,49
UFTM	59.943,87	0,69	UNIPAMPA	30.846,53	0,58
UFRRJ	56.977,34	0,66	UFLA	27.818,10	0,95
UFGD	55.246,68	0,71	UFPI	27.430,28	0,65
UFSCar	55.044,88	0,98	UFC	27.164,45	0,84
UFCSPA	54.647,38	0,95	UFRN	26.972,28	0,81
UFRGS	54.647,38	0,99	UFPB	26.936,78	0,72
UFRJ	53.078,23	0,89	UFAL	26.642,20	0,72
UFPR	49.907,02	0,87	UFERSA	26.570,03	0,70
UFMT	47.700,88	0,74	UFAC	26.119,02	0,58
UFAM	45.782,75	0,70	UFCG	25.066,11	0,71
UFSC	45.602,98	0,96	UNIFAP	24.768,62	0,57
UFABC	45.062,56	0,92	UFV	22.673,74	0,90
UNIFAL-MG	43.049,74	0,79	UNIVASF	22.244,46	0,73
UFMG	41.818,32	1,00	UFPA	22.216,33	0,88
UFG	38.483,54	0,76	UFRA	22.216,33	0,63
UFMS	37.916,06	0,74	UFBA	21.706,06	0,77
UNIR	36.541,49	0,51	UFVJM	20.537,92	0,69
UFJF	35.145,34	0,77	UFCA	18.381,08	0,55
UNIFEI	33.630,33	0,82	UFRB	16.307,21	0,57
UFSM	33.532,26	0,77	UFS	11.203,61	0,71
Média da eficiência		0,80	Média da eficiência		0,70

Fonte: elaborada pela autora (2024).

A tabela 20 fornece dados da eficiência composta normatizada das universidades e o PIB *Per Capita* de cada município considerando o ano de 2021.

As universidades estão categorizadas por instituições localizadas em municípios mais e menos desenvolvidos economicamente. Essa categorização se deu considerando a mediana das 54 universidades, dessa forma 27 localizadas em municípios mais desenvolvidos economicamente e 27 localizadas em municípios menos desenvolvidos economicamente. A análise inclui a média de eficiência relativa das universidades de acordo com a categoria.

A média de eficiência relativa das universidades em municípios mais desenvolvidos é mais alta (0,80) comparada às universidades em municípios menos desenvolvidos (0,70). Dessa forma, indicando que a eficiência relativa das universidades pode estar correlacionada com o nível de desenvolvimento econômico dos municípios onde estão localizadas. A tabela destaca uma significativa discrepância no PIB *Per Capita* entre os municípios mais desenvolvidos e menos desenvolvidos, no valor máximo como no valor mínimo.

O resultado foi comprovado pelo teste *t*, o valor *p* de 0,0032 é menor que o nível de significância de 0,05, indicando que existem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula. Portanto, pode-se concluir que há uma diferença significativa entre as médias de eficiência relativa das universidades em municípios mais desenvolvidos e menos desenvolvidos. As universidades em municípios mais desenvolvidos apresentam uma média de eficiência relativa superior.

De acordo com a classificação da tabela 14, a maioria das universidades com os melhores índices de eficiência composta normalizada, como a UFMG, UFRGS, UFSCar, UFSC e UFCSPA, está situada em municípios mais desenvolvidos economicamente, conforme a tabela 20. Com exceção da UFLA, que apesar de estar em um município menos desenvolvido, também mantém uma média de eficiência alta. Por outro lado, as universidades com os piores índices de eficiência composta normalizada, como a UFRR, UNIR, UFCA, UFRB, UNIFAP, UNIPAMPA e a UFAC estão situadas em municípios menos desenvolvidos economicamente.

A gestão pública, especialmente do governo federal, deve adotar uma abordagem diferenciada para as universidades localizadas em cidades menos desenvolvidas. Essas instituições podem enfrentar desafios como acesso limitado a recursos e dificuldades para atrair estudantes, docentes e técnicos administrativos. Investir nessas universidades é essencial para promover a equidade, estimular o desenvolvimento regional e garantir acesso igualitário à educação superior. Isso

também impulsiona a pesquisa e inovação, contribuindo para o avanço do conhecimento em nível nacional e global.

Ao direcionar recursos adequados e políticas específicas para essas instituições, o governo federal não apenas garante um acesso mais igualitário à educação superior, mas também fortalece o potencial de pesquisa e inovação nessas áreas menos desenvolvidas. Dessa forma, impulsiona o avanço do conhecimento não apenas no âmbito local, mas também contribui para o progresso científico e tecnológico em nível nacional e global. Além disso, reduz as desigualdades sociais, fortalece a infraestrutura acadêmica, o desenvolvimento econômico, social e cultural das regiões menos desenvolvidas do país.

Ao reconhecer e responder às necessidades específicas dessas instituições, o governo federal pode construir um sistema de ensino superior mais inclusivo e equitativo. Assim, beneficiando as comunidades locais, oferecendo oportunidades educacionais e econômicas para as regiões. Na próxima seção é apresentada a correlação da eficiência composta normalizada das universidades localizadas em capitais e aquelas localizadas em municípios que não são capitais.

4.6.5 Análise da eficiência composta normalizada das universidades segmentada pela localização (capitais e não capitais)

O estudo da correlação da eficiência composta normalizada entre universidades localizadas em municípios que são capitais e aquelas situadas em municípios que não são capitais permite investigar se existem diferenças significativas na eficiência relativa dessas instituições de ensino superior, considerando o ambiente urbano em que estão inseridas. A tabela 21 demonstra a divisão das universidades entre municípios que são capitais e aqueles que não são.

Tabela 21 – Eficiência composta normalizada das DMUs em municípios localizados em capitais e municípios localizados em não capitais

(continua)

Localizadas em capitais		Localizadas em não capitais	
DMUs	Média Eficiência	DMUs	Média Eficiência
UnB	0,88	UFGD	0,71
UFG	0,76	UFRB	0,57
UFMT	0,74	UFCA	0,55
UFMS	0,74	UFCG	0,71
UFBA	0,77	UFS	0,71
UFPB	0,72	UNIVASF	0,73
UFAL	0,72	UFERSA	0,70
UFPE	0,84	UNIFAL-MG	0,79

			(conclusão)
UFC	0,84	UNIFEI	0,82
UFMA	0,60	UFJF	0,77
UFPI	0,65	UFLA	0,95
UFRN	0,81	UFOP	0,74
UFRPE	0,65	UFSCar	0,98
UNIR	0,51	UFSJ	0,83
UFRR	0,49	UFU	0,75
UFAC	0,58	UFV	0,90
UNIFAP	0,57	UFABC	0,92
UFAM	0,70	UFTM	0,69
UFPA	0,88	UFVJM	0,69
UFT	0,66	UFF	0,74
UFRA	0,63	UFRRJ	0,66
UFMG	1,00	UFPeI	0,62
UNIFESP	0,84	UFMS	0,77
UFES	0,77	UNIPAMPA	0,58
UFRJ	0,89	FURG	0,69
UFCSPA	0,95	Média	0,74
UFSC	0,96		
UFPR	0,87		
UFRGS	0,99		
Média	0,76		

Fonte: elaborada pela autora (2024).

Conforme a tabela 21 observa-se que há uma distribuição desigual de universidades entre capitais e não capitais. Das 54 universidades listadas, 29 estão localizadas em capitais de estados, enquanto 25 estão em cidades que não são capitais. Ao analisar as médias de eficiência relativa, verifica-se que as universidades em capitais apresentam uma média de eficiência composta normalizada ligeiramente superior (0,76), em comparação com as universidades localizadas em não capitais (0,74). Além disso, as DMUs em capitais demonstram um desvio padrão mais alto, indicando uma maior variação na eficiência relativa entre elas.

O teste *t* de Welch foi realizado para comparar as médias de eficiência relativa entre as universidades federais brasileiras localizadas em capitais e não capitais. Os resultados revelaram um valor *t* de 0,4694 e um valor-*p* de 0,6407. Sugerindo que não há evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que não há diferença significativa entre as médias de eficiência relativa desses dois grupos. O intervalo de confiança de 95% para a diferença nas médias também não evidencia uma discrepância significativa. Assim, com base neste teste, não se pode concluir que existe uma diferença significativa nas médias de eficiência relativa entre universidades localizadas em capitais de estados e aquelas localizadas em não capitais. A próxima seção apresenta a síntese dos resultados e das hipóteses propostas neste trabalho.

4.7 Sínteses dos resultados

Com base na análise da eficiência relativa das universidades federais brasileiras analisadas, o quadro 5 sintetiza as hipóteses e os resultados encontrados neste estudo.

Quadro 5 – Demonstrativo dos resultados

Análise	Resumo dos resultados
Eficiência Padrão	Nove universidades mantiveram sua eficiência padrão no nível máximo ao longo de todos os anos.
	Nenhuma universidade esteve classificada como ineficiência forte e 8 com ineficiência moderada na média do período.
	Houve uma melhoria geral na eficiência relativa das universidades de 2013 a 2022. O aumento no número de universidades eficientes e a redução nas que apresentaram ineficiência moderada indicam uma tendência positiva.
Eficiência Invertida	Três universidades mantiveram sua eficiência invertida no nível máximo, ou seja, com piores eficiências ao longo de todos os anos.
Eficiência Composta Normalizada	A Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) manteve a eficiência relativa no nível máximo durante o período analisado, com exceção de um ano.
	Sete universidades UFRR, UNIR, UFCA, UNIFAP, UFRB, UFAC e UNIPAMPA estão classificadas como ineficiência forte.
Variação da eficiência antes e durante a pandemia da Covid-19	A pandemia teve impactos variados nas eficiências relativas das universidades Federais brasileiras
	Não houve diferença significativa entre os níveis de eficiência relativa nos dois períodos analisados
	A hipótese de que os níveis de eficiência relativa das universidades federais do Brasil decresceram durante a pandemia não foi confirmada nesta pesquisa
Análise da eficiência das universidades mais antigas comparada às mais novas	Há evidências estatisticamente significativas para rejeitar a hipótese nula, sugerindo que há uma diferença real entre as médias das duas amostras.
	As universidades mais antigas têm uma eficiência composta normalizada média significativamente maior do que as universidades mais novas.
	A hipótese de que existe diferença estatisticamente significativa no nível de eficiência relativa das universidades mais jovens quando comparadas às mais antigas foi confirmada nesta pesquisa.
Análise da eficiência das universidades por região geográfica	Há diferença significativa nas médias de eficiência composta normalizada entre as diferentes macrorregiões.
	A análise por região geográfica revela diferenças significativas que refletem as desigualdades estruturais e contextuais entre as macrorregiões brasileiras.
Análise da eficiência das universidades pelo PIB <i>Per Capita</i>	Há uma diferença significativa entre as médias de eficiência relativa das universidades em municípios mais desenvolvidos e menos desenvolvidos (maior e menor PIB <i>per capita</i> , respectivamente).
	As universidades em municípios mais desenvolvidos apresentam uma média de eficiência superior.
Análise da eficiência das universidades em capitais e não capitais	Não há diferença significativa entre as médias de eficiência relativa desses dois grupos.
	Não se pode concluir que existe uma diferença significativa nas médias de eficiência relativa entre universidades localizadas em capitais de estados e aquelas em municípios que não são capitais.

Fonte: elaborado pela autora (2024).

O quadro 5 apresenta de forma concisa os resultados encontrados no estudo e nas hipóteses analisadas. Esses resultados fornecem informações importantes sobre a eficiência relativa das universidades federais brasileiras analisadas durante os anos de 2013 a 2022. A pandemia da Covid-19 teve impactos variados, mas não resultou em diferenças significativas nos níveis de eficiência relativa antes e durante a pandemia. Universidades mais antigas mostraram uma eficiência relativa significativamente maior do que as novas, e há diferenças regionais significativas, refletindo desigualdades estruturais. Universidades em municípios mais desenvolvidos apresentaram eficiência relativa superior, mas não houve diferença significativa entre as universidades localizadas em capitais e não capitais.

A hipótese 1 foi confirmada, indicando que existe diferença estatisticamente significativa no nível de eficiência relativa das universidades mais jovens quando comparadas às mais antigas. Por outro lado, a hipótese 2 não foi confirmada, o que significa que os níveis de eficiência relativa das universidades federais do Brasil não decresceram durante a pandemia, pois a pandemia teve impactos variados nas eficiências relativas das universidades federais brasileiras.

Concluindo a análise e discussão dos resultados encontrados e considerando o objetivo geral de analisar o nível de eficiência relativa das universidades federais brasileiras no período de 2013 até 2022, considera-se que este trabalho pode fornecer subsídios importantes para os gestores das universidades na tomada de decisões estratégicas relacionadas a estes aspectos. A próxima seção apresenta a análise das folgas para as instituições analisadas.

4.8 Análise das folgas pelo cálculo da eficiência padrão

O modelo de eficiência padrão destaca as folgas ou desperdícios para cada instituição. As folgas podem ocorrer tanto nos *inputs* quanto nos *outputs*. A folga de *input* representa a redução adicional que ainda pode ser realizada nos insumos. Da mesma forma, nos *outputs*, a folga indica a capacidade de aumentar a produção. Em resumo, as folgas indicam excesso de utilização de insumos, que devem ser reduzidos, ou a ausência de produção, que deve ser aumentada (Ferreira e Gomes, 2020).

A tabela 22 demonstra as folgas entre o valor atual e o alvo para cada uma das variáveis das 54 instituições em relação à eficiência padrão, considerando os dados do ano de 2022.

Tabela 22 – Folga de cada variável para o ano de 2022 quando analisada a eficiência padrão das universidades

DMUs	X1 (R\$)	X2 *	X3 *	X4 *	X5	X6	X7
UnB	3.519,94	2,80	0,00	0,00	28,08	0,03	0,00
UFGD	7.260,59	3,76	4,73	0,26	0,00	0,03	0,00
UFG	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
UFMT	0,00	2,45	0,51	0,43	0,00	0,02	0,00
UFMS	0,00	0,80	0,00	0,11	0,00	0,15	0,00
UFBA	0,00	0,74	0,50	0,35	0,00	0,01	0,00
UFRB	8.202,30	4,52	0,33	0,30	0,00	0,14	0,00
UFPB	3.072,77	2,78	0,00	0,07	4,99	0,00	0,00
UFCA	0,00	5,66	4,83	0,46	0,00	0,26	0,00
UFAL	0,00	4,65	0,00	0,29	3,01	0,11	0,00
UFCG	248,97	0,00	0,77	0,56	0,00	0,04	0,00
UFPE	0,00	1,72	3,17	0,10	4,77	0,00	0,00
UFS	0,00	0,00	0,95	0,15	0,00	0,11	0,00
UFC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
UFMA	3.980,51	6,06	2,74	0,00	0,99	0,07	0,00
UFPI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
UFRN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
UNIVASF	0,00	1,68	4,07	0,35	0,00	0,07	0,00
UFRPE	0,00	2,08	2,00	0,00	0,00	0,08	0,00
UFERSA	0,00	4,85	3,78	0,35	0,00	0,14	0,00
UNIR	0,00	4,43	0,00	0,33	8,97	0,14	0,00
UFRR	0,00	6,20	6,44	0,93	4,22	0,17	0,00
UFAC	635,09	3,07	0,91	0,73	0,00	0,17	0,00
UNIFAP	179,56	1,28	0,00	0,78	0,00	0,05	0,50
UFAM	0,00	5,83	0,00	0,67	9,94	0,11	0,00
UFPA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
UFT	0,00	3,14	0,00	0,33	0,00	0,16	0,00
UFRA	0,00	4,61	4,92	0,03	0,00	0,13	0,00
UNIFAL-MG	0,00	3,25	1,31	0,70	0,00	0,14	0,00
UNIFEI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
UFJF	428,64	0,92	3,80	0,00	0,00	0,07	0,00
UFLA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
UFMG	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
UFOP	0,00	3,03	0,19	0,18	0,00	0,15	0,00
UFSCar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
UFSJ	0,00	4,42	1,69	0,26	0,00	0,12	0,00
UNIFESP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
UFU	0,00	2,53	3,56	0,00	0,62	0,06	0,00
UFV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
UFABC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
UFES	0,00	0,99	0,00	0,01	0,00	0,04	0,00
UFRJ	0,00	1,12	5,23	0,31	13,09	0,00	0,00
UFTM	1.991,44	3,21	5,02	0,06	7,86	0,20	0,00
UFVJM	0,00	6,18	4,87	0,16	0,00	0,15	0,00
UFF	0,00	0,34	1,06	0,02	0,00	0,10	0,00
UFRRJ	4.860,81	3,23	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
UFCSPA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
UFPeI	7.128,17	3,59	1,46	0,00	8,54	0,03	0,00
UFSC	0,00	1,90	1,94	0,05	12,15	0,06	0,00
UFSM	1.855,43	3,17	0,00	0,00	7,90	0,06	0,00
UNIPAMPA	823,46	2,45	2,51	0,04	2,51	0,12	0,00
UFPR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FURG	4.079,93	3,32	2,80	0,01	0,00	0,03	0,00
FRGS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Legenda: *as variáveis foram reorientadas para a dimensão original

Fonte: elaborada pela autora (2024).

Além de calcular a eficiência padrão de cada universidade, a Análise Envoltória de Dados (DEA) possibilita estimar os valores ideais de *inputs* e *outputs* necessários para que as universidades que não atingiram 100% de eficiência padrão possam se tornar eficientes, conforme destacado na tabela 22. Com base nos dados de 2022, é possível estabelecer metas para as variáveis analisadas, orientando intervenções estratégicas que promovam a otimização dos recursos e a melhoria dos resultados acadêmicos e de pesquisa.

A análise das folgas das variáveis, onde X1 representa o Custo Corrente por Aluno Equivalente, sem hospital universitário, X2 o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes, X3 o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos, X4 o Índice de Qualificação do Corpo Docente, X5 a Taxa de Sucesso na Graduação, X6 representa o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação e por fim X7 o Índice Geral de Cursos (IGC), revela que em alguns casos os valores projetados indicam não só o acréscimo nos *outputs*, mas também a redução dos *inputs*.

A análise das folgas pode ajudar as instituições a identificar áreas onde podem melhorar sua eficiência relativa. De acordo com a tabela 22, 15 das 54 instituições possuem folga no *input* do Custo Corrente por Aluno Equivalente (X1), ou seja, devem reduzir o gasto por aluno. Apenas 28% das universidades não necessitam ajustar o número de servidores (docentes e técnicos administrativos) em relação ao número de alunos, representados pelas variáveis X2 e X3. Entre essas universidades estão a UFPI, UFPA, UFLA, UFMG e UFABC.

A folga no Índice de Qualificação do Corpo Docente (X4) varia significativamente entre as universidades analisadas. O índice X4 reflete o quanto cada universidade pode melhorar na qualificação do corpo docente. Algumas universidades não apresentam folga nessa variável, como a UnB, UFMA, UFPI, UFRN, UFSCar, UFMG, UFV, UFABC, UFRRJ, UFU, UNIFESP entre outras.

Para o ano de 2022, a análise da Taxa de Sucesso na Graduação (X5) destaca diferenças consideráveis entre as universidades, sendo que 27,8% delas necessitam aumentar essa variável. A variável Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação (X6) é o índice que mais universidades necessitam melhorar, com 88,8% das 54 instituições analisadas necessitando melhorar seu grau de envolvimento com a pós-graduação.

Realizando uma análise por macrorregião pode-se verificar que no Centro-oeste a Universidade de Brasília (UNB) deve diminuir em 12,84% o Custo Corrente por Aluno Equivalente, aumentar 23,36% a relação de alunos em tempo integral pelo número de docentes, aumentar 114,83% a Taxa de Sucesso na Graduação, aumentar em 14,55% o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação e os demais índices devem ser mantidas. Da mesma forma, a Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) deve reduzir o custo corrente em 27,84%, aumentar 34,2% a relação de alunos por docente e 59,72% a relação de alunos por técnicos. Deve melhorar o Índice de Qualificação do corpo docente em 5,66% e Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação em 18,07%. A Universidade Federal de Goiás (UFG) possui todas as variáveis no nível ideal.

Ainda na região Centro-Oeste a Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) deve aumentar a relação de alunos em tempo integral pelo número de docentes em 23,73% e a relação de alunos por técnicos em menor escala, de 5,31%, aumentar 9,68% o Índice de Qualificação do Corpo Docente e 14,87% o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação. Já a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) deve aumentar 5,63% a relação de alunos por docente, 2,41% o Índice de Qualificação do Corpo Docente e passar o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação de 0,12 para 0,27.

Na região Nordeste a Universidade Federal da Bahia (UFBA) deve aumentar 5,62% a relação de alunos por docentes e em 4,44% a relação por técnicos, além de aumentar 7,89% o Índice de Qualificação do Corpo Docente e 4,62% o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação. A Universidade Federal da Paraíba (UFPB) deve diminuir em 11,06% o Custo Corrente por Aluno Equivalente, aumentar 24,16% a relação de alunos em tempo integral pelo número de docentes, aumentar 1,53% o Índice de Qualificação do Corpo Docente e 12,55% a Taxa de Sucesso na Graduação.

A Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) necessita diminuir o Custo Corrente por Aluno Equivalente em 26,76%, aumentar o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes em 67,50%, e elevar o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos em 3,55%. O Índice de Qualificação do Corpo Docente necessita de um aumento de 6,79% e o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação deve passar de 0,03 para 0,18.

Da mesma forma, a Universidade Federal do Cariri (UFCA) necessita aumentar 66,89% o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes e o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos necessita ser dobrado. Por outro lado, o Índice de Qualificação do Corpo Docente necessita de um aumento de 10,68%, enquanto o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação necessita ser elevado de 0,02 para 0,29, indicando uma necessidade significativa de melhorias na pós-graduação.

A Universidade Federal de Alagoas (UFAL) deve aumentar 49,03% a relação de alunos por docentes, 6,49% a Índice de Qualificação do Corpo Docente, 6,68% a Taxa de Sucesso na Graduação e 124% o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação. A Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) deve reduzir em 0,91% o Custo Corrente por Aluno Equivalente, aumentar 10,09% a relação de alunos por técnicos administrativos, aumentar 13,5% o Índice de Qualificação do Corpo Docente e em 27,4% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação.

Por sua vez, a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) deve aumentar 12,28% a relação de alunos por docentes e em 32,9% a relação de alunos por técnicos administrativos. Deve aumentar 2,23% o Índice de Qualificação do Corpo Docente e 10,47% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação. A Universidade Federal de Sergipe (UFS) deve aumentar 8,42% a relação de alunos por técnicos administrativos, em 3,25% o Índice de Qualificação do Corpo Docente e em 94,23% o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação.

Ainda na região Nordeste, a Universidade Federal do Ceará (UFC), a Universidade Federal do Piauí (UFPI) e a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) possuem todas as variáveis no nível ideal. O mesmo não ocorre com a Universidade Federal do Maranhão (UFMA) que deve diminuir o Custo Corrente por Aluno Equivalente em 15,92%, aumentar o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes em 67,73%, e elevar o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos em 34%. A Taxa de Sucesso na Graduação necessita de um aumento de 2,35% e o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação deve passar para 0,16.

A Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) deve aumentar 14,28% a relação de alunos por docentes e em 50,42% a relação de alunos por técnicos administrativos. Deve ainda, aumentar 7,89% o Índice de Qualificação do Corpo Docente e 44,51% o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação. A

Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) necessita aumentar a relação de alunos em tempo integral pelo número de docentes em 17,36%, a relação de alunos por técnicos em 26,06% e 54,64% o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação.

Por fim, na região Nordeste a Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) deve aumentar 53,35% a relação de alunos por docentes e em 48,2% a relação por técnicos. Da mesma forma, aumentar 7,77% o Índice de Qualificação do Corpo Docente e passar para 0,19 o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação.

Analisando a região Norte, com oito universidades selecionadas, na Universidade Federal de Rondônia (UNIR), o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes necessita aumentar em 49,55%. No entanto, o número de técnicos administrativos está adequado em relação ao número de alunos. A análise das folgas do Índice de Qualificação do Corpo Docente indica a necessidade de aumento em 7,29%. Por outro lado, a Taxa de Sucesso na Graduação necessita de um incremento de 23,14% e necessita aumentar para 0,22 o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação.

A Universidade Federal de Roraima (UFRR) apresenta folgas consideráveis em diversas variáveis para o ano de 2022. O Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes necessita aumentar em 84,24%, enquanto o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos deve aumentar em 106,89%. O Índice de Qualificação do Corpo Docente necessita ser elevado em 23,84% e a Taxa de Sucesso na Graduação necessita de um incremento de 8,54%. Além disso, indica-se que aumente de 0,06 para 0,25 o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação.

No que tange a Universidade Federal do Acre (UFAC), o Custo Corrente por Aluno Equivalente deve ser reduzido em 2,68%. Além disso, a análise das folgas indica que o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes deve aumentar em 29% e o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos deve ser elevado em 10,33%. O Índice de Qualificação do Corpo Docente necessita aumentar 17,55%, enquanto o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação necessita passar para 0,24.

Para a Universidade Federal do Amapá (UNIFAP) o Custo Corrente por Aluno Equivalente deve diminuir em 1,14%. O Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes deve aumentar 9,47%, enquanto o Índice de Qualificação do

Corpo Docente necessita de um aumento de 19,44%. O Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação necessita aumentar 65,66%. Além disso, o Índice Geral de Cursos deve subir da nota 3 para a nota 4. O mesmo não ocorre com a Universidade Federal do Pará (UFPA) que possui todas as variáveis no nível ideal.

Já a Universidade Federal do Amazonas (UFAM) deve aumentar 70,52% a relação de alunos em tempo integral pelo número de docentes, aumentar 16,35% o Índice de Qualificação do Corpo Docente, 26,11% a Taxa de Sucesso na Graduação e ficar em 0,20 o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação. Da mesma maneira, a Universidade Federal do Tocantins (UFT) deve aumentar 33,25% a relação de alunos em tempo integral pelo número de docentes, aumentar 7,55% o Índice de Qualificação do Corpo Docente e ficar em 0,24 o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação.

Por fim, na região Norte a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) necessita aumentar 46,88% o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes e aumentar 66,63% o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos. O Índice de Qualificação do Corpo Docente necessita de um aumento de 0,56%, e o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação necessita ser elevado para 0,19.

Na região Sudeste, a Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), a Universidade Federal de Lavras (UFLA), a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), a Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), a Universidade Federal de Viçosa (UFV) e a Universidade Federal do ABC (UFABC) apresentaram níveis ideais de eficiência padrão no ano de 2022, não necessitando de melhorias.

O mesmo não ocorre com a Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG) que deve aumentar 35,39% a relação de alunos por docentes e em 15,97% a relação de alunos por técnicos administrativos. Deve ainda, aumentar 1,50% o Índice de Qualificação do Corpo Docente e dobrar o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação.

Já a Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) deve diminuir em 1,81% o Custo Corrente por Aluno Equivalente, aumentar 7,1% a relação de alunos em tempo integral pelo número de docentes, em 45,03% a relação de alunos por técnicos administrativos, em 56,51% o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação e os demais índices devem ser mantidos.

No que tange a Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes necessita aumentar em 26,16% e o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos deve ser elevado em 1,82%. O Índice de Qualificação do Corpo Docente necessita aumentar 3,94%, enquanto necessita dobrar o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação.

A Universidade Federal de São João Del-Rei (UFSJ) necessita aumentar 44,02% o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes e aumentar 19,68% o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos. O Índice de Qualificação do Corpo Docente necessita de um aumento de 5,61%, enquanto o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação necessita ser elevado para 0,22.

Na Universidade Federal de Uberlândia (UFU) o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes deve aumentar 23,22%, o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos deve ser elevado em 48,73%, enquanto a Taxa de Sucesso na Graduação necessita de um aumento de 1,38%. O Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação necessita aumentar 35,5%.

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) deve aumentar 7,69% a relação de alunos em tempo integral pelo número de docentes, em 0,24% o Índice de Qualificação do Corpo Docente, em 20,5% o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação e os demais índices devem ser mantidos. Já na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes deve aumentar 8,65% o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos deve ser elevado em 67,41%, enquanto o Índice de Qualificação do Corpo Docente necessita de um aumento de 6,76%. A Taxa de Sucesso na Graduação necessita de um aumento de 31,37%.

Ainda na região Sudeste, a Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM) deve diminuir em 8,2% o Custo Corrente por Aluno Equivalente, aumentar 25,74% a relação de alunos em tempo integral pelo número de docentes, em 80,84% a relação de alunos por técnicos administrativos, em 1,26% o Índice de Qualificação do Corpo Docente, em 15,83% a Taxa de Sucesso na Graduação e passar para 0,32 o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação.

A Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) deve aumentar 110,6% a relação de alunos por docentes e em 111,11% a relação de alunos por técnicos administrativos. Deve ainda, aumentar 3,58% o Índice de Qualificação do Corpo Docente e passar para 0,23 o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação. Assim como, a Universidade Federal Fluminense (UFF) necessita aumentar 2,52% a relação de alunos por docentes e em 11,56% a relação de alunos por técnicos administrativos. Deve ainda, aumentar 0,52% o Índice de Qualificação do Corpo Docente e em 59,99% o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação.

Por fim, na região Sudeste a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) deve diminuir em 15,79% o Custo Corrente por Aluno Equivalente, aumentar 33,75% a relação de alunos em tempo integral pelo número de docentes, e em 7,27% o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação.

Já na região Sul, a Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), a Universidade Federal do Paraná (UFPR) e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) atingiram uma eficiência padrão de 1,00 no ano de 2022, significando que todos os *inputs* e *outputs* estão no nível ideal, sem necessidade de qualquer ajuste. Isso demonstra que as universidades estão utilizando seus recursos de forma ótima, proporcionando um ambiente acadêmico eficiente tanto em termos de custos quanto em desempenho educacional. As variáveis analisadas, incluindo o custo por aluno, a proporção de alunos por docentes e técnicos administrativos, a qualificação do corpo docente, a taxa de sucesso na graduação, o envolvimento com a pós-graduação e o IGC, estão todas no nível desejado, evidenciando a excelência dessas universidades em suas operações e resultados acadêmicos.

De forma oposta, a Universidade Federal de Pelotas (UFPEl) deve diminuir em 21,79% o Custo Corrente por Aluno Equivalente, aumentar 38,4% a relação de alunos em tempo integral pelo número de docentes, em 18,33% a relação de alunos por técnicos administrativos, em 23,37% a Taxa de Sucesso na Graduação e aumentar em 14,5% o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação.

Na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) necessita aumentar 14,70% o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes e o Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos necessita aumentar 19,69%. O Índice de Qualificação do Corpo Docente necessita de um aumento de 1,14%, enquanto a Taxa de Sucesso na Graduação necessita de

um aumento de 26,58% e de 23,71% no Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação.

A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) deve reduzir o custo corrente em 8,03%, aumentar 28,76% a relação de alunos por docente e 18,12% a Taxa de Sucesso na Graduação. Deve melhorar o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação em 33,74%. Da mesma forma, a Universidade Federal do Rio Grande (FURG) deve diminuir em 15,12% o Custo Corrente por Aluno Equivalente, aumentar 33,59% a relação de alunos em tempo integral pelo número de docentes, aumentar 35,68% a relação de alunos em tempo integral pelo número de técnicos. Deve ainda, ter um acréscimo de 0,21% no Índice de Qualificação do Corpo Docente e de 16,76% no o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação.

Por fim, na região Sul a análise das folgas da DMU Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), que apresenta uma eficiência padrão de 0,80, operando abaixo do ideal em diversas áreas. Especificamente, necessita melhorar o custo por aluno, a proporção de alunos por docente e técnico administrativo, a margem de sucesso na graduação, o Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação e o Índice Geral de Cursos. A instituição está gastando R\$ 823,46 a mais por aluno do que o valor ideal, devendo passar de R\$ 23.916,06 para R\$ 23.092,60, uma redução de 3,4%. Percebe-se que os valores melhoraram com o passar dos anos, em 2013 o Custo Corrente por Aluno Equivalente estava em R\$ 41.780,77.

A proporção atual de alunos em tempo integral pelo número de docentes é de 8,57, enquanto a ideal é de 11,02. Uma folga de 2,45 sugere que a UNIPAMPA pode melhorar a eficiência relativa diminuindo a quantidade de docentes ou ajustando o número de alunos para atingir uma proporção mais equilibrada. Da mesma forma ocorre com a relação de alunos por técnicos administrativos, que deve passar de 6,68 para 9,18, uma diferença de 37%. Uma justificativa para os índices atuais de relação aluno por docente e aluno por técnico administrativo é a estrutura *multicampi* da instituição.

A UNIPAMPA foi criada com 10 *campi* localizados em cidades distintas mais a Reitoria, o que significa que os recursos necessitam ser distribuídos de maneira a atender cada campus individualmente. Isso pode levar a uma menor concentração de alunos por docentes e técnicos administrativos em cada campus, em comparação com uma universidade com um campus centralizado. Cada campus necessita de infraestruturas próprias, como bibliotecas, laboratórios e serviços administrativos, o

que aumenta a necessidade de técnicos administrativos em cada local. Cada campus oferece programas diferentes com necessidades variadas de docentes e técnicos, por exemplo, cursos que incluem laboratórios específicos ou atendimento administrativo especializado. A variabilidade nas proporções de alunos por docentes e por técnicos pode refletir nas necessidades específicas de cada campus. Um campus pode ter um curso de alta demanda com poucos docentes especializados, ou um curso que requer mais suporte técnico. Manter e equipar múltiplos *campi* requer investimentos significativos em infraestrutura e tecnologia, o que pode elevar o custo do aluno. Da mesma forma, a fragmentação dos *campi* pode dificultar a consolidação de programas de pós-graduação, devido à dispersão dos recursos e dos pesquisadores.

Já o Índice de Qualificação do Corpo Docente está próximo do valor ideal, devendo ter uma melhora de 0,81%, indicando que a universidade possui um corpo docente altamente qualificado. O mesmo não ocorre com a Taxa de Sucesso na Graduação que deve aumentar em 6,1%. O Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação deve chegar em 0,18. Uma folga de 0,12 indica que a UNIPAMPA necessita aumentar significativamente seu envolvimento em programas de pós-graduação para melhorar sua eficiência relativa nessa área.

A UNIPAMPA, conforme indicado na tabela 17, está entre as universidades mais recentes do país, foi criada no ano de 2008. Dessa forma, em 2013 foi um dos primeiros anos que houve conclusão de cursos por parte de seus alunos. Além disso, conforme observado na tabela 16 do teste de Malmquist, a eficiência relativa da UNIPAMPA tem mostrado uma tendência de crescimento ao longo dos anos, o que é um fator positivo. Em contrapartida, outras universidades como a UFAC e a UFRB, que apresentaram índices de eficiência relativa mais baixos, experimentaram declínios em seus desempenhos, especialmente quando comparados aos períodos anteriores e durante a pandemia da Covid-19.

A análise das folgas das variáveis da tabela 22 revela oportunidades e desafios para as universidades em relação à eficiência relativa institucional. Algumas áreas de destaque incluem a necessidade de reduzir os custos por aluno, ajustar a força de trabalho para melhor corresponder à demanda estudantil, investir na qualificação do corpo docente e melhorar os processos de ensino e aprendizagem. Além disso, há uma demanda significativa por maior envolvimento com programas de pós-graduação e melhorias na qualidade geral dos cursos oferecidos.

De acordo com a tabela 15, as universidades que obtiveram os piores desempenhos na média da eficiência composta normalizada das variáveis analisadas no período de 2013 a 2022 são a UFRR, UNIR, UFCA, UNIFAP, UFRB, UFAC e UNIPAMPA. A análise das folgas da eficiência padrão de 2022 em conjunto com os dados da eficiência composta normalizada de 2013 a 2022 (tabela 12) revela que, apesar de apresentarem áreas críticas para melhorias, essas universidades têm mostrado tendências de recuperação e melhorias recentes em sua eficiência composta. É importante destacar que, em 2022, nenhuma universidade foi classificada como ineficiência forte (tabela 13). Esse fato demonstra que essas instituições estão focadas e atuando em ações específicas visando aumentar sua eficiência operacional. Diante do exposto, no próximo capítulo é apresentada a proposta de intervenção, sugerindo metas e estratégias para as universidades se tornarem eficientes.

5 Proposta de intervenção: Metas para as universidades se tornarem eficientes

A eficiência relativa das universidades é essencial para maximizar o uso de recursos e melhorar os resultados acadêmicos e de pesquisa. A análise de desempenho das instituições de ensino superior revela áreas com significativo potencial para melhorias. Este capítulo propõe um conjunto de metas estratégicas voltadas para aprimorar a eficiência relativa das universidades, identificando intervenções específicas que podem ser implementadas para alcançar uma melhor utilização dos recursos disponíveis e elevar o padrão de qualidade do ensino e da pesquisa.

Ao focar em ajustes específicos nos *inputs* e *outputs* das universidades, a proposta visa não apenas a manutenção da eficiência relativa atual, mas também a promoção de um crescimento sustentável e de longo prazo. As melhorias listadas na seção anterior podem ajudar a universidades a não apenas manter sua eficiência relativa, mas também a alcançar resultados acadêmicos superiores e uma melhor utilização de seus recursos.

Para melhorar os índices de eficiência relativa, as universidades que não estão classificadas como eficientes podem considerar algumas estratégias. Primeiramente, é fundamental revisar os gastos operacionais, buscando reduzir despesas desnecessárias e melhorar a eficiência relativa nos processos administrativos. A adoção de medidas de economia de energia e recursos, bem como a adoção de tecnologias que reduzam os custos operacionais, pode contribuir significativamente.

Além disso, é crucial buscar um equilíbrio na razão de alunos por docente e na razão de alunos por técnicos administrativos. Uma análise detalhada das demandas de cada unidade pode facilitar a redistribuição dos docentes e técnicos administrativos de forma mais eficiente. Oferecer programas de capacitação é essencial para que os técnicos adquiram habilidades adicionais, permitindo-lhes desempenhar funções em diferentes áreas ou setores. Isso pode incluir treinamento em tecnologias educacionais, gestão administrativa ou suporte acadêmico. Do mesmo modo, promover a formação multidisciplinar dos docentes, incentivando a participação e colaboração em outras disciplinas, permitirá uma alocação flexível conforme a necessidade.

As universidades também podem expandir e fortalecer os programas de educação a distância (EaD) e de ensino híbrido, possibilitando que mais alunos tenham acesso aos cursos sem a necessidade de aumentar proporcionalmente o número de docentes. A utilização de plataformas de aprendizado *online* pode fornecer suporte adicional aos alunos, aliviando a carga administrativa e pedagógica sobre técnicos e docentes. A introdução de sistemas de automação para tarefas administrativas, como inscrição em disciplinas, gestão de documentos e processos de avaliação, e a revisão dos currículos dos cursos para reduzir a carga horária de disciplinas com baixa demanda ou que podem ser combinadas, são outras estratégias.

Em paralelo, a promoção da retenção de alunos por meio do fortalecimento de programas de suporte acadêmico pode melhorar a retenção e o desempenho dos estudantes, resultando em uma redução da carga administrativa e pedagógica a longo prazo. Implementar programas de orientação de carreira e estágios que envolvam o setor externo também oferece oportunidades de aprendizado prático aos alunos, diminuindo a necessidade de suporte contínuo interno. Oferecer cursos adequados às necessidades e características econômicas, sociais e culturais da região pode contribuir para a retenção dos alunos. Para isso, é essencial realizar estudos detalhados para identificar áreas de maior demanda e necessidade na região, bem como as lacunas de habilidades no mercado de trabalho local.

A Taxa de Sucesso na Graduação é um indicador importante da eficiência relativa do processo educacional, refletindo a capacidade da universidade em reter, formar e preparar os alunos para o mercado de trabalho ou para a continuidade acadêmica. Melhorar essa taxa requer uma abordagem integrada e estratégica que envolva melhorias na qualidade do ensino, apoio aos alunos, uso de tecnologias educacionais, retenção de estudantes, parcerias com o mercado de trabalho e um compromisso contínuo com a avaliação e aprimoramento dos programas.

Dentre as ações, destaca-se a oferta de programas de suporte acadêmico, aconselhamento e monitoria para ajudar os alunos a enfrentarem desafios acadêmicos. Podendo adotar metodologias de ensino que incentivem a participação ativa dos alunos, como a aprendizagem baseada em projetos, estudos de caso e simulações. Utilizar plataformas de aprendizado *online* que ofereçam acesso a recursos educacionais, conteúdos de aula e fóruns de discussão também pode ser outra ação. Assim como, investir em laboratórios bem equipados e tecnologias de

ponta para proporcionar um ambiente de aprendizado prático e atualizado. Além disso, desenvolver um sistema de alerta precoce para identificar alunos em risco de abandono ou baixo desempenho. Dessa forma, oferecendo intervenções personalizadas pode prevenir desistências. Ajustes nos programas e serviços com base em evidências coletadas são necessários para garantir que as mudanças estejam alinhadas com as necessidades dos alunos e as demandas externas.

Uma das variáveis que tem contribuído para a baixa eficiência relativa das universidades é o nível de envolvimento com a pós-graduação. Para aumentar esse envolvimento, é essencial desenvolver e promover programas de pós-graduação competitivos, focados em áreas de pesquisa de alto impacto e demanda do mercado. Estabelecer parcerias com outras instituições de pesquisa e empresas para fomentar projetos de pesquisa colaborativa é igualmente importante.

A execução dessas estratégias exigirá planejamento cuidadoso, recursos adequados e o envolvimento de toda a comunidade acadêmica. Para que tais iniciativas sejam bem-sucedidas, será essencial que todos os setores, desde a administração até os docentes e discentes, colaborem ativamente. Além disso, é fundamental monitorar e avaliar regularmente os resultados, esse monitoramento deve incluir a coleta de dados, *feedback* constante dos envolvidos e a análise crítica dos processos implementados. Com base nesses dados, será possível ajustar os planos conforme necessário promovendo um ambiente educacional dinâmico e adaptável às mudanças e demandas futuras. Na próxima seção é apresentada uma síntese geral dos resultados e metas para as universidades gaúchas.

5.1 Síntese geral das metas para as universidades do Rio Grande do Sul

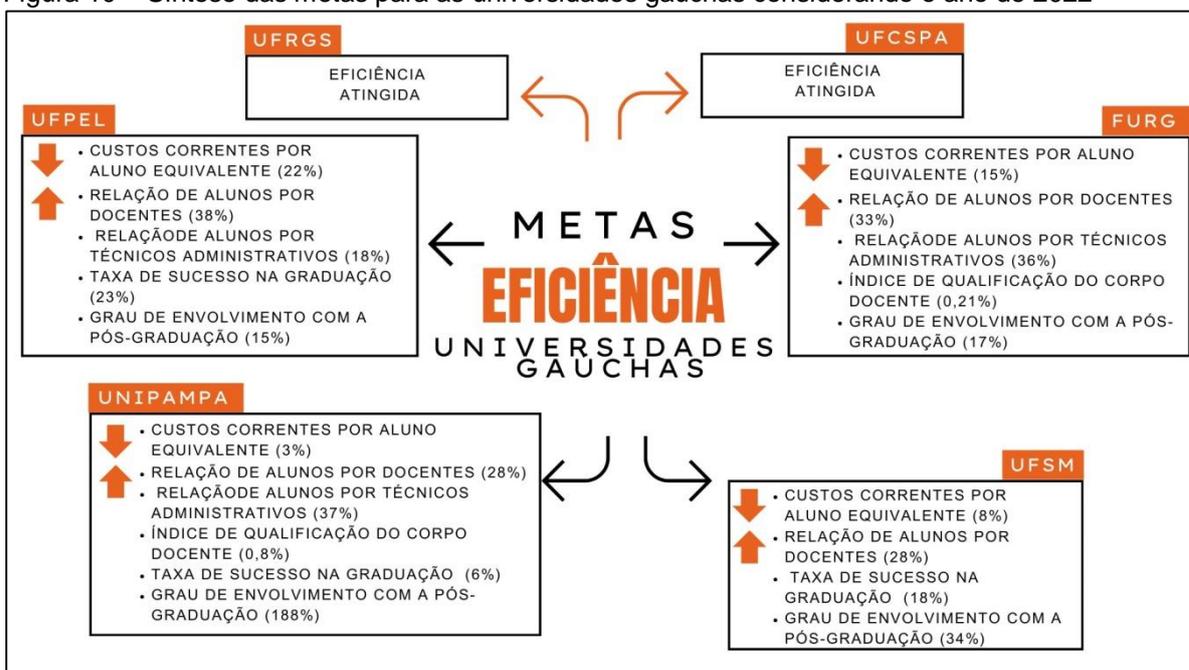
A eficiência relativa das universidades no Rio Grande do Sul é um elemento importante para promover avanços nos resultados acadêmicos e de pesquisa. Em um contexto de políticas públicas, é crucial promover o apoio mútuo entre as universidades gaúchas. Isso não apenas fortalece individualmente cada instituição, mas também contribui para o fortalecimento coletivo do sistema educacional e científico do sul do Brasil, fomentando assim o desenvolvimento socioeconômico e cultural de maneira integrada e sustentável.

As universidades gaúchas mostram diferentes níveis de eficiência relativa em relação ao Índice de Qualificação do Corpo Docente. A UFPel, a UFSM, a UFRGS e a UFCSPA demonstram alta eficiência relativa com folga zero, indicando uma gestão

adequada na qualificação de seus docentes. FURG e UNIPAMPA, com folgas mínimas em X4, indicam que ainda há pequenas margens para melhorias na qualificação do corpo docente. A análise da Taxa de Sucesso na Graduação destaca que algumas universidades no Rio Grande do Sul estão enfrentando desafios consideráveis na Taxa de Sucesso na Graduação (UFPeI, UFSM e UNIPAMPA), enquanto outras estão se destacando com excelentes desempenhos (FURG, UFRGS, e UFCSPA).

A análise de desempenho das instituições de ensino superior na região revelou áreas com potencial significativo para melhorias. Em 2022, as universidades gaúchas foram avaliadas quanto ao seu desempenho em variáveis como custo por aluno, relação aluno por docente e técnico administrativo, qualificação do corpo docente, taxa de sucesso na graduação, envolvimento com a pós-graduação e índice geral de cursos. Universidades como UFCSPA e UFRGS atingiram eficiência relativa máxima, refletindo um uso adequado dos recursos em todas as áreas analisadas. No entanto, instituições como UFPeI, UFSM, FURG e UNIPAMPA mostraram eficiências abaixo do ideal, destacando necessidades específicas de melhoria em diferentes aspectos, conforme ilustrado no figura 10.

Figura 10 – Síntese das metas para as universidades gaúchas considerando o ano de 2022



Fonte: elaborada pela autora (2024).

Conforme a figura 10, o custo corrente por aluno equivalente foi identificado como uma área que merece atenção, onde ajustes são necessários para alinhar os gastos com valores ideais estabelecidos principalmente para a UFPel, seguida pela FURG, UFSM e UNIPAMPA com a menor redução necessária. Além disso, as relações aluno por docente e por técnico administrativo necessitam ser ajustadas em várias universidades, indicando a necessidade de readequação de recursos humanos. A qualificação do corpo docente, embora geralmente alta, possui pouco espaço para melhorias pontuais na FURG e na UNIPAMPA. Já as taxas de sucesso na graduação e o envolvimento com a pós-graduação foram identificados como áreas onde as universidades podem aumentar significativamente sua eficiência relativa acadêmica.

Estratégias propostas incluem a redução de custos operacionais através de revisões detalhadas e economia de recursos, bem como ajustes na distribuição de pessoal para melhor atender às demandas acadêmicas específicas de cada instituição. A expansão e fortalecimento de programas de educação a distância e ensino híbrido são vistos como caminhos para aumentar a eficiência relativa sem necessariamente expandir proporcionalmente os recursos humanos. Assim como, desenvolver e promover programas de pós-graduação que atendam a demanda do mercado e da sociedade.

Em resumo, a análise destaca a importância de identificar áreas específicas para intervenção e implementação de medidas estratégicas que não apenas aumentem a eficiência operacional das universidades gaúchas, mas também elevem o padrão de qualidade do ensino e da pesquisa na região. A eficiência relativa das universidades no Rio Grande do Sul não é apenas uma questão interna das instituições, mas tem repercussões significativas para toda a sociedade e para o desenvolvimento da região sul do Brasil. Isso não apenas aumenta as oportunidades educacionais, mas também fortalece o capital humano da região, preparando estudantes para contribuir de maneira adequada para o mercado de trabalho e para a inovação tecnológica visando posicionar a região como um polo de conhecimento e inovação, atraindo investimentos e promovendo um ciclo virtuoso de desenvolvimento econômico e social.

6 Conclusão

A presente pesquisa teve como objetivo analisar o nível de eficiência relativa das universidades federais brasileiras no período de 2013 até 2022, utilizando uma série de variáveis selecionadas para uma análise detalhada. As variáveis consideradas foram: Custo Corrente por Aluno Equivalente, Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes, Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Técnicos Administrativos, Índice de Qualificação do Corpo Docente, Taxa de Sucesso na Graduação, Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação e Índice Geral de Cursos. A metodologia aplicada para avaliar a eficiência relativa foi a Análise Envoltória de Dados (DEA), que permitiu a avaliação da eficiência relativa das instituições.

Destaca-se que Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) lidera o *ranking* e é considerada a universidade mais eficiente entre as instituições analisadas. A Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) se manteve na liderança nos quatro modelos de fronteira de eficiência: fronteira padrão, invertida, composta e composta normalizada. Mesmo resultado encontrado na pesquisa de Pereira (2020).

Foram realizados cálculos da eficiência padrão, eficiência invertida, eficiência composta e eficiência composta normalizada. A variação da eficiência composta normalizada durante a pandemia da Covid-19 foi analisada utilizando o índice de Malmquist, que destacou que a pandemia teve impactos variados nas eficiências relativas das universidades federais brasileiras. Algumas instituições conseguiram melhorar sua eficiência relativa, enquanto outras enfrentaram dificuldades e tiveram uma queda em sua eficiência relativa. Dessa forma, a hipótese de que os níveis de eficiência relativa das universidades federais do Brasil decresceram durante a pandemia não foi confirmada nesta pesquisa.

Foi observado que as universidades mais antigas são, em geral, mais eficientes, possivelmente devido à maior experiência e infraestrutura consolidada. Assim, confirmando a hipótese de que existe diferença estatisticamente significativa no nível de eficiência relativa das universidades mais jovens quando comparadas às mais antigas. Adicionalmente, pode-se concluir que há uma diferença significativa entre as médias de eficiência relativa das universidades em municípios mais desenvolvidos e menos desenvolvidos, considerando o PIB *Per Capita*. No entanto,

a localização das universidades em capitais versus municípios que não são capitais não mostrou interferência significativa na eficiência relativa. Já os resultados por região indicam que existem diferenças estatisticamente significativas na eficiência relativa média das universidades brasileiras entre as diferentes macrorregiões. E que não há diferença significativa na eficiência relativa entre as universidades das regiões Sul e Sudeste, indicando uma semelhança no desempenho dessas duas macrorregiões. Mesmo resultado encontrado por Pereira (2020) em que observou que a maioria das Instituições consideradas eficientes está concentrada nas Regiões Sul e Sudeste. E resultado semelhante ao trabalho de Penha (2020) que destaca que as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul representam a maioria das universidades com maiores escores de eficiência relativa para os anos analisados, evidenciando a hegemonia socioeconômica dessas regiões.

Posteriormente, foi realizada a análise das folgas de cada instituição. Essa análise revelou oportunidades e desafios para as universidades em relação à eficiência institucional. Algumas áreas de destaque incluem a necessidade de reduzir os custos por aluno, ajustar a força de trabalho para melhor corresponder à demanda estudantil, investir na qualificação do corpo docente e melhorar os processos de ensino e aprendizagem. Além disso, há uma demanda significativa por maior envolvimento com programas de pós-graduação e melhorias na qualidade geral dos cursos oferecidos.

No que tange os objetivos específicos, entende-se que foram contemplados através das etapas deste estudo. O objetivo de investigar a eficiência relativa das universidades federais consistiu em identificar quais instituições de ensino superior estão operando de forma mais eficiente em comparação com outras, além de destacar aquelas que estão abaixo da média em termos de eficiência relativa. Os resultados da Análise Envoltória de Dados (DEA) permitiram identificar as unidades mais eficientes, bem como aquelas com desempenho abaixo da média.

O segundo objetivo de verificar as instituições federais de ensino superior que são referências (*benchmarks*) para as demais IFES ineficientes foi atingido através da aplicação de técnicas de Análise Envoltória de Dados (DEA) para calcular diferentes tipos de eficiência. Identificando tanto as instituições mais eficientes, nesta pesquisa a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) alcançou eficiência máxima e pode ser utilizada como *benchmark* positivo, quanto aquelas menos eficientes, fornecendo dados sobre áreas que necessitam ser aprimoradas.

O terceiro objetivo de comparar os resultados da eficiência relativa das universidades federais brasileiras antes e durante a pandemia da Covid-19 foi alcançado por meio da análise da variação da eficiência composta normalizada durante esse período. Utilizando o índice de Malmquist, foi possível analisar que as universidades aumentaram ou diminuíram a eficiência relativa durante os períodos. O teste *t* de duas amostras de Welch indicou que não houve diferença significativa entre os níveis de eficiência relativa antes e durante a pandemia.

O quarto objetivo de analisar a relação entre a idade das universidades federais brasileiras e sua eficiência relativa no período analisado foi alcançado pela análise da eficiência relativa das universidades mais antigas quando comparados com as mais novas resultando na confirmação da primeira hipótese. E por fim, o último objetivo específico de propor recomendações e diretrizes para aprimorar a eficiência relativa das universidades federais brasileiras, considerando os desafios enfrentados durante a pandemia e o contexto da administração pública, permitiu verificar a situação das instituições. Por meio desse objetivo, foi possível ter uma visão da situação das universidades, através da análise das folgas. E ainda, realizar um detalhamento das universidades, sendo essa a maior contribuição deste estudo (proposta de intervenção).

Além disso, é crucial ressaltar que os dados utilizados neste estudo estão diretamente relacionados às variáveis selecionadas. Este estudo, apesar de suas contribuições significativas, apresenta limitações que podem ter impactado os resultados obtidos. Embora tenham sido abordadas diversas variáveis relevantes para a análise da eficiência relativa das universidades federais brasileiras, é importante notar que existe uma ampla gama de outras variáveis que podem influenciar a eficiência institucional. A literatura não delimita quais devem ser consideradas, oferecendo oportunidades para pesquisas futuras explorarem diferentes conjuntos de variáveis e suas relações com a eficiência relativa das instituições de ensino superior.

Ademais, é necessário destacar outra limitação deste estudo relacionada à qualidade e disponibilidade dos dados, especialmente durante o período da pandemia da Covid-19. A coleta de dados em meio a uma crise global pode ter sido afetada por diversos fatores, como mudanças nos processos de registro e relatórios institucionais. Essa limitação pode ter influenciado a precisão e abrangência das análises realizadas.

Para aprimorar a compreensão da eficiência relativa das universidades federais, recomenda-se para trabalhos futuros a análise de dados de anos adicionais. Futuras pesquisas podem incluir um conjunto mais diversificado de variáveis relevantes não abordadas neste estudo e a investigação de possíveis alterações nos dados após o período da pandemia. A continuidade dessa linha de pesquisa pode proporcionar outros dados sobre os determinantes da eficiência relativa das universidades federais brasileiras e as melhores estratégias para promover melhorias contínuas das universidades.

As propostas de intervenção sugeridas por este estudo têm potencial para melhorar a qualidade do ensino superior no Brasil. Ao identificar as melhores práticas e áreas que necessitam de melhorias, as universidades podem adotar estratégias que promovam um ensino mais inclusivo. A implementação de recomendações específicas, como a redução de custos e a melhoria na qualificação do corpo docente, pode levar a um aprimoramento geral da qualidade educacional, beneficiando um maior número de estudantes e contribuindo com a sociedade.

Para maximizar o impacto das propostas de intervenção, é crucial integrá-las com políticas públicas e iniciativas governamentais, ajustando-as às diretrizes de regulamentação do ensino superior. A colaboração entre universidades e órgãos governamentais pode assegurar a implementação adequada e sustentável das recomendações, garantindo que atendam às necessidades regionais e promovam uma educação superior mais equitativa e acessível.

Em resumo, esta pesquisa pode auxiliar os gestores das universidades federais brasileiras a melhorar a eficiência relativa e a qualidade das instituições. Ao analisar as práticas eficientes de outras instituições, eles podem adotar estratégias para melhorar a eficiência operacional e acadêmica. Compreender os determinantes da eficiência relativa também ajuda na tomada de decisões estratégicas, como alocação de recursos e investimentos. Ao considerar tendências de eficiência relativa ao longo do tempo e eventos externos, como a pandemia, os gestores podem desenvolver planos de longo prazo mais resilientes. A pesquisa também serve como ferramenta de avaliação de desempenho, permitindo monitoramento contínuo do desempenho da instituição.

Referências

ALCANTARA, C. M. **Os princípios constitucionais da eficiência e eficácia da administração pública: estudo comparativo Brasil e Espanha**, 2009.

ALCARAZ-OCHOA, D.; BERNAL-DOMÍNGUEZ, D. Evaluación de la eficiencia técnica de las Universidades Públicas Estatales (UPE) del noroeste de México mediante Análisis Envoltante de Datos (DEA). **Nova scientia**, v. 9, n. 19, p. 393-410, 2017. Disponível em:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-07052017000200393&lng=es&nrm=iso Acesso em: 28 ago. 2023.

ALEXANDER, C. **Modelos de mercados. Um guia para a análise de informações financeiras**. Saraiva, 2005.

ALMEIDA, L. R. B. **Execução orçamentária nas universidades: uma análise das despesas públicas entre os anos de 2012 a 2021**. Brasília, DF, 2022. 38 p.

AMORIM, P.M; DA COSTA, S.R.R. Um Estudo Sobre a Aplicação da Gestão do Conhecimento na Administração Pública. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, [S. l.], v. 8, pág. 57870–87884, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n8-263. Disponível em:
<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/14960>. Acesso em: 28 ago. 2023.

AYAVIRI NINA, V. D.; ZAMORA ECHENIQUE, G. Medición de la eficiencia em las Universidades. Una propuesta metodológica. **Revista Perspectivas**, n. 37, p. 7-22, 2016. Disponível em:
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1994-37332016000100002 Acesso em: 02 nov. 2023.

BARRA, C.; LAGRAVINESE, R.; ZOTTI, R. Does Econometric Methodology Matter to Rank Universities? An Analysis of Italian Higher Education System. **Socio-Economic Planning Sciences**, volume 62, p. 104–120, 2018. Disponível em:
<https://doi.org/10.1016/j.seps.2017.09.002>. Acesso em: 07 nov. 2023.

BELLONI, J.A. **Uma Metodologia de Avaliação da Eficiência Produtiva de Universidades Federais Brasileiras**. 2020. Tese (Doutorado em engenharia de produção) - Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

BERNARDO, M.; RODRIGUES, L. F. Análise Envoltória de Dados: Aplicação do Modelo CCR e do Modelo BCC para a Avaliação do Desempenho de Bibliotecas Universitárias de uma IFES. **Revista de Administração, Contabilidade e Economia da FUNDACE**, v. 6, n. 2, p. 80-96, 2015. Disponível em:
<https://racef.fundace.org.br/index.php/racef/article/view/332> Acesso em: 07 out. 2023.

BILA, S. USTM–19 anos depois: realizações, desafios e perspectivas no processo de ensino e aprendizagem. **ALBA-ISFIC Research and Science Journal**, v. 1, n. 3, p. 155-169, 2024. Disponível em:
<https://www.alba.ac.mz/index.php/alba/article/view/70/62>. Acesso em: 03 jun. 2024.

BRASIL. **Avaliação de Políticas Públicas: Guia Prático de Análise Ex Post. 2018.** Casa Civil da Presidência da República. Brasília, DF, 2018.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 19 fev. 2023.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 200, de 25 de fevereiro de 1967.** Dispõe sobre a organização da Administração Federal, estabelece diretrizes para a Reforma Administrativa e dá outras providências. 1967. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0200.htm. Acesso em: 12 abr. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 14.343, de 07 de setembro de 1920.** Institui a universidade do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEC&numero=14343&ano=1920&ato=d580TW61ENFpWT216>. Acesso em: 07 abr. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 1.916 de 23 de maio de 1996.** Regulamenta o processo de escolha dos dirigentes de instituições federais de ensino superior, nos termos da Lei nº 9.192, de 21 de dezembro de 1995. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d1916.htm Acesso em: 10 abr. 2023.

BRASIL. **Decreto n.º 19.402, de 14 de novembro de 1930.** Cria uma Secretaria de Estado com a denominação de Ministério dos Negócios da Educação e Saúde Pública. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/media/aceso_informacao/pdf/d19402.pdf. Acesso em: 07 abr. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 7.233, de 19 de julho de 2010.** Dispõe sobre procedimentos orçamentários e financeiros relacionados à autonomia universitária, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7233.htm. Acesso em: 16 abr. 2023.

BRASIL. **Emenda Constitucional nº 95, de 15 de dezembro de 2016.** Altera o Ato das Disposições Constitucionais Transitórias, para instituir o Novo Regime Fiscal, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc/emc95.htm. Acesso em: 03 abr. 2023.

BRASIL. **Lei nº 7.596, de 10 de abril de 1987.** Altera dispositivos do Decreto-lei nº 200, de 25 de fevereiro de 1967. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7596.htm. Acesso em: 12 abr. 2023.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/l9394.htm. Acesso em: 28 mar. 2023.

BRASIL. **Lei nº 13.856 de 08 de julho de 2019.** Cria a Universidade Federal do Norte do Tocantins, por desmembramento de campus da Fundação Universidade

Federal do Tocantins. Disponível em:

<https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=13856&ano=2019&ato=dd5QTU61keZpWTcac>. Acesso em: 07 abr. 2023.

BRASIL. **Lei Complementar nº 200, de 30 de agosto de 2023**. Institui regime fiscal sustentável para garantir a estabilidade macroeconômica do País e criar as condições adequadas ao crescimento socioeconômico, com fundamento no art. 6º da Emenda Constitucional nº 126, de 21 de dezembro de 2022, e no inciso VIII do caput e no parágrafo único do art. 163 da Constituição Federal; e altera a Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000 (Lei de Responsabilidade Fiscal).

Disponível em:

https://legislacao.presidencia.gov.br/ficha?/legisla/legislacao.nsf/Viw_Identificacao/lcp%20200-2023&OpenDocument Acesso em: 20 set. 2023.

BRASIL. **Projeto de lei complementar nº 93, de 18 de abril de 2023**. Institui regime fiscal sustentável para garantir a estabilidade macroeconômica do País e criar as condições adequadas ao crescimento socioeconômico, nos termos do disposto no art. 6º da Emenda à Constituição nº 126, de 21 de dezembro de 2022.

Disponível em:

https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2260147&filename=PLP%2093/2023. Acesso em: 10 jun. 2023.

CAMPOS, A. **Administração guia prático e didático**. 2. São Paulo: Erica, 2016.

CARVALHO, C. R.; VIANA, F. D. F.; RODRIGUES, L. F. Comer para aprender, criar e produzir: analisando a eficiência econômica dos restaurantes universitários das universidades federais brasileiras. **Meta** (Rio De Janeiro, Brasil) 13.40., 2021.

Disponível em:

<https://revistas.cesgranrio.org.br/index.php/metaavaliacao/article/view/3556>. Acesso em: 12 abr. 2023.

CASADO, F. L. Análise envoltória de dados: conceitos, metodologia e estudo da arte na educação superior. **Revista Sociais e Humanas**, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 59–71, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/sociaisehumanas/article/view/907>. Acesso em: 16 abr. 2023.

CAVALCANTE, P. Innovations in the Federal Government During the Post-new Public Management Era. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 22, n. 6, p. 885–902, nov. 2018. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rac/a/MMSQHkvrkNxc6YsHRg6mYct/?lang=en#>. Acesso em: 14 mar. 2023.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, p. 429-444, 1978.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0377221778901388> Acesso em: 10 jul. 2023.

CHEN, S.P.; CHANG, C.W. Measuring the efficiency of university departments: na empirical study using data envelopment analysis and cluster analysis.

Scientometrics 126, 5263–5284 (2021). Disponível em:
<https://doi.org/10.1007/s11192-021-03982-3>. Acesso em: 12 abr. 2023.

CONDESSA, M. S. **Análise da eficiência em ciência e tecnologia e inovação das universidades federais brasileiras através da análise envoltória de dados (DEA)**. 2022. 201 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração Pública) – Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas e Desenvolvimento, Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2022.

COOPER, W.W.; SEIFORD, L.M.; ZHU, J. (2004). Data Envelopment Analysis. In: Cooper, W.W., Seiford, L.M., Zhu, J. (eds) **Handbook on Data Envelopment Analysis**. International Series in Operations Research & Management Science, vol 71. Springer, Boston, MA. Disponível em: https://doi.org/10.1007/1-4020-7798-X_1, 2004 Acesso em: 12 abr. 2023.

CORREIA, P. M. A. R.; MENDES, I. O.; FREIRE, A. La Importancia de los valores organizacionales em la Administración Pública: um estudio de caso basado em la percepción de los trabajadores de una institución de enseñanza superior. **Revista del CLAD Reforma y Democracia**, n. 73, p. 227-258, 2019. Disponível em: <https://clad.org/wp-content/uploads/2021/04/073-07-CMF.pdf> Acesso em: 10 fev. 2023.

COSTA, E. M.; SOUZA, H. R. de.; RAMOS, F. de S.; SILVA, J. L. M. da. Eficiência e desempenho no ensino superior: uma análise da fronteira de produção educacional das IFES brasileiras. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 16, n. 3, p. 415–440, set. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rec/a/VMp6StXRyHq9f7MYgS53BPb/> Acesso em: 22 mar. 2023.

COSTA, W. P. D. Orçamento Público: A Importância do Orçamento Participativo na Gestão Pública. **Revista Controle** 15.2 (2018): 210-34. Disponível em: <https://revistacontrole.tce.ce.gov.br/index.php/RCDA/article/view/389>. Acesso em: 15 mar. 2023.

COSTIN, C. Administração pública. Rio de Janeiro, GEN Atlas, 2010.

CRYER, J. D.; CHAN, K. S. **Time series analysis: with applications in R**. [S.l.]: Springer, 2008. Second Edition. Disponível em: <https://mybiostats.files.wordpress.com/2015/03/time-series-analysis-with-applications-in-r-cryer-and-chan.pdf> Acesso em: 12 abr. 2023.

CUNHA, M.; ROCHA, V. On the efficiency of public higher education institutions in portugal: na exploratory study. University of Porto: FEP **Economics and Management**, v. 468, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/230881016_On_the_Efficiency_of_Public_Higher_Education_Institutions_in_Portugal_An_Exploratory_Study. Acesso em: 18 abr. 2023.

CURI, M. A.; BENEDICTO, G. C.; CARVALHO, F. de M.; NUINTIN, A. A.; NOGUEIRA, L. R. T. Eficiência das Universidades Federais quanto ao uso dos Recursos Renováveis. **Anais do Congresso Brasileiro de Custos - ABC**, [S. l.], 2014. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/3784>. Acesso em: 28 mar. 2023.

DA COSTA, C., E.; FEITOSA, L. V.; LESSA, V., H.; e COSTA, A. C. **Avaliação da Percepção dos Serviços Públicos pela Sociedade Civil: O Caso do Ministério Público**. 2016. PROFIAP.

DA SILVA, A. T.; GUIMARÃES, A. R. Orçamento público e financiamento das universidades federais no Brasil. **Cadernos de Pós-graduação**, [S. l.], v. 21, n. 2, p. 106–117, 2022. DOI: 10.5585/cpg.v21n2.21317. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/cadernosdepos/article/view/21317>. Acesso em: 19 set. 2023.

DALLA VECCHIA, D. **Análise da eficiência das instituições de educação superior públicas da região Nordeste do Brasil - 2008 a 2012**. 2014. 147 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Economia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

DENHARDT, R.B.; CATLAW, T.J. **Teorias da Administração Pública**. (2ed). São Paulo: Cengage Learning, 2017.

DILGUERIAN, A. M. **Michaelis: moderno dicionário da língua portuguesa**. 1998.

DORSA, A. C.. Repensando o papel das universidades: caminhos iniciais. **Interações** (Campo Grande), v. 20, n. 2, p. 341–343, abr. 2019. Disponível em: <https://www.interacoes.ucdb.br/interacoes/article/view/2505/pdf>. Acesso em: 10 ago. 2023.

DOS SANTOS, R. R.; DE FREITAS, M. M.; VICENTE, E. F. R. Impacto da governança na eficiência da aplicação dos recursos públicos com educação. **Contextus – Revista Contemporânea de Economia e Gestão**, v. 16, n. 3, p. 101-123, 12 dez. 2018. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/contextus/article/view/39906> Acesso em: 08 abr. 2023.

DUARTE, A. L. C.; SOUSA, J. V. de; PEIXOTO, M. do C. de L.; MENEGHEL, S. M. Nova gestão pública, qualidade da educação superior e o novo perfil dos estudantes. **Revista Brasileira de Política e Administração da Educação - Periódico científico editado pela ANPAE**, [S. l.], v. 38, n. 00, 2022. DOI: 10.21573/vol38n002022.122693. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/rbpaee/article/view/122693>. Acesso em: 23 ago. 2023.

DUMITRESCU, P.A.; DOGARU, T.C. The challenges of the administrative process in a financial crisis and their effectiveness. **Procedia Economics and Finance**. v. 39, n.1, p.827-832, 2016. DOI: 10.1016/S2212- 5671(16)30260-X. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/305396363_The_Challenges_of_the_Administrative_Process_in_a_Financial_Crisis_and_their_Effectiveness Acesso em: 21 jul. 2023.

EFICIÊNCIA. In: **Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. Michaelis, 2023. Disponível em: <<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/efici%C3%Aancia/>>. Acesso em: 14 jun. 2023.

ENCINAS, R. **Avaliação de políticas públicas: eficiência das universidades federais e identificação de benchmarks por meio de análise envoltória de dados**. Curitiba, PR, 2019.

E-MEC 2023. **Cadastro Nacional de Cursos e Instituições de Educação Superior**. Disponível em: <https://emec.mec.gov.br/>. Acesso em: 06 abr. 2023.

ESTEVAM, D. Y. A. **Eficiência relativa das universidades federais brasileiras**. 2018. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Contábeis) - Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Fortaleza, 2018.

EIEWS User Guide. **Panel Cointegration**. 2024. Disponível em: <https://www.eviews.com/help/helpintro.html#page/content/pool-Panel_Cointegration.html>. Acesso em: 18 abr. 2024.

FÄRE, R., GROSSKOPF, S., NORRIS, M., & ZHANG, Z. Crescimento da produtividade, progresso técnico e mudança de eficiência em países industrializados. **The American economic review**, 66-83, 1994. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2117971> Acesso em: 05 mar 2024

FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, Series A, v.120, n. 3, p. 253–290, 1957. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5118108/mod_resource/content/1/Farrell%201957.pdf Acesso em: 06 abr. 2023.

FERREIRA, C. M. de C.; GOMES, A. P. **Introdução à Análise Envoltória de Dados: Teoria, Modelos e Aplicações**. 2.ed. UFV, 2020.

FERREIRA, G. B. de C.; OLIVEIRA, L. O orçamento público no Estado constitucional democrático e a deficiência crônica na gestão das finanças públicas no Brasil. **Seqüência Estudos Jurídicos e Políticos**, [S. l.], v. 38, n. 76, p. 183–212, 2017. DOI: 10.5007/2177-7055.2017v38n76p183. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/sequencia/article/view/2177-7055.2017v38n76p183>. Acesso em: 25 set. 2023.

FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, M.; WALLE, S.V. Equity or Efficiency? Explaining Public Official's Values. **Public Administration Review**, v. 79, n. 1, p.25-34, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/puar.12996>. Acesso em: 06 abr. 2023.

FIORAVANTE, C. C.; JUNIOR, D. G.; BALDISSERA, J. F. Análise do desempenho orçamentário e financeiro: um estudo nos orçamentos da Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP." **Revista UNEMAT de Contabilidade** 10.20 (2021): 15-39. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/ruc/article/view/3702>. Acesso em: 14 jun. 2023.

FORSUND, F.R. Measuring Effectiveness of Production in the Public Sector. **Omega**. v.73, n. 1, p.93-103, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.omega.2016.12.007>. Acesso em: 14 jun. 2023.

FUNCK, E. K.; KARLSSON, T. S. **Twenty-five years of studying new public management in public administration: Accomplishments and limitations**. n.June 2018, p. 1–29, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/faam.12214> Acesso em: 11 fev. 2023.

GABARDO, E. Princípio da eficiência. **Enciclopédia jurídica da PUC-SP**. 1. ed. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2017.

GHIMIRE, S.; AMIN, S.H.; WARDLEY, L. J. Developing new data envelopment analysis models to evaluate the efficiency in Ontario Universities. **Journal of Informetrics**, v. 15, n. 3, p. 101172, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/351871375_Developing_new_data_envelopment_analysis_models_to_evaluate_the_efficiency_in_Ontario_Universities Acesso em: 08 mar. 2023

GIACOMONI, J. **Orçamento público**. 15. ed. ampliada, revista e atualizada - São Paulo: Atlas, 2010.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. Barueri, SP: Atlas, 2022.

GOMES, E. G., MANGABEIRA, J. A. C., MELLO, J. C. C. B. (2005). Análise de envoltória de dados para avaliação de eficiência e caracterização de tipologias em agricultura: um estudo de caso. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 43 (4),607-631. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/ncSqKwGQvzb4sYV3wpdNHB/#> Acesso em: 03 abr. 2023.

GUALANDI FILHO, P. E.; SOUSA, E. F. de; CARMO, C. T. do; GONÇALVES, T. J. M. Avaliação de eficiência de universidades federais brasileiras: uma abordagem pela Análise Envoltória de Dados. Avaliação: **Revista da Avaliação da Educação Superior** (Campinas), v. 28, p. e023018, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aval/a/dnY6MKZHBCt6MP4ccqJLJrw/> Acesso em: 06 abr. 2023.

GUAZINA, L.; MOURA, D. O. Os rumos do ensino superior brasileiro em contexto de crise: da declaração de Córdoba aos cortes no orçamento das universidades. **Comunicação & Educação**, 2020. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/comueduc/article/view/164999> Acesso em: 08 mar. 2023.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria básica**. 5. Porto Alegre AMGH 2011.

GUJARATI, D. **Econometria princípios, teoria e aplicações práticas**. São Paulo Saraiva 2019.

HAMMES JUNIOR, D. D.; FLACH, L.; MATTOS, L. K. DE .. The efficiency of public expenditure on Higher Education: a study with Brazilian Federal Universities. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 28, n. 109, p. 1076–1097, out. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ensaio/a/ZS3tfTTnzg7w53wYWq7pz4k/?lang=en> Acesso em: 14 jun. 2023.

IBGE. **Produto Interno Bruto dos Municípios**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?t=pib-por-municipio&c=4301602>. Acesso em: 06 jun. 2024.

INEP 2024. **Nota técnica nº 5/2024/CEI/CGGI/DAES**. Definição sobre a metodologia de cálculo do Índice Geral De Cursos Avaliados da Instituição (IGC) – edição 2022. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_superior/enade/notas_tecnicas/2024/nt_5-2024-CEI-CGGI-DAES-sobre_IGC_2022.pdf. Acesso em: 26 abr. 2024.

JESUS, I. R. D. de; GOMES, F. P.; ANGULO-MEZA, L. Avaliação da eficiência operacional das unidades de polícia pacificadora do estado do Rio de Janeiro. **Revista Produção Online** 14.2 (2014): 448-64. Web. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/1248> Acesso em: 06 jun. 2023.

JULIATTI, B. C.; PAULA, C. E. A.; SANTANA, D. R. de; VALLE, G. S. O. do; LUZ, J. L. S. da; CORDEIRO, J. B.; OLIVEIRA, M. A. M. de; DEUS, L. A. de; BORGES, T. C.. O que é uma gestão universitária eficiente? A construção de critérios objetivos que delimitam o princípio da eficiência em Universidades Federais Brasileiras. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, 8(7), 49904–49925, 2022 <https://doi.org/10.34117/bjdv8n7-078> Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/50012> Acesso em: 08 jun. 2023.

JUSTEN FILHO, M. **Curso de direito administrativo**. 14. Rio de Janeiro Forense 2023

KASSAI, S. **Utilização da análise por Envoltória de Dados (DEA) na análise de demonstrações contábeis**. São Paulo, 2002.

KING-DOMÍNGUEZ, A.; BACKHOUSE ERAZO, P.; AMÉSTICA-RIVAS, L. Deserción y graduación. Midiendo la eficiencia de las universidades estatales en Chile. **Revista de Educación**, v. 18, n. 2, p. 326-335, 2020. Disponível em: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1815-76962020000200326 Acesso em: 08 abr. 2023.

KOHAMA, H. **Contabilidade pública teoria e prática**. 15. São Paulo Atlas 2016.

LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. Grupo GEN, 2021. E-book. ISBN 9788597026580. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597026580/>. Acesso em: 13 mar. 2023.

LAPUENTE, V.; VAN DE WALLE, S. **The effects of new public management on the quality of public services**. n. 1970, p. 461–475, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/gove.12502> Acesso em: 14 jun. 2023.

LEITE, D. A. **Definição das metas regulatórias de perdas não técnicas para as distribuidoras de energia elétrica no Brasil: proposição de um modelo baseado na Análise de Fronteira Estocástica (SFA)**. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Centro Técnico Científico, Programa de Pós-Graduação em Metrologia, 2020.

LEITE, D. B. C.; FERNANDES, C. M. B. Indicadores de inovação pedagógica na universidade. In: MOROSINI, Marilia Costa (org.). **Qualidade na educação superior: reflexões e práticas investigativas**. Porto Alegre: EdiPUCRS, 2011. p. 293-312. Disponível em: <http://ebooks.pucrs.br/edipucrs/qualidadedaeducacaosuperior3.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2023.

LEMOS, J. H. B. **Análise de séries temporais para previsão da arrecadação do ICMS do Estado de Goiás com o software'R'**. 2024.

LETA, F. R.; MELLO, J. C. C. B. S. de; GOMES, E. G.; MEZA, L. A. Métodos de melhora de ordenação em DEA aplicados à avaliação estática de tornos mecânicos. **Investigação Operacional**, v. 25, n. 2, p. 229-242, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228375009_Metodos_de_melhora_de_ordenação_em_DEA_aplicados_a_avaliação_estática_de_tornos_mecânicos Acesso em: 10 maio 2024.

LIMA, R. J. de. **Diagnóstico dos elementos que favorecem ou limitam a execução do recurso de custeio descentralizado aos Centros acadêmicos: um estudo de caso do Centro de Ciências da Saúde da UFPE**. 2022. Dissertação (Mestrado em Gestão Pública para o Desenvolvimento do Nordeste) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022.

LINS, M. P. E.; MEZA, L. A. **Análise envoltória de dados e perspectivas de integração no ambiente de apoio à decisão**. Rio de Janeiro: Coppe/UFRJ, 2000.

LINS, M. E., LOBO, M. S. de C., SILVA, A. C. M. da ., FISZMAN, R., & RIBEIRO, V. J. de P.. (2007). **O uso da Análise Envoltória de Dados (DEA) para avaliação de hospitais universitários brasileiros**. *Ciência & Saúde Coletiva* v. 12, n. 4, p. 985–998, jul. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/js9bgJgNzvWW8WtJCgKmJ9s/abstract/?lang=pt> Acesso em: 03 jul. 2023.

LOPEZ, L.; WEBER, S. (2017) Testing for Granger causality in panel data. **The Stata Journal**, v. 17, n. 4, pp. 972-984. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/epdf/10.1177/1536867X1801700412>. Acesso em: 29 maio 2024.

MACIEL, G. da S. **Método para determinação de alvos para tornar DMUs eficientes usando a eficiência composta**. 2015. 77 f. Tese (Doutorado em Sistemas, Apoio à Decisão e Logística)– Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2015.

MAINARDES, E. W.; ALVES, H.; RAPOSO, M. O desempenho das universidades públicas portuguesas segundo seus alunos: análise de eficiência por meio do Data Envelopment Analysis. **Revista Gestão Universitária na América Latina-GUAL**, v. 5, n. 1, p. 184-215, 2012. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3193/319327514011.pdf> Acesso em: 08 jun. 2023.

MAJADA, C. P. **Eficiência em educação profissional, científica e tecnológica: um estudo sobre os institutos federais brasileiros**. 2019. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Faculdade de Administração e Turismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. Atualização da edição João Bosco Medeiros - 9. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

MARIANO, E. B.; ALMEIDA, R. M.; REBELATTO, D. A. N. Peculiaridades da análise por envoltória de dados. **Anais do XII Simpep**, Bauru, 2006. Disponível em: https://simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/816.pdf Acesso em: 06 jul. 2023.

MARIANO, E. B. e REBELATTO, D. A. do N. **Sistematização do processo de escolha dos modelos e perspectivas da análise envoltória de dados por meio de um sistema especialista**. 2010, Anais. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2010. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_129_827_14790.pdf. Acesso em: 18 jun. 2023.

MARIANO, E. B. **Crescimento Econômico e Desenvolvimento Humano: Uma Análise Mundial da Eficiência Social de Estados-Nação**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, SP, 2012.

MARIANO, E. B. **Sistematização e comparação de técnicas, modelos e perspectivas não-paramétricas de análise de eficiência produtiva**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008. doi:10.11606/D.18.2008.tde-24062008-163828. Acesso em: 16 abr. 2023.

MARTÍNEZ-CAMPILLO, A.; FERNÁNDEZ-SANTOS, Y. The impact of the economic crisis on the (in) efficiency of public Higher Education institutions in Southern Europe: The case of Spanish universities. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 71, p. 100771, 2020. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/eee/soceps/v71y2020ics0038012119302538.html> Acesso em: 15 jun. 2023.

MATIAS, A. B.; QUAGLIO, G. de M.; OLIVEIRA, B. G. de; LIMA, J. P. R. de; BERTOLIN, R. V. Níveis de gastos e eficiência pública em educação: um estudo de

municípios paulistas utilizando análise envoltória de dados. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, v. 11, n. 4, p. 1051-1067, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reaufsm/article/download/16448/pdf> Acesso em: 08 jun. 2023.

MATIAS-PEREIRA, J.A governança corporativa aplicada no setor público brasileiro. **Administração Pública e Gestão Social**, v. 2, n. 1, p. 109-134, 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/apgs/article/view/4015> Acesso em: 03 maio 2023.

MATTOS, E.; TERRA, R. Conceitos Sobre Eficiência. In Boueri, R.; Rocha, F.; Rodopoulos, F. (Org). **Avaliação da Qualidade do Gasto Público e Mensuração da Eficiência**. p.211 – 233. Brasília: Secretaria do Tesouro Nacional ,2015.

MEC 2013. **Portaria número 651, de 24 de julho de 2013**. Institucionaliza a Matriz de Orçamento de outros custeio e capital. Disponível em: <https://sites.unipampa.edu.br/proplan/files/2013/02/portaria-651-mec.pdf>, Acesso em: 05 ago. 2023.

MEC 2023. **Decisão TCU Nº 408/2002 - Plenário**. Orientações para o cálculo dos indicadores de gestão. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/indicadores.pdf>, Acesso em: 04 abr. 2023.

MEC 2024. **Plataforma Universidade 360°**. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/universidade360>. Acesso em: 06 fev. 2024.

MEDAUAR, O. **Direito administrativo moderno**. 4. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2000.

MELLO, J. C. C. B. S.; MEZA, L. A.; GOMES, E. G.; BIONDI NETO, L. **Curso de análise de envoltória de dados**. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, v. 37, 2005. Disponível em: <http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2005/pdf/arq0289.pdf> Acesso em: 06 set. 2023.

MELLO, J. C. C. B.S; GOMES, E.G.; MEZA, L. A; LETA, F.R. DEA Advanced Models for Geometric Evaluation of used Lathes. **WSEAS Transactions on Systems**, 7(5), 500-520, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/9c5gKh5f5X6SDxwRxvnVzFr/> Acesso em: 02 jul. 2023.

MODESTO, P. Notas para um debate sobre o princípio da eficiência. **Revista do Serviço Público**, v. 51, n. 2, p. 105-119, 2000. Disponível em: <https://revista.enap.gov.br/index.php/RSP/article/view/328> Acesso em: 02 set. 2023.

MONTEIRO, S. A.; RICCIO, T. F. dos S; DE CARVALHO, J. R. M. Avaliação de desempenho de IFES antes e durante a pandemia da Covid-19: uma análise a partir dos indicadores do TCU. **Revista Gestão Universitária na América Latina-GUAL**, p. 205-227, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/gual/article/view/93401> Acesso em: 11 jun. 2023.

MORETTIN, P. A. **Análise de séries temporais, v. 2 modelos multivariados e não lineares**. São Paulo Blucher 2020.

MOTA, T. R de A. de. **Utilização de DEA como instrumento de avaliação dos gastos públicos em educação: análise dos municípios do Estado do Rio de Janeiro**. 2016. 71 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção)– Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016.

MOTTA-ROTH, D.; HENDGES, G. H. **Produção textual na universidade**. São Paulo: Parábola Editorial, 2010.

MUNIZ, C. C. B. **O princípio da eficiência na administração pública brasileira**. Prisma Jurídico, São Paulo, v. 6, 2007.

MUNOZ, D. A. Assessing the research efficiency of higher education institutions in Chile: A data envelopment analysis approach. **International Journal of Educational Management** , vol. 30 No. 6, pp. 809-825. 2016 Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJEM-03-2015-0022>, Acesso em: 15 jun. 2023.

NAVAS, L. P.; MONTES, F.; ABOLGHASEM, S.; SALAS, R. J.; TOLOO, M.; ZARAMA, R. Colombian higher education institutions evaluation. **Socio-Economic Planning Sciences**, Volume 71, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100801>, Acesso em: 12 jun. 2023.

NAZARKO, J.; ŠAPARAUSKAS, J. Application of DEA method in efficiency evaluation of public higher education institutions. **Technological and Economic Development of Economy**, Lithuania, v. 20, n. 1, p. 25-44, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/261223627_Application_of_DEA_method_in_efficiency_evaluation_of_public_higher_education_institutions Acesso em: 19 jul. 2023.

NEVES, C. E. B.; MARTINS, C. B. Ensino superior no Brasil: uma visão abrangente. 2016. **Repositório do conhecimento do IPEA**. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9061?mode=full> Acesso em: 22 jun. 2023.

NONAKA, T. H. **Restos a pagar não processados como indicador de eficiência na gestão orçamentária**. 2019. 87 f., il. Dissertação (Mestrado em Economia)- Universidade de Brasília, Brasília 2019.

NORA, R. D. **Análise da relação entre os indicadores de desempenho das universidades federais da Região Sul do Brasil e os resultados obtidos no Índice Geral de Cursos (IGC)**. 2014. Disponível em: www.lume.ufrgs.br/handle/10183/103898. Acesso em: 13 maio 2024.

NUINTIN, A. A.; BENEDICTO, G. C.; CALEGÁRIO, C. L. L.; CURI, M. A.; NOGUEIRA, L. R. T. Eficiência da Aplicação de Recursos Públicos nas Universidades Federais. **Anais do Congresso Brasileiro de Custos - ABC**, [S. l.], Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/3783>. Acesso em: 18 jun. 2023.

OLIVEIRA, L. M. L. de; CORRÊA, D. M. M. C.; SOARES, L. de S.; LINHARES, E. R. Eficiência relativa dos hospitais universitários federais brasileiros. **Revista Controle - Doutrina e Artigos**, [S. l.], v. 21, n. 1, p. 40–75, 2022. DOI: 10.32586/rcda.v21i1.817. Disponível em: <https://revistacontrole.tce.ce.gov.br/index.php/RCDA/article/view/817>. Acesso em: 27 set. 2023.

OLIVEIRA, R. C. R. **Curso de direito administrativo**. 11. Rio de Janeiro Método 2023.

PANIZZON, M.; COSTA, C. F. da; MEDEIROS, I. B. de O. Práticas das universidades federais no combate à COVID-19: a relação entre investimento público e capacidade de implementação. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 54, n. 4, p. 635–649, 2020. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/rap/article/view/81877>. Acesso em: 18 jun. 2023.

PANWAR, A.; OLFATI, M.; PANT, M.; SNASEL, V. A Review on the 40 Years of Existence of Data Envelopment Analysis Models: Historic Development and Current Trends. **Arch Computat Methods Eng** 29, 5397–5426 (2022). Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11831-022-09770-3> Acesso em: 03 maio 2023.

PARENTE, P. H. N.; MARIA, C. C. de; DUTRA, R. S.; PAULO, E. Eficiência e produtividade nos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia do Brasil. **Administração Pública e Gestão Social**, [S. l.], v. 13, n. 1, 2021. DOI: 10.21118/apgs.v13i1.8735. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/apgs/article/view/8735>. Acesso em: 08 abr. 2023.

PASQUALI, J. C. **Governança pública e eficiência das universidades federais brasileiras, sob a ótica da teoria da agência**. Dissertação: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Contabilidade, 2021.

PAULA, A. P. P. de. Administração pública brasileira entre o gerencialismo e a gestão social. **Revista de Administração de Empresas**, v. 45, n. 1, p. 36–49, jan. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rae/a/HqKgvKNRxxMmCyxK7jbJz8g/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 03 abr. 2023.

PAULA, C. H. de; ALMEIDA, F. M. de. O programa Reuni e o desempenho das IFES brasileiras. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 28, p. 1054–1075, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ensaio/a/5pvgF4sGMQsn89ZYSYfWHsh/?format=pdf> Acesso em: 11 maio 2023.

PEDRONI, P. Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, 1999. V. 61, n. S1, p. 653–670. Disponível em: doi: 10.1111/1468-0084.0610s1653. Acesso em: 18 out. 2023.

PEÑA, C. R.; ALBUQUERQUE, P. H. M.; DAHER, C. E. Dinâmica da produtividade e eficiência dos gastos na educação dos municípios Goianos. **Revista De**

Administração Contemporânea, 845-65, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rac/a/dNprvJmGYqN3WDFCfxKgZ/?lang=pt#> Acesso em: 02 set. 2023.

PEÑA, C. R. Um modelo de avaliação da eficiência da administração pública através do método análise envoltória de dados (DEA). **Revista de Administração Contemporânea**, v. 12, p. 83-106, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rac/a/TdB6TqzwQyBXhB7qQgptsTf/> Acesso em: 13 set. 2023.

PENHA, D. de L. B. **As universidades federais brasileiras: reflexões acerca da eficiência e produtividade no período de 2013 a 2018**. 2020. 86 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2020.

PEREIRA, A. B. **A eficiência dos programas de pós-graduação em ciências contábeis, administração e turismo e seus determinantes**. Brasília, DF, 2023.

PEREIRA, B. T., STARON, L. **Avaliar a Eficiência e Eficácia da Gestão Escolar Integral no Processo de Ensino-Aprendizagem: Estudo de Casos nas Escolas Estaduais da Região de Campo Largo**. Curitiba: UFPR, 2009.

PEREIRA, D. P. **Análise da eficiência das universidades federais brasileiras: uma aplicação da análise envoltória de dados**. Palmas, TO, 2020.

PINHEIRO, P. O. **A mobilidade acadêmica outgoing na Universidade Federal do Pampa: olhares discentes**. 223 f.: il. 2020. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino) – Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé, Bagé, 2020.

PINTO, N. G. M.; CORONEL, D. A. Eficiência e eficácia na administração: proposição de modelos quantitativos. **Revista UNEMAT de Contabilidade**, vol. 6, no. 11, 2017 Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/ruc/article/view/1727> Acesso em: 09 set. 2023.

PLANELLS, M. **Avaliação da eficiência da gestão dos recursos nas universidades federais brasileiras**. Dissertação (Mestrado em Contabilidade). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR, 2018.

RAMÍREZ-GUTIÉRREZ, Z.; BARRACHINA-PALANCA, M.; RIPOLL-FELIU, V.. Eficiencia en la educación superior. Estudio empírico en universidades públicas de Colombia y España. **Revista de Administración Pública**, v. 54, n. 3, p. 468–500, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rap/a/HkcNBsHKKp5RXmbpw66qKHC/?format=pdf&lang=es> Acesso em: 15 ago. 2023.

RAY, S. C.; BHADRA, D. Nonparametric Tests of Cost Minimizing Behavior: a study of Indian Farms. **American Journal of Agricultural Economics**, vol. 75, n. 4, p.990-999, 1993. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/1243986>. Acesso em: 13 mai. 2024.

REBELLO, R. B. G. L. **Análise dos gastos das universidades federais brasileiras**. Campo Grande, MS, 2022.

REIS, C. Z. T.; OLIVEIRA, A. R. de; SILVEIRA, S. de F. R.; CUNHA, N. R. da S. Modelo orçamentário das universidades federais: fatores motivadores e inibidores de sua institucionalização. **Revista de Administração da UFSM** 10.6 (2018). Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2734/273454951009.pdf> Acesso em: 13 out. 2023.

REITER, R.; KLENK, T. The manifold meanings of 'post-New Public Management' – a systematic literature review. **International Review of Administrative Sciences**, v. 85, n. 1, p. 11–27, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325272822_The_manifold_meanings_of_'post-New_Public_Management'_-_a_systematic_literature_review Acesso em: 12 ago. 2023.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social métodos e técnicas**. 4. Rio de Janeiro Atlas 2017.

ROCHA, B. A.; ROCHA, L. C. S.; NOVAIS, A. L. R.; PELOGIO, E. A. Impacto macroeconômico em empreendimentos nascentes: análise com os microempreendedores individuais brasileiros. **REVES-Revista Relações Sociais**, v. 2, pág. 16675-01e, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/reves/article/view/16675/8277> Acesso em: 04 mar. 2024.

RODRIGUES, M. V. S.; AQUINO, M. D. D.; THOMAZ, A. C. F.; LIMA, S. H. D. D.; PEREIRA, R. F. Análise da eficiência do instrumento da cobrança pela água bruta nas bacias cearenses: uma aplicação da fronteira invertida em análise envoltória de dados. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales**, México, v. 15, n. 1, p. 448-464, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2022.15.1.78398> Acesso em: 10 ago. 2023.

RODRIGUES SANTOS, A.; SAMPAIO BARBOSA, F. L.; VICTOR MARTINS, D. F.; DE MOURA, H. J. Orçamento, Indicadores e Gestão de Desempenho das Universidades Federais Brasileiras. **Administração Pública e Gestão Social**, [S. l.], v. 9, n. 4, p. 276–285, 2017. DOI: 10.21118/apgs.v9i4.5116. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/apgs/article/view/5116>. Acesso em: 9 abr. 2023.

ROSANO-PEÑA, C.; GOMES, E. B. P. Eficiência e produtividade no setor público: conceitos e medidas. In: MADURO-ABREU, Alexandre (Org.). **Gestão judiciária: conteúdos e disciplina**. Brasília: Editora IABS, 2018. p. 188-249. Disponível em: http://icts.unb.br/jspui/bitstream/10482/32449/3/CAPITULO_EficienciaProdutividadeSetorPublico.pdf Acesso em: 09 abr. 2023.

SALAS-VELASCO, M. The technical efficiency performance of the higher education systems based on data envelopment analysis with na illustration for the Spanish case. **Educ Res Policy Prac** 19, 159–180 (2020). Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10671-019-09254-5> Acesso em: 15 set. 2023.

- SANCHO, J. M. G. La evaluación de la eficiencia em las universidades públicas españolas. **X Jornada Asociación de Economía de la Educación**, 2003.
- SANO, H., & Filho, M. M. **As técnicas de avaliação da eficiência, eficácia e efetividade na gestão pública e sua relevância para o desenvolvimento social e das ações públicas**, 2013.
- SANTOS, A. R.; BARBOSA, F. L.S.; MARTINS, D. F.Vi.; DE MOURA, H. J. Orçamento, Indicadores e Gestão de Desempenho das Universidades Federais Brasileiras. **Administração Pública e Gestão Social**, [S. l.], v. 9, n. 4, p. 276–285, 2017. DOI: 10.21118/apgs.v9i4.5116. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/apgs/article/view/5116>. Acesso em: 9 abr. 2023.
- SANTOS, F; CAMPILLO, Y. M.; FERNÁNDEZ, A. F. Determinantes de la eficiencia en las universidades públicas españolas: un análisis DEA en dos etapas Investigaciones de Economía de la Educación, 2015. Vol 10, pp. 491-508. **Investigaciones de Economía de la Educación**. 10. 491-508. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/306354942_Determinantes_de_la_eficiencia_en_las_universidades_publicas_espanolas_un analisis_DEA_en_dos_etapas_Investigaciones_de_Economia_de_la_Educacion_Vol_10_pp_491-508/citation/download Acesso em: 07 nov. 2023.
- SANTOS, J. C.; ALVES, J. da S. Determinantes das concentrações industriais entre os estados brasileiros: uma análise PVAR no período de 2003 a 2014. **Gestão & Regionalidade**, v. 36, n. 108, p. 27-49, 2020. Disponível em: https://seer.uscs.edu.br/index.php/revista_gestao/article/view/5338/2955 Acesso em: 19 jul. 2023.
- SANTOS, J. P. A.; DA SILVA JÚNIOR, L. H.; NUNES, A. Eficiência nas universidades federais brasileiras – um estudo por meio da análise envoltória de dados (DEA). **Desenvolvimento em Questão**, [S. l.], v. 20, n. 58, p. e12286, 2022. DOI: 10.21527/2237-6453.2022.58.12286. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/12286>. Acesso em: 7 ago. 2023.
- SAVIAN, M. P. G.; BEZERRA, F. M. Análise de eficiência dos gastos públicos com educação no ensino fundamental no estado do Paraná. **Economia & Região**, v.1, n.1, jan./jul. 2013. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/ecoreg/article/view/12963> Acesso em: 10 maio 2024.
- SCHLEICHER, A. The Impact of COVID-19 on Education: Insights from " Education at a Glance 2020". **OECD Publishing**, 2020. Disponível em: <https://www.oecd.org/education/the-impact-of-covid-19-on-education-insights-education-at-a-glance-2020.pdf>. Acesso em: 18 set 2023.
- SELVA, M. L. M.; MEDINA, R. P.; MARZAL, C. C. Calidad y eficiencia de las Universidades Públicas Españolas. **Revista de estudios regionales**, n. 99, p. 135-154, 2014. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/755/75531857005.pdf> Acesso em: 10 set. 2023.

SIQUEIRA, J. S. **Eficiência das universidades públicas federais brasileiras: um estudo com foco no projeto REUNI**. João Pessoa, 2015.

SILVA, A. P. **Eficiência dos gastos nas universidades federais brasileiras: uma proposta para a Universidade Federal de Goiás**, Goiânia, 2018

SILVA, C. L. da. **A eficiência relativa dos gastos públicos federais em educação superior no Brasil**. 2019.126f. - Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-graduação em Políticas Públicas e Gestão da Educação Superior, Fortaleza (CE), 2019.

SILVA, J. E. O.; MENDES, V. A. da R.; BORTOLINI M. H. Z.; SILVA, G. T. da; MACHADO, M. R.; MELO, M. B. de. Análise comparativa de cinco universidades federais brasileiras: relações entre orçamentos, servidores e discentes. **Revista Gestão Universitária Na América Latina** 9.3 (2016): 67-88. Web. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/gual/article/view/1983-4535.2016v9n3p67> Acesso em: 17 jul. 2023.

SILVA, T. M. C. F. da S. O impacto da Nova gestão pública nas Universidades: uma Reflexão sobre o Normativo Brasileiro. **Anais**. XVI Congresso USP – Controladoria e Contabilidade, São Paulo, 27 a 29 de julho de 2016. Disponível em: <https://congressosp.fipecafi.org/anais/16UsplInternational/87.pdf> Acesso em: 27 ago. 2023.

SILVA, T. R. **Eficiência na oferta de saúde pública no Estado do Rio de Janeiro no período 2009 a 2019: os efeitos das organizações sociais de saúde**. 2022. 64 f. Dissertação (Mestrado em Economia Regional e Desenvolvimento) - Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2022.

SIMÕES, M. L. O surgimento das universidades no mundo e sua importância para o contexto da formação docente. Universidade Federal da Paraíba. **Revista Temas em Educação**, v. 22, n. 2, p. 136, 2013.

SOUZA, D. G. de; MIRANDA, J. C.; SOUZA, F. dos S. Breve histórico acerca da criação das universidades no Brasil. **Revista Educação Pública**, v. 19, nº 5, 12 de março de 2019. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/19/5/breve-historico-acerca-da-criacao-das-universidades-no-brasil>. Acesso em: 10 jun. 2023.

SOUZA, P. C. de. **Avaliação da qualidade e eficiência da assistência hospitalar em 10 hospitais do SUS no estado de Mato Grosso** (Tese de doutorado, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT), 2014.

SOUZA, P. C.; GURTLER SCATENA, J. H.; KEHRIG, R. T. Eficiência hospitalar no SUS: análise de 10 hospitais do mix público-privado do estado de Mato Grosso. **Cadernos Gestão Pública e Cidadania**, São Paulo, v. 22, n. 72, 2017. DOI: 10.12660/cgpc.v22n72.66242. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/cgpc/article/view/66242>. Acesso em: 17 abr. 2023.

SOUZA, W. J. **Responsabilidade social corporativa e Terceiro Setor**. Brasília: Universidade Aberta do Brasil, 2008.

SUN, Y.; WANG, D. W.; YANG, F.; ANG, S. Efficiency evaluation of higher education systems in China: A double frontier parallel DEA model. **Computers & Industrial Engineering**, p. 108979, 2023. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1016/j.cie.2023.108979> Acesso em: 13 nov. 2023.

TCU. **Institucional**, 2023. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/institucional/conheca-o-tcu/> Acesso em: 10 jun. 2023.

TCU. **Prestação de Contas**, 2024. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/contas/contas-e-relatorios-de-gestao/prestacao-de-contas/>. Acesso em: 07 jun. 2024.

TORRES, M. D. de F. **Estado, democracia e administração pública no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2014.

UFCSPA. **Sobre a UFCSPA**, 2024. Disponível em: <https://ufcspa.edu.br/sobre-a-ufcspa/transparencia-e-prestacoes-de-contas/indicadores-do-tcu>. Acesso em: 09 maio 2024.

UFF. **Software de Análise Envolvória de Dados**, 2023. Disponível em: <http://tep.uff.br/software/>. Acesso em: 03 maio 2023.

WOLSZCZAK-DERLACZ J. Na evaluation and explanation of (in)efficiency in Higher Education Institutions in Europe and the U.S. with the application of two-stage semi-parametric DEA. **Research Policy**, Volume 46, Issue 9, 2017, Pages 1595-1605, ISSN 0048-7333, Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.07.010>. Acesso em: 12 jun. 2023.

XAVIER, G. B. **Avaliação de desempenho no setor bancário: uma comparação entre bancos digitais e tradicionais via Análise de Fronteira de Eficiência e Índice de Malmquist**. 2023. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Apêndices

Apêndice A – relação das Universidades Federais Brasileiras

Região	Unidade Federativa	Nome	Sigla	Fundação	Site	Site Relatório de Gestão
Centro-oeste	Distrito Federal	Universidade de Brasília	UnB	1962	https://unb.br/	https://www.dpo.unb.br/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=816
	Mato Grosso do Sul	Universidade Federal da Grande Dourados	UFGD	2005	www.ufgd.edu.br	https://www.ufgd.edu.br/reitoria/prestacao-de-contas/inicio
	Goiás	Universidade Federal de Goiás	UFG	1960	https://ufg.br/	https://secplan.ufg.br/p/42878-relatorios-de-gestao
	Mato Grosso	Universidade Federal de Mato Grosso	UFMT	1970	www.ufmt.br	https://www.ufmt.br/unidade/transparenciaprestacaocontas/pagina/relatorio-integrado/2168
	Mato Grosso do Sul	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	UFMS	1979	www.ufms.br	https://www.ufms.br/universidade/relatorios/relatorios-de-gestao/
	Goiás	Universidade Federal de Catalão	UFCat	2018	catalao.ufg.br	https://ccom.catalao.ufg.br/p/41333-relatorios-de-gestao-ccom-prpe
	Goiás	Universidade Federal de Jataí	UFJ	2018	portalufj.jatai.ufg.br	https://secplan.jatai.ufg.br/p/rg
	Mato Grosso	Universidade Federal de Rondonópolis	UFR	2018	http://ufr.edu.br/	https://ufr.edu.br/documentos/relatorio-gestao/
Nordeste	Bahia	Universidade Federal da Bahia	UFBA	1946	www.ufba.br	https://proplan.ufba.br/documentacao-legislacao/relatorios-gestao
	Bahia	Universidade Federal do Sul da Bahia	UFSB	2013	http://www.ufsb.edu.br/	https://ufsb.edu.br/acesso-informacao/relatorios-gestao
	Bahia	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia	UFRB	2005	www.ufrb.edu.br	https://www.ufrb.edu.br/proplan/relatorios-de-gestao
	Ceará	Universidade Federal da Lusofonia Afro-Brasileira	UNILAB	2010	www.unilab.edu.br	https://unilab.edu.br/transparencia-publica/
	Bahia					
	Paraíba	Universidade Federal da Paraíba	UFPB	1955	www.ufpb.br	http://www.proplan.ufpb.br/proplan/contents/menu/ploplan/relatorio-de-gestao
	Ceará	Universidade Federal do Cariri	UFCA	2013	www.ufca.edu.br	https://www.ufca.edu.br/transparencia-e-prestacao-de-contas/relatorio-de-gestao/#accordion-2

Alagoas	Universidade Federal de Alagoas	UFAL	1961	ufal.br	https://ufal.br/transparencia/relatorios/gestao
Paraíba	Universidade Federal de Campina Grande	UFCCG	2002	portal.ufccg.edu.br	https://portal.ufccg.edu.br/downloads/category/6-relatorios-de-gestao.html
Pernambuco	Universidade Federal de Pernambuco	UFPE	1946	www.ufpe.br	https://www.ufpe.br/transparenciaeprestacaodecontas
Sergipe	Universidade Federal de Sergipe	UFS	1968	https://www.ufs.br/	https://www.ufs.br/pagina/3314
Ceará	Universidade Federal do Ceará	UFC	1954	https://www.ufc.br/	https://proplad.ufc.br/pt/transparencia-e-prestacao-de-contas/relatorio-de-gestao/
Maranhão	Universidade Federal do Maranhão	UFMA	1966	https://portalpadrao.ufma.br/	https://portais.ufma.br/PortalUfma/paginas/documentos/doc_rel_gestao.jsf
Bahia	Universidade Federal do Oeste da Bahia	UFOB	2013	https://ufob.edu.br/	https://ufob.edu.br/a-ufob/transparencia-e-prestacao-de-contas
Piauí	Universidade Federal do Piauí	UFPI	1968	https://ufpi.br/	https://proplan.ufpi.br/index.php/component/content/article?id=110
Rio Grande do Norte	Universidade Federal do Rio Grande do Norte	UFRN	1958	https://www.ufrn.br/	https://www.ufrn.br/imprensa/noticias/69373/ufnr-disponibiliza-o-relatorio-de-gestao-2022
Pernambuco Bahia Piauí	Universidade Federal do Vale do São Francisco	UNIVASF	2002	https://portais.univasf.edu.br/home	https://portais.univasf.edu.br/dados-institucionais/relatorios-de-governanca-e-gestao/relatorio-de-gestao
Pernambuco	Universidade Federal Rural de Pernambuco	UFRPE	1947	https://www.ufrpe.br/br	http://ww2.proplan.ufrpe.br/br/content/documentos-e-relat%C3%B3rios-0
Rio Grande do Norte	Universidade Federal Rural do Semi-Árido	UFERSA	1968	https://ufersa.edu.br/	https://documentos.ufersa.edu.br/relatorios/gestao/
Pernambuco	Universidade Federal do Agreste de Pernambuco	UFape	2018	http://ufape.edu.br/	http://ufape.edu.br/node/6660
Piauí	Universidade Federal do Delta do Parnaíba	UFDP	2018	https://ufdpar.edu.br/	https://ufdpar.edu.br/progep/paginas/relatorios-de-gestao
Norte Rondônia	Universidade Federal de Rondônia	UNIR	1982	https://www.unir.br/homepage	https://www.unir.br/noticia/exibir/9926

	Roraima	Universidade Federal de Roraima	UFRR	1989	https://antigo.ufrr.br/	https://antigo.ufrr.br/proplan/todos-os-arquivos/category/39-relatorio-de-gestao
	Acre	Universidade Federal do Acre	UFAC	1970	https://www.ufac.br/site	https://www.ufac.br/site/ufac/proplan/relatorio-de-gestao/
	Amapá	Universidade Federal do Amapá	UNIFAP	1990	http://www.unifap.br/	https://www2.unifap.br/deplan/relatorios-de-gestao/
	Amazonas	Universidade Federal do Amazonas	UFAM	1909	https://www.ufam.edu.br/index.php	https://www.proplan.ufam.edu.br/index.php/transparencia-e-prestacao-de-contas/relatorio-de-gestao
	Pará	Universidade Federal do Oeste do Pará	UFOPA	2009	http://www.ufopa.edu.br/ufopa/	http://www.ufopa.edu.br/proplan/prestacao-de-contas/relatorio-de-gestao-da-ufopa/
	Pará	Universidade Federal do Pará	UFPA	1957	https://www.ufpa.br/	https://www.proplan.ufpa.br/index.php/relatorio-de-gestao
	Tocantins	Universidade Federal do Tocantins	UFT	2000	https://ww2.uft.edu.br/	https://ww2.uft.edu.br/?option=com_jalfresco&view=jalfresco&Itemid=&id=618d0193-be1a-43e8-93d3-f6b739c0a&folder_name=Relat%C3%B3rios%20de%20Gest%C3%A3o
	Pará	Universidade Federal Rural da Amazônia	UFRA	2002	https://novo.ufra.edu.br/	https://propladi.ufra.edu.br/index.php?option=com_content&view=article&id=89&Itemid=114
	Pará	Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará	UNIFESSPA	2013	https://www.unifesspa.edu.br/	https://seplan.unifesspa.edu.br/relatorios-de-gestao.html
	Tocantins	Universidade Federal do Norte do Tocantins	UFNT	2019	https://ufnt.edu.br/	https://ufnt.edu.br/pro-reitoria-de-planejamento-orcamento-e-desenvolvimento-institucional/
Sudeste	Minas Gerais	Universidade Federal de Alfenas	UNIFAL-MG	1914	https://www.unifal-mg.edu.br/portal/	https://www.unifal-mg.edu.br/planejamento/relatorios-de-gestao/
	Minas Gerais	Universidade Federal de Itajubá	UNIFEI	1913	https://unifei.edu.br/	https://prad.unifei.edu.br/dpo/relatorio-de-gestao/
	Minas Gerais	Universidade Federal de Juiz de Fora	UFJF	1960	https://www2.ufjf.br/ufjf/	https://www2.ufjf.br/relatoriodegestao/rg/

Minas Gerais	Universidade Federal de Lavras	UFLA	1994	https://ufla.br/	https://ufla.br/acessoinformacao/auditorias/processos-de-contas-anuais
Minas Gerais	Universidade Federal de Minas Gerais	UFMG	1927	https://ufmg.br/	https://www.ufmg.br/proplan/relatorios-de-gestao/
Minas Gerais	Universidade Federal de Ouro Preto	UFOP	1969	https://www.ufop.br/	https://ufop.br/relatorios-de-gestao
São Paulo	Universidade Federal de São Carlos	UFSCar	1968	https://www.ufscar.br/	https://www.spdi.ufscar.br/arquivos/informacao-institucional/prestacao-de-contas-2/relatorios-de-gestao
Minas Gerais	Universidade Federal de São João Del-Rei	UFSJ	1953	https://ufsj.edu.br/	https://ufsj.edu.br/tpc/relatorio_de_gestao.php
São Paulo	Universidade Federal de São Paulo	UNIFESP	1994	https://www.unifesp.br/	https://www.unifesp.br/reitoria/proplan/planejamento-institucional/planejamento-institucional-titulo/relatorio-de-gestao-2022
Minas Gerais	Universidade Federal de Uberlândia	UFU	1957	http://www.ufu.br/	https://ufu.br/transparencia-e-prestacao-de-contas/relatorio-de-gestao
Minas Gerais	Universidade Federal de Viçosa	UFV	1969	www.ufv.br	https://www.ufv.br/transparencia-e-prestacao-de-contas/relatorios-de-gestao-certificados-e-relatorios-de-auditoria/
São Paulo	Universidade Federal do ABC	UFABC	2005	ufabc.edu.br	https://propladi.ufabc.edu.br/informacoes/relatorio-de-gestao
Espírito Santo	Universidade Federal do Espírito Santo	UFES	1954	https://www.ufes.br/	https://proplan.ufes.br/relatorios-de-gestao
Rio de Janeiro	Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro	UNIRIO	1979	unirio.br	http://www.unirio.br/transparencia-e-prestacao-de-contas/relatorio-de-gestao
Rio de Janeiro	Universidade Federal do Rio de Janeiro	UFRJ	1920	ufrj.br	https://planejamento.ufrj.br/relatorio-de-gestao/
Minas Gerais	Universidade Federal do Triângulo Mineiro	UFTM	1953	http://www.uftm.edu.br/	https://www.uftm.edu.br/proplan/prestacao-de-contas/relatorios-de-gestao

	Minas Gerais	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri	UFVJM	1953	www.ufvjm.edu.br	http://portal.ufvjm.edu.br/page/acesso-a-informacao/auditorias/relatorios-de-gestao
	Rio de Janeiro	Universidade Federal Fluminense	UFF	1960	www.uff.br	https://www.uff.br/?q=processos-de-contas-anuais
	Rio de Janeiro	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	UFRRJ	1943	www.ufrj.br	https://portal.ufrj.br/institucional/relatorios-de-gestao/relatorios-de-gestao-da-ufrj/
Sul	Paraná	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	UTFPR	1909	www.utfpr.edu.br	http://www.utfpr.edu.br/documentos/reitoria/documentos-institucionais/prestacao-de-contas
	Santa Catarina	Universidade Federal da Fronteira Sul	UFFS	2009	https://www.uffs.edu.br/	https://www.uffs.edu.br/institucional/a_uffs/prestacao_anual_de_contas
	Paraná					
	Rio Grande do Sul					
	Paraná	Universidade Federal da Integração Latino-Americana	UNILA	2010	www.unila.edu.br	https://portal.unila.edu.br/institucional/relatorios
	Rio Grande do Sul	Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre	UFCSPA	1953	https://www.ufcspa.edu.br/	https://www.ufcspa.edu.br/sobre-a-ufcspa/transparencia-e-prestacoes-de-contas/45-sobre-a-ufcspa/transparencia-e-prestacoes-de-contas/relacionados/121-relatorios-de-gestao
	Rio Grande do Sul	Universidade Federal de Pelotas	UFPEL	1969	http://www.ufpel.edu.br/	https://portal.ufpel.edu.br/relatorios/
	Santa Catarina	Universidade Federal de Santa Catarina	UFSC	1956	www.ufsc.br	https://dpgi-seplan.ufsc.br/relatorio-de-gestao/
	Rio Grande do Sul	Universidade Federal de Santa Maria	UFSM	1960	http://www.ufsm.br	https://www.ufsm.br/pro-reitorias/proplan/relatorio-de-gestao
	Rio Grande do Sul	Universidade Federal do Pampa	UNIPAMPA	2008	www.unipampa.edu.br	https://sites.unipampa.edu.br/proplan/coordenadoria-de-planejamento-e-desenvolvimento/planejamento/relatorios-de-gestao/
Paraná	Universidade Federal do Paraná	UFPR	1912	www.ufpr.br	http://www.proplan.ufpr.br/portal/relatorio-de-gestao/	

Rio Grande do Sul	Universidade Federal do Rio Grande	FURG	1969	https://www.furg.br	https://www.furg.br/transparencia-e-prestacao-de-contas/relatorio-de-gestao
Rio Grande do Sul	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS	1895	www.ufrgs.br	https://www.ufrgs.br/governanca/informacoes-institucionais/relatorio-de-gestao/

Apêndice B – *inputs, outputs* e modelos DEA utilizados em trabalhos nacionais

Referência	País	Amostra	<i>Inputs</i>	<i>Outputs</i>	Modelo utilizado
Costa <i>et al.</i> (2012)	Brasil	49 universidades federais	custo corrente/aluno equivalente; aluno tempo integral/docente equivalente; aluno tempo integral/funcionários equivalentes; e o Índice de Qualificação do Corpo Docente	alunos formados/alunos matriculados (expresso pela Taxa de Sucesso na Graduação - TSG); e o conceito CAPES/MEC para a pós-graduação	SBM - <i>Output</i>
Nuintin <i>et al.</i> (2014)	Brasil	52 universidades federais	total do custo corrente por universidade	total de aluno equivalente na graduação; total de aluno na pós-graduação; total de pessoas beneficiadas; total de alunos assistidos; taxa de sucesso na graduação; índice geral de cursos; ranking internacional QS; ranking nacional RUF.	BCC - <i>Output</i>
Dalla Vecchia (2014)	Brasil	31 Instituições do Ensino Superior da região nordeste	razão alunos matriculados na graduação/ docentes totais em exercício; índice de qualificação do corpo docente (IQCD); e razão despesas gerais/alunos matriculados totais	número total de concluintes na graduação; e o Índice Geral de Cursos (IGC)	BCC - <i>Output</i>
Silva (2018)	Brasil	35 universidades Federais	gastos totais <i>per capita</i> (por aluno), os gastos com custeio <i>per capita</i> (por aluno) e os gastos com docentes <i>per capita</i> (por aluno)	nota obtida pela Universidade no Ranking Folha – RUF	CCR - <i>Input</i>
Estevam (2018)	Brasil	59 universidades federais	custo corrente por aluno sem HU (CCAe s/HU); aluno em tempo integral por professor equivalente por (AIPE); e o índice de qualificação do corpo docente (IQCD)	conceito CAPES/MEC (CAPES/MEC), taxa de sucesso na graduação (TSG); nota geral no ranking da Folha de São Paulo (Nota-RUF)	BCC - <i>Output</i>
Majada (2019)	Brasil	40 institutos federais	total de outros gastos correntes; total de gastos com investimento; número de alunos ingressantes; número de servidores	número de alunos concluintes e o número de alunos retidos	BCC - <i>Output</i>

Hammes Júnior <i>et al.</i> (2020)	Brasil	59 universidades Federais	Gastos Públicos com Educação, Número de professores	Taxa de serviço em Ensino superior, Taxa de graduados universitários	BCC - Output
Pereira (2020)	Brasil	53 instituições federais de ensino superior	Custo corrente por aluno equivalente, a relação de alunos em tempo integral por professor equivalente, a relação de alunos em tempo integral por funcionário equivalente sem hospital universitário e o índice de qualificação do corpo docente	Conceito CAPES para a pós-graduação e a taxa de sucesso na graduação	CCR - Output
Santos <i>et al.</i> (2022)	Brasil	56 universidades federais	Custo Corrente sem hospital universitário; Número de Docentes Equivalentes; Número de Empregados Equivalentes; Índice de Qualificação Docente – IQCD	Índice Geral de Cursos; Ranking Universitário da Folha – RUF	BCC - Output
Gualandi Filho <i>et al.</i> (2023)	Brasil	68 universidades públicas	custo corrente sem hospital universitário / aluno equivalente; aluno tempo integral / professor equivalente; aluno tempo integral / funcionário equivalente sem hospital universitário; funcionário equivalente sem hospital universitário / professor equivalente; grau de participação estudantil (GPE); grau de envolvimento discente com pós-graduação (GEPG); índice de qualificação do corpo docente (IQCD)	conceito CAPES/MEC para pós-graduação e a taxa de sucesso na graduação (TSG)	BCC - Output

Apêndice C – *inputs, outputs* e modelos DEA utilizados em trabalhos internacionais

Referência	País	Amostra	<i>Inputs</i>	<i>Outputs</i>	Modelo utilizado
Sancho (2003)	Espanha	35 universidades públicas	o número de alunos; o número de docentes; as despesas variáveis de pessoal que inclui vencimentos de professores, do pessoal administrativo e serviços, e mesmo em algumas universidades o de altos cargos	o número de teses lidas e de bolsas de pesquisa; e o número de graduados	BCC - <i>Output</i> e CCR - <i>Output</i>
Cunha e Rocha (2012)	Portugal	14 universidades públicas, 20 politécnicos públicos e as 14 faculdades que compõem a Universidade do Porto	financiamento total por aluno; gasto total por aluno; equipe acadêmica por aluno	total de alunos de pós-graduação; total de doutorados concedidos e o número total de cursos	BCC - <i>Input</i>
Selva, Medina e Marzal (2014)	Espanha	44 universidades públicas	o número de alunos matriculados na graduação e na pós-graduação; os gastos correntes como material de escritório, suprimentos, transporte, publicações e outros; e o número de professores	número de formados; número de pesquisas; e o número de teses lidas	BCC - <i>Output</i>
Munoz (2016)	Chile	39 universidades públicas e privadas	número de docentes, matrículas de graduação, matrícula de pós-graduação, mensalidade ponderada, número total de professores com PhD, número total de professores em tempo integral, taxa de professores com doutorado, taxa de professores em tempo integral, pontuação ponderada do teste de admissão universal, pontuação ponderada de admissão no ensino médio	pesquisas: número de publicações e montante total de dinheiro recebido através de subsídios	CCR - <i>Outputs</i>

Alcaraz-Ochoa e Berna I- Domínguez (2017)	México	8 universidades públicas estaduais	financiamento federal ordinário e extraordinário	ingresso de novos alunos; o número de egressos; o número de programas educacionais; e o número de docente	CCR - <i>Outputs</i>
King-Domínguez; BackhouseErazo; Améstica-Rivas (2020)	Chile	16 universidades	número de servidores administrativos; o recurso investido por aluno; o número de docentes; a infraestrutura e os cursos de graduação	número de estudantes que permaneceram (no 2º ano) em relação ao número de estudantes que entrou; e o número de formandos	BCC - <i>Output</i> e CCR - <i>Output</i>
Martínez e Fernández (2020)	Espanha	47 IES públicas	número de alunos matriculados, o número de docentes e as receitas totais	o número de egressos e número de publicações científicas	BCC - <i>Output</i>
Navas <i>et al.</i> (2020)	Colômbia	157 instituições de ensino superior	resultados do teste Sabre, número de professores com Ph.D, número de professores com mestrado e o número de alunos de graduação	taxa na graduação, resultados do teste Sabre Pro, a taxa de empregabilidade de graduados, salário de matrícula e o número de artigos	CCR - <i>Outputs</i>
Salas-Velasco (2020)	Espanha	45 universidades públicas	Quantidade total de créditos matriculados pelos alunos em todos os tipos de cursos universitários; percentual de créditos matriculados em cursos técnicos em relação ao total de créditos matriculados; Número total de docentes equivalentes em tempo integral nas universidades públicas; Número de pessoal administrativo e de serviços nas universidades públicas.	Quantidade total de créditos obtidos pelos alunos em todos os tipos de cursos universitários; Montante de recursos financeiros para pesquisa; Percentual de créditos matriculados em cursos de Ciências da Saúde em relação ao total de créditos matriculados	BCC - <i>Output</i> e CCR - <i>Output</i>
Chen e Chang (2021)	Taiwan	33 departamentos da Universidade Nacional ChungCheng	Despesas de Pessoal (1000) e espaço (metro quadrado)	Ensino (horas de crédito) e Publicações Subsídios externos	BCC - <i>Output</i>
Ghimire, Amin e	Canadá	18 universidades	variáveis de despesas e o número de	o número de bolsas, o nível de	CCR -

Wardley (2021)			docentes	satisfação do aluno, o número de alunos matriculados e o número de publicações	<i>Outputs</i>
Sun <i>et al.</i> (2023)	China	30 instituições de ensino superior	gastos totais, o número de docentes e o número de alunos matriculados	o número de egressos, o número de publicações científicas e o número de pedidos de patentes	DEA paralelo de dupla fronteira

Apêndice D – relação das universidades utilizadas na amostra

Região	Unidade Federativa	Nome	Sigla
Centro-oeste	Distrito Federal	Universidade de Brasília	UnB
	Mato Grosso do Sul	Universidade Federal da Grande Dourados	UFGD
	Goiás	Universidade Federal de Goiás	UFG
	Mato Grosso	Universidade Federal de Mato Grosso	UFMT
	Mato Grosso do Sul	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	UFMS
Nordeste	Bahia	Universidade Federal da Bahia	UFBA
	Bahia	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia	UFRB
	Paraíba	Universidade Federal da Paraíba	UFPB
	Ceará	Universidade Federal do Cariri	UFCA
	Alagoas	Universidade Federal de Alagoas	UFAL
	Paraíba	Universidade Federal de Campina Grande	UFCG
	Pernambuco	Universidade Federal de Pernambuco	UFPE
	Sergipe	Universidade Federal de Sergipe	UFS
	Ceará	Universidade Federal do Ceará	UFC
	Maranhão	Universidade Federal do Maranhão	UFMA
	Piauí	Universidade Federal do Piauí	UFPI
	Rio Grande do Norte	Universidade Federal do Rio Grande do Norte	UFRN
	Pernambuco	Universidade Federal do Vale do São Francisco	UNIVASF
	Bahia		
	Piauí		
Pernambuco	Universidade Federal Rural de Pernambuco	UFRPE	
Rio Grande do Norte	Universidade Federal Rural do Semi-Árido	UFERSA	
Norte	Rondônia	Universidade Federal de Rondônia	UNIR
	Roraima	Universidade Federal de Roraima	UFRR
	Acre	Universidade Federal do Acre	UFAC
	Amapá	Universidade Federal do Amapá	UNIFAP
	Amazonas	Universidade Federal do Amazonas	UFAM
	Pará	Universidade Federal do Pará	UFPA
	Tocantins	Universidade Federal do Tocantins	UFT

	Pará	Universidade Federal Rural da Amazônia	UFRA
Sudeste	Minas Gerais	Universidade Federal de Alfenas	UNIFAL-MG
	Minas Gerais	Universidade Federal de Itajubá	UNIFEI
	Minas Gerais	Universidade Federal de Juiz de Fora	UFJF
	Minas Gerais	Universidade Federal de Lavras	UFLA
	Minas Gerais	Universidade Federal de Minas Gerais	UFMG
	Minas Gerais	Universidade Federal de Ouro Preto	UFOP
	São Paulo	Universidade Federal de São Carlos	UFSCar
	Minas Gerais	Universidade Federal de São João Del-Rei	UFSJ
	São Paulo	Universidade Federal de São Paulo	UNIFESP
	Minas Gerais	Universidade Federal de Uberlândia	UFU
	Minas Gerais	Universidade Federal de Viçosa	UFV
	São Paulo	Universidade Federal do ABC	UFABC
	Espírito Santo	Universidade Federal do Espírito Santo	UFES
	Rio de Janeiro	Universidade Federal do Rio de Janeiro	UFRJ
	Minas Gerais	Universidade Federal do Triângulo Mineiro	UFTM
	Minas Gerais	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri	UFVJM
	Rio de Janeiro	Universidade Federal Fluminense	UFF
Rio de Janeiro	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	UFRRJ	
Sul	Rio Grande do Sul	Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre	UFCSPA
	Rio Grande do Sul	Universidade Federal de Pelotas	UFPeI
	Santa Catarina	Universidade Federal de Santa Catarina	UFSC
	Rio Grande do Sul	Universidade Federal de Santa Maria	UFSM
	Rio Grande do Sul	Universidade Federal do Pampa	UNIPAMPA
	Paraná	Universidade Federal do Paraná	UFPR
	Rio Grande do Sul	Universidade Federal do Rio Grande	FURG
	Rio Grande do Sul	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS

Apêndice E – Teste de Cointegração de Pedroni aplicado para as variáveis: Primeira Diferença X1, Primeira Diferença do X2, Primeira Diferença do X3, Primeira Diferença do X4, cointegradas à Primeira Diferença do X5 em bases anuais, para o período de 2014 a 2022.

	1° Diferença do X1 cointegrada à 1° Diferença do X5			1° Diferença do X2 cointegrada à 1° Diferença do X5			1° Diferença do X3 cointegrada à 1° Diferença do X5			1° Diferença do X4 cointegrada à 1° Diferença do X5		
	Trend	Const	None	Trend	Const	None	Trend	Const	None	Trend	Const	None
H0	-61,162	-43,936	-41,856	-204,898	-7,034	156,329	-64,495	-82,253	-538,361	-54,830	-38,733	-68,106
r≤3	***	***	***	***	***		***	***	***	***	***	***
r≤2	-0,939	-2,201	-4,958	1,244	-2,185	-7,534	-0,499	1,242	-2,963	-0,709	-1,348	-0,209
		**	***		**	***			**		*	
r≤1	-9,188	-11,368	-10,056	-12,969	-13,732	-16,646	-11,277	-13,714	-15,470	-10,625	-11,537	-5,257
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
r≤0	-20,111	-20,603	-18,950	-16,536	-18,011	-20,331	-18,288	-17,542	-18,376	-16,155	-17,174	-10,561
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

Legenda: *significância de 10%; **significância de 5%; ***significância de 1%; None: modelo determinístico sem tendência e sem intercepto; Const: modelo determinístico com intercepto; Trend: modelo determinístico com intercepto e com tendência.

Apêndice F – Teste de Cointegração de Pedroni aplicado para as variáveis: Primeira Diferença X1, Primeira Diferença do X2, Primeira Diferença do X3, Primeira Diferença do X4, cointegradas à Primeira Diferença do X6 em bases anuais, para o período de 2014 a 2022.

	1° Diferença do X1 cointegrada à 1° Diferença do X6			1° Diferença do X2 cointegrada à 1° Diferença do X6			1° Diferença do X3 cointegrada à 1° Diferença do X6			1° Diferença do X4 cointegrada à 1° Diferença do X6		
	Trend	Const	None									
H0	-49,098	-27,128	-22,872	-99,276	-44,488	-26,863	-35,843	-33,408	-62,176	-	-42,879	-6,073
r≤3	***	***	***	***	***	***	***	***	***	1.401,707	***	***
r≤2	-4,422	-1,004	-4,490	1,261	-1,323	-5,476	1,441	-1,606	-6,629	-1,660	-1,120	-1,346
	***		***		*	***		*	***	**		*
r≤1	-6,054	-8,592	-9,738	-6,931	-7,107	-10,941	-9,195	-10,554	-14,374	-9,467	-8,894	-4,324
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
r≤0	-18,047	-19,095	-20,472	-16,017	-16,861	-19,956	-18,228	-18,715	-20,025	-16,122	-16,586	-11,046
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

Legenda: *significância de 10%; **significância de 5%; ***significância de 1%; None: modelo determinístico sem tendência e sem intercepto; Const: modelo determinístico com intercepto; Trend: modelo determinístico com intercepto e com tendência.

Apêndice G – Teste de Cointegração de Pedroni aplicado para as variáveis: Primeira Diferença X1, Primeira Diferença do X2, Primeira Diferença do X3, Primeira Diferença do X4, cointegradas à cointegradas à Segunda Diferença do log de X7 em bases anuais, para o período de 2015 a 2022.

	1° Diferença do X1 cointegrada à 2° Diferença do log X7			1° Diferença do X2 cointegrada à 2° Diferença do log X7			1° Diferença do X3 cointegrada à 2° Diferença do log X7			1° Diferença do X4 cointegrada à 2° Diferença do log X7		
	Trend	Const	None	Trend	Const	None	Trend	Const	None	Trend	Const	None
H0	-5,423	-0,538	-0,099	-4,820	-2,324	-10,628	-4,180	-0,883	-6,629	-8,739	-14,590	-0,269
$r \leq 2$	***			***	**	***	***		***	***	***	
$r \leq 1$	-4,218	-5,557	-6,214	-3,147	-5,043	-8,007	-10,159	-7,720	-9,288	-6,151	-5,341	-0,669
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
$r \leq 0$	-11,829	-11,972	-13,572	-9,056	-10,344	-11,821	-11,052	-9,959	-10,725	-8,487	-8,212	-5,607
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

Legenda: *significância de 10%; **significância de 5%; ***significância de 1%; None: modelo determinístico sem tendência e sem intercepto; Const: modelo determinístico com intercepto; Trend: modelo determinístico com intercepto e com tendência.

Apêndice H – Relatório Técnico

Relatório Técnico

**Eficiência em Educação:
um estudo sobre as universidades
federais brasileiras**

**ELABORADO POR:
CAREN HARTWIG MILECH DE OLIVEIRA**

SUMÁRIO

Apresentação

02

Resumo

04

Introdução

05

Descrição da situação-problema

06

Objetivos

08

Instituições e Variáveis

09

Análise

10

Recomendações

13

Estratégias

25

Considerações Finais

28

Referências

29

Relatório técnico apresentado pela mestranda Caren Hartwig Milech de Oliveira ao Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede Nacional - PROFIAP da Universidade Federal de Pelotas, orientado pelo professor Dr. Everton Anger Cavalheiro, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Administração Pública. Analisa a eficiência das universidades federais brasileiras entre 2013 a 2022 e contém recomendações baseadas nesta análise.

IMPACTO

As recomendações deste relatório visam aprimorar a eficiência das universidades federais brasileiras usando Análise Envoltória de Dados (DEA) e testes econométricos. Analisando práticas eficientes de outras instituições, melhoram-se decisões estratégicas, alocação de recursos e investimentos, além de desenvolver planos resilientes a eventos externos e monitorar continuamente o desempenho institucional.

APLICABILIDADE

As recomendações do relatório tem uma aplicabilidade potencial média no grau de facilidade com que pode ser empregado para atingir os objetivos das universidades federais brasileiras, oferece uma abordagem para aprimorar a eficiência e qualidade das instituições, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e excelência acadêmica. Aplicável na melhoria da eficiência, tomada de decisões estratégicas e no monitoramento contínuo.

INOVAÇÃO

Este relatório caracteriza-se como uma produção com baixo teor inovativo, adapta conhecimentos existentes e propõe recomendações baseadas na análise de dados de relatórios de gestão. Embora não inéditas, as sugestões são aplicáveis para aprimorar a eficiência e facilitar decisões estratégicas e a gestão contínua das universidades federais brasileiras.

COMPLEXIDADE

O relatório tem complexidade média, adaptando conhecimentos pré-estabelecidos. Inclui fatores de eficiência, como variação durante a Covid-19, análise por região, PIB *per capita* e localização. Destaca as folgas entre valores atuais e alvos das variáveis analisadas, oferecendo soluções abrangentes para melhorar a eficiência das universidades federais brasileiras.

ADERÊNCIA

O relatório apresenta uma aderência significativa à linha de pesquisa em Administração Pública e Organizações com ênfase em finanças e orçamento público abrangendo as instituições públicas e a gestão de organizações com objetivo de propor recomendações para melhorar a eficiência, facilitar a tomada de decisões e o aprimoramento contínuo da gestão universitária. Visa alinhar práticas de gestão às necessidades institucionais, assegurando alocação de recursos eficiente e contribuindo para a excelência acadêmica e administrativa.

RESUMO

As instituições de ensino superior desempenham um papel crucial como pilares do desenvolvimento humano e social, atuando como centros de produção e disseminação do conhecimento. No entanto, enfrentam desafios na gestão eficiente de recursos, avaliação por órgãos de controle e na necessidade de estabelecer planos claros. Em um cenário de recursos escassos, a eficiência na gestão torna-se crucial para maximizar resultados diante de restrições financeiras e de pessoal, visando oferecer ensino superior de qualidade. A análise da eficiência fornece uma gestão transparente e permite que a sociedade acompanhe e avalie as políticas públicas. À vista disso, o objetivo geral deste estudo é investigar o nível de eficiência das universidades federais brasileiras no período de 2013 a 2022. Para atingir os objetivos propostos foi adotada a metodologia da Análise Envoltória de Dados com a finalidade de aferir o nível de eficiência das unidades estudadas. Esta técnica consiste na comparação de entradas e saídas no sistema analisado. Durante a análise de eficiência realizada, alguns testes econométricos foram empregados, incluindo o teste de causalidade de Granger, para estabelecer a relação entre as variáveis de *inputs* e *outputs*. Os resultados desses testes indicaram um fluxo causal entre as variáveis consideradas como *inputs* e *outputs*, respaldando a Análise Envoltória de Dados (DEA). Foram realizados cálculos de diversas eficiências: padrão, invertida, composta e composta normalizada. Estas análises destacaram a Universidade Federal de Minas Gerais como a instituição mais eficiente entre 2013 e 2022. Entretanto, outras instituições não alcançaram o máximo de eficiência, apresentando uma variedade significativa de resultados. Essa diversidade sugere a necessidade de medidas para melhorar a eficiência dessas instituições. Identificaram-se os fatores que impediram essas instituições de atingir a eficiência máxima, visando orientar os gestores na tomada de decisão para promover sua eficiência.

As instituições de ensino superior desempenham um papel crucial como pilares do desenvolvimento humano e social, atuando como centros de produção e disseminação do conhecimento. No entanto, enfrentam desafios na gestão eficiente de recursos, avaliação por órgãos de controle e na necessidade de estabelecer planos claros. Em um cenário de recursos escassos, a eficiência na gestão torna-se crucial para maximizar resultados diante de restrições financeiras e de pessoal, visando oferecer ensino superior de qualidade. (Dorsa, 2019; Amorim e Da Costa, 2020; Pereira, 2020).

A análise da eficiência fornece uma gestão transparente e permite que a sociedade acompanhe e avalie as políticas públicas. Dessa forma, a eficiência é medida pela capacidade de gerar mais resultados com os mesmos recursos. Isso se relaciona diretamente com a qualidade dos resultados alcançados e a quantidade adequada de ações públicas necessárias para atingir esses objetivos (Rosano-Peña e Gomes, 2018).

À vista disso, o objetivo geral deste estudo foi investigar o nível de eficiência das universidades federais brasileiras no período de 2013 a 2022 e propor metas para as universidades federais se tornarem eficientes a partir dos dados relativos ao ano de 2022. Para tanto, foi realizada uma pesquisa descritiva, documental e de abordagem quantitativa, através de análise de dados disponíveis em relatórios de gestão das universidades e em relatórios e plataformas do Ministério da Educação.

DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

As universidades têm a missão de explorar e disseminar conhecimento por meio de atividades de ensino e pesquisa, desempenhando um papel essencial no desenvolvimento de um país e da região onde estão inseridas (Chen e Chang, 2021). Dessa maneira, as universidades enfrentam desafios voltados para a melhoria de sua eficiência e do fortalecimento dos processos de garantia de qualidade (Navas *et al.*, 2020).

Além disso, devem observar a legalidade em seus atos. Todas as instituições públicas, incluindo as universidades, devem demonstrar um compromisso com a eficiência nos resultados, o que pressupõe uma seleção dos meios mais adequados para a gestão que conduzam à obtenção dos melhores resultados possíveis (Muniz, 2007). A eficiência passou a ser um princípio fundamental na administração pública brasileira a partir da Emenda Constitucional nº 19, de 1998. Com essa alteração, o artigo 37 da Constituição Federal passou a incluir explicitamente o princípio da eficiência, juntamente com os princípios de legalidade, impessoalidade, moralidade e publicidade (Brasil, 1988).

Assim, a análise da eficiência das universidades federais brasileiras contribui para a transparência nas práticas de gestão, permitindo que a sociedade acompanhe e avalie as políticas públicas em vigor (Brasil, 1988; Muniz, 2007; Pereira, 2020). Da mesma forma, examinar a eficiência das universidades em um contexto regional possibilita evidenciar avanços no processo de interiorização do ensino superior no Brasil. A avaliação da eficiência das universidades federais pode contribuir para identificar disparidades regionais na oferta de serviços educacionais, apontando áreas que demandam investimentos adicionais para assegurar equidade de acesso e qualidade educacional (Pereira, 2020).

DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

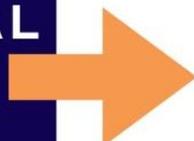
Em um cenário de recursos escassos e demandas crescentes por ensino superior de qualidade, a eficiência torna-se um aspecto fundamental para as universidades públicas brasileiras. Sendo essencial para garantir a melhor utilização dos recursos disponíveis, maximizando os resultados alcançados e atendendo às necessidades da população (Juliatti *et al.*, 2022).

Além disso, as instituições de ensino superior enfrentam redução de recursos orçamentários e desafios financeiros especialmente durante períodos de crise econômica. De acordo com Lima (2022), as instituições vêm sofrendo uma queda significativa no repasse de verbas e a chegada da pandemia da Covid-19 agravou ainda mais essa situação. Com a chegada do vírus ao Brasil em 2020, as universidades federais tiveram que lidar com impactos significativos em seus orçamentos. Diante das mudanças trazidas pela pandemia, foi necessária a readequação de despesas e do funcionamento das universidades no curto prazo (Almeida, 2022). A pandemia da Covid-19, cujo pico ocorreu nos anos de 2020 e 2021, forçou uma mudança significativa na forma de ensino (Gualandi Filho *et al.*, 2023).

A análise da eficiência das universidades federais brasileiras visa entender como essas instituições estão se adaptando e respondendo aos novos desafios. Da mesma forma, visa incentivar a avaliação contínua das universidades, permitindo a implementação de medidas corretivas quando necessário e possibilitando o desenvolvimento de estratégias. Assim, para atingir os objetivos propostos foi adotada a metodologia da Análise Envoltória de Dados com a finalidade de aferir o nível de eficiência das unidades estudadas.

OBJETIVOS

GERAL



Analisar o nível de eficiência das universidades federais brasileiras no período de 2013 até 2022.

ESPECÍFICOS



- Investigar a eficiência relativa das universidades federais identificando as unidades mais e menos eficientes.
- Verificar as instituições federais de ensino superior que são referências (*benchmarks*) para as demais IFES ineficientes.
- Comparar os resultados da eficiência das universidades federais brasileiras antes e durante a pandemia da Covid-19, identificando possíveis impactos nas atividades acadêmicas e administrativas.
- Analisar a relação entre a idade das universidades federais brasileiras e sua eficiência no período analisado.
- Propor recomendações e diretrizes para aprimorar a eficiência das universidades federais brasileiras, considerando os desafios enfrentados durante a pandemia e o contexto da administração pública.

INSTITUIÇÕES DMUs

Este estudo foi desenvolvido em um conjunto de Unidades Tomadoras de Decisão (DMUs), nesse caso, 54 universidades públicas federais brasileiras. Para garantir a homogeneidade das DMUs no mapeamento, optou-se por utilizar apenas os indicadores que não levam em conta a gestão dos hospitais universitários. Dessa forma, essa abordagem permite uma avaliação mais equitativa e comparável da eficiência das universidades, focando nas atividades acadêmicas.



Inputs

- Custo Corrente por Aluno Equivalente sem hospital universitário
- Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Docentes
- Número de Alunos em Tempo Integral pelo Número de Funcionários Administrativos
- Índice de Qualificação do Corpo Docente

Outputs

- Taxa de Sucesso na Graduação
- Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação
- Índice Geral de Cursos

VARIÁVEIS

Para atingir o objetivo do estudo, foi realizada uma pesquisa descritiva de abordagem quantitativa através de dados obtidos em relatórios e plataformas do Ministério da Educação e em relatórios de gestão das 54 universidades analisadas nos anos de 2013 a 2022. Foi realizada a análise de *outliers*, análise estatística das variáveis selecionadas e a análise de causalidade. A fim de se analisar os eventuais fluxos causais referentes às variáveis de entrada e saída selecionadas realizaram-se o teste de raiz unitária, o teste de cointegração de Pedroni e o teste de causalidade de Granger.

Os resultados dos testes de causalidade de Granger confirmam a relevância de usar as variáveis de *inputs* e as de *outputs* na Análise Envoltória de Dados (DEA). A relação causal entre esses *inputs* e *outputs* demonstra que os recursos financeiros, humanos e a qualificação dos docentes são determinantes para a qualidade e desempenho dos cursos oferecidos, além de afetar diretamente o envolvimento com a pós-graduação e a taxa de sucesso na graduação.

Como modelo de análise quantitativo, foi realizada a aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA) com o objetivo de avaliar a eficiência das universidades federais brasileiras. Essa metodologia permitiu identificar quais unidades são eficientes e quais não são eficientes, além de determinar as ações necessárias para que as unidades ineficientes melhorem seu desempenho. Também foi analisado o impacto da pandemia no nível de eficiência dessas instituições.

A DEA se destaca como uma ferramenta apropriada para avaliar a eficiência ao estabelecer uma medida relativa de eficiência entre diversas entidades independentes. Essa metodologia leva em consideração a combinação de entradas e saídas, oferecendo uma alternativa e complemento aos métodos de análises tradicionais (Pereira, 2020).

ANÁLISE

Nesta pesquisa, foi utilizada a técnica DEA com retornos variáveis de escala (VRS ou BCC), com orientação aos *outputs* (saídas), ou seja, mantendo constantes as entradas (não diminuindo os recursos) e aumentando as saídas (maximizando os resultados). Foram realizados cálculos da eficiência padrão, eficiência invertida, eficiência composta e eficiência composta normalizada. Estas análises destacaram a Universidade Federal de Minas Gerais como a instituição mais eficiente entre 2013 e 2022, operando de maneira otimizada durante o período analisado, conforme tabela que segue.

Tabela – Universidades consideradas eficientes no período de 2013 a 2022

Eficiência Padrão		Eficiência Composta Normalizada	
DMU's	Média	DMU's	Média
UFLA	1,00	UFMG	1,00
UFMG	1,00	UFRGS	0,99
UFSCar	1,00	UFSCar	0,98
UNIFESP	1,00	UFSC	0,96
UFV	1,00	UFLA	0,95
UFABC	1,00	UFCSPA	0,95
UFRJ	1,00		
UFSC	1,00		
UFRGS	1,00		

Fonte: elaborada pela autora (2024).

A tabela apresenta uma análise das universidades consideradas mais eficientes ao longo do período de 2013 a 2022, utilizando as métricas de análise de eficiência padrão e eficiência composta normalizada. A eficiência composta normalizada apresenta um *ranking* de classificação das seis universidades com os maiores índices de eficiência entre as instituições analisadas, com destaque para a UFMG.

Além disso, os resultados demonstram que houve uma melhoria geral na eficiência das universidades de 2013 a 2022. A redução do número de universidades na categoria de ineficiência forte e o aumento na categoria de ineficiência fraca mostram progressos significativos. No entanto, muitas permanecem na categoria de ineficiência moderada, apontando para desafios contínuos. No ano de 2022 nenhuma universidade foi classificada como ineficiência forte, evidenciando o foco e atuação em ações para aumentar a eficiência operacional.

ANÁLISE

A variação da eficiência composta normalizada durante a pandemia da Covid-19 foi analisada utilizando o índice de Malmquist, demonstrou que a pandemia teve impactos variados nas eficiências das universidades federais brasileiras. Algumas instituições conseguiram melhorar sua eficiência, enquanto outras enfrentaram dificuldades e tiveram uma queda em sua eficiência. No entanto, a hipótese de que os níveis de eficiência das universidades federais do Brasil decresceram durante a pandemia não foi confirmada nesta pesquisa.

Foi observado que as universidades mais antigas são, em geral, mais eficientes, possivelmente devido à maior experiência e infraestrutura consolidada. Dessa forma, confirmando através do teste *t* de Welch a hipótese de que existe diferença estatisticamente significativa no nível de eficiência das universidades mais jovens quando comparadas às mais antigas. Adicionalmente, pode-se concluir que há uma diferença significativa entre as médias de eficiência das universidades em municípios mais desenvolvidos e menos desenvolvidos, considerando o PIB *Per Capita*.

No entanto, a localização das universidades em capitais versus municípios que não são capitais não mostrou interferência significativa na eficiência. Já os resultados por região, pelo teste Anova, indicam que existem diferenças estatisticamente significativas na eficiência média das universidades brasileiras entre as diferentes macrorregiões. E, pelo teste de Tukey, que não há diferença significativa na eficiência entre as universidades das regiões Sul e Sudeste, indicando uma semelhança no desempenho dessas duas macrorregiões que se destacaram na pesquisa.

Posteriormente, foi realizada a análise das folgas de cada instituição. Essa análise revelou oportunidades e desafios para as universidades em relação à eficiência institucional. Algumas áreas de destaque incluem a necessidade de reduzir os custos por aluno, ajustar a força de trabalho para melhor corresponder à demanda estudantil, investir na qualificação do corpo docente e melhorar os processos de ensino e aprendizagem. Além disso, há uma demanda significativa por maior envolvimento com programas de pós-graduação e melhorias na qualidade geral dos cursos oferecidos.

RECOMENDAÇÕES

CONSIDERANDO A ANÁLISE DAS FOLGAS

Como contribuição deste estudo, foram elencadas metas estratégicas voltadas para aprimorar a eficiência das universidades, identificando intervenções específicas que podem ser implementadas para alcançar uma melhor utilização dos recursos disponíveis e elevar o padrão de qualidade do ensino e da pesquisa. Ao focar em ajustes específicos nos *inputs* e *outputs* das universidades, a proposta visa não apenas a manutenção da eficiência atual, mas também a promoção de um crescimento sustentável e de longo prazo. A análise de desempenho das instituições de ensino superior revela áreas com potencial significativo para melhorias.

Além do cálculo da eficiência padrão de cada universidade, a Análise Envoltória de Dados (DEA) possibilita a estimativa dos valores ideais de *inputs* e *outputs* necessários para que as universidades que não atingiram 100% de eficiência possam se tornar eficientes. Com base nos **dados de 2022**, é possível estabelecer metas específicas para as variáveis analisadas, orientando intervenções estratégicas que promovam a otimização dos recursos e a melhoria dos resultados acadêmicos e de pesquisa.

RECOMENDAÇÕES

Região CENTRO-OESTE

Universidade de Brasília (UNB)

Diminuir:

12,84% Custo Corrente por Aluno Equivalente

Aumentar:

23,36% relação de alunos por docentes

114,83% Taxa de Sucesso na Graduação

14,55% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)

Diminuir:

27,84% Custo Corrente por Aluno Equivalente

Aumentar:

34,2% relação de alunos por docente

59,72% relação de alunos por funcionários

5,66% Índice de Qualificação do corpo docente

18,07% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal de Goiás (UFG)

Todas as variáveis no nível ideal

Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Aumentar:

23,73% relação de alunos por docentes

5,31% relação de alunos por funcionários

9,68% Índice de Qualificação do Corpo Docente

14,87% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

Aumentar:

5,63% relação de alunos por docente

2,41% Índice de Qualificação do Corpo Docente

127,7% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

RECOMENDAÇÕES

Região NORDESTE

Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Aumentar:

5,62% relação de alunos por docentes

4,44% relação de alunos por funcionários

7,89% Índice de Qualificação do Corpo Docente

4,62% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Diminuir:

11,06% Custo Corrente por Aluno Equivalente

Aumentar:

24,16% relação de alunos por docentes

1,53% Índice de Qualificação do Corpo Docente

12,55% Taxa de Sucesso na Graduação

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

Diminuir:

26,76% Custo Corrente por Aluno Equivalente

Aumentar:

67,50% relação de alunos por docentes

3,55% relação de alunos por funcionários

6,79% Índice de Qualificação do Corpo Docente

385,69% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Todas as variáveis no nível ideal

Universidade Federal do Cariri (UFCA)

Aumentar:

66,89% relação de alunos por docente

100,09% relação de alunos por funcionários

10,68% Índice de Qualificação do Corpo Docente

1044% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Aumentar:

8,42% relação de alunos por funcionários

3,25% Índice de Qualificação do Corpo Docente

94,23% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Aumentar:

12,28% relação de alunos por docentes

32,9% relação de alunos por funcionários

2,23% Índice de Qualificação do Corpo Docente

10,47% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Diminuir:

0,91% Custo Corrente por Aluno Equivalente

Aumentar:

10,09% relação de alunos por funcionários

13,5% Índice de Qualificação do Corpo Docente

27,4% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

Aumentar:

49,03% relação de alunos por docente

6,49% Índice de Qualificação do Corpo Docente

6,68% Taxa de Sucesso na Graduação

124% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Todas as variáveis no nível ideal

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Todas as variáveis no nível ideal

RECOMENDAÇÕES

Região NORDESTE

Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Diminuir:

15,92% Custo Corrente por Aluno Equivalente

Aumentar:

67,73% relação de alunos por docentes

34% relação de alunos por funcionários

2,35% Taxa de Sucesso na Graduação

80,19% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)

Aumentar:

14,28% relação de alunos por docentes

50,42% relação de alunos por funcionários

7,89% Índice de Qualificação do Corpo Docente

44,51% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Aumentar:

17,36% relação de alunos por docentes

26,06% relação de alunos por funcionários

54,64% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

Aumentar:

53,35% relação de alunos por docente

48,2% relação de alunos por funcionários

7,77% Índice de Qualificação do Corpo Docente

228,64% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

RECOMENDAÇÕES

Região NORTE

Universidade Federal de Rondônia (UNIR)

Aumentar:

49,55% relação de alunos por docentes

7,29% Índice de Qualificação do Corpo Docente

23,14% Taxa de Sucesso na Graduação

191,6% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal de Roraima (UFRR)

Aumentar:

84,24% relação de alunos por docentes

106,89% relação de alunos por funcionários

23,84% Índice de Qualificação do Corpo Docente

8,54% Taxa de Sucesso na Graduação

229% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal do Acre (UFAC)

Diminuir:

2,68% Custo Corrente por Aluno Equivalente

Aumentar:

29% relação de alunos por docentes

10,33% relação de alunos por funcionários

17,55% Índice de Qualificação do Corpo Docente

220% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal do Amapá (UNIFAP)

Diminuir:

1,14% Custo Corrente por Aluno Equivalente

Aumentar:

9,47% relação de alunos por docente

19,44% Índice de Qualificação do Corpo Docente

65,66% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Índice Geral de Cursos deve subir da nota 3 para a nota 4

RECOMENDAÇÕES

Região NORTE

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Aumentar:

70,52% relação de alunos por docentes

16,35% Índice de Qualificação do Corpo Docente

26,11% Taxa de Sucesso na Graduação

123,73% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal do Tocantins (UFT)

Aumentar:

33,25% relação de alunos por docentes

7,55% Índice de Qualificação do Corpo Docente

219,69% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Aumentar:

46,88% relação de alunos por docentes

66,63% relação de alunos por funcionários

0,56% Índice de Qualificação do Corpo Docente

220% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal do Pará (UFPA)

Todas as variáveis no nível ideal

RECOMENDAÇÕES

Região SUDESTE

Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

Todas as variáveis no nível ideal

Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Todas as variáveis no nível ideal

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Todas as variáveis no nível ideal

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Todas as variáveis no nível ideal

Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Todas as variáveis no nível ideal

Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)

Todas as variáveis no nível ideal

Universidade Federal do ABC (UFABC)

Todas as variáveis no nível ideal

Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG)

Aumentar:

35,39% relação de alunos por docentes

15,97% relação de alunos por funcionários

1,50% Índice de Qualificação do Corpo Docente

120% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

Diminuir:

1,81% Custo Corrente por Aluno Equivalente

Aumentar:

7,1% relação de alunos por docente

45,03% relação de alunos por funcionários

56,51% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

RECOMENDAÇÕES

Região SUDESTE

Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)

Aumentar:

- 26,16% relação de alunos por docentes
- 1,82% relação de alunos por funcionários
- 3,94% Índice de Qualificação do Corpo Docente
- 102,5% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal de São João Del-Rei (UFSJ)

Aumentar:

- 44,02% relação de alunos por docentes
- 19,68% relação de alunos por funcionários
- 5,61% Índice de Qualificação do Corpo Docente
- 124,77% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Aumentar:

- 23,22% relação de alunos por docentes
- 48,73% relação de alunos por funcionários
- 1,38% Taxa de Sucesso na Graduação
- 35,5% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) Aumentar:

- 7,69% relação de alunos por docentes
- 0,24% Índice de Qualificação do Corpo Docente
- 20,5% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Aumentar:

- 8,65% relação de alunos por docente
- 67,41% relação de alunos por funcionários
- 6,76% Índice de Qualificação do Corpo Docente
- 31,37% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

RECOMENDAÇÕES

Região SUDESTE

Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM)

Diminuir:

8,2% Custo Corrente por Aluno Equivalente

Aumentar:

25,74% relação de alunos por docentes

80,84% relação de alunos por funcionários

1,26% Índice de Qualificação do Corpo Docente

15,83% Taxa de Sucesso na Graduação

156% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

Aumentar:

110,6% relação de alunos por docentes

111,11% relação de alunos por funcionários

3,58% Índice de Qualificação do Corpo Docente

197,62% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal Fluminense (UFF)

Aumentar:

2,52% relação de alunos por docentes

11,56% relação de alunos por funcionários

0,52% Índice de Qualificação do Corpo Docente

59,99% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)

Diminuir:

15,79% Custo Corrente por Aluno Equivalente

Aumentar:

33,75% relação de alunos por docente

7,27% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

RECOMENDAÇÕES

Região SUL

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Todas as variáveis no nível ideal

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Todas as variáveis no nível ideal

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA)

Todas as variáveis no nível ideal

Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)

Diminuir:

21,79% Custo Corrente por Aluno Equivalente

Aumentar:

38,4% relação de alunos por docentes

18,33% relação de alunos por funcionários

23,37% Taxa de Sucesso na Graduação

14,5% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Aumentar:

14,70% relação de alunos por docentes

19,69% relação de alunos por funcionários

1,14% Índice de Qualificação do Corpo Docente

26,58% Taxa de Sucesso na Graduação

23,71% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

RECOMENDAÇÕES

Região SUL

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Diminuir:

8,03% Custo Corrente por Aluno Equivalente

Aumentar:

28,76% relação de alunos por docentes

18,12% Taxa de Sucesso na Graduação

33,74% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Diminuir:

15,12% Custo Corrente por Aluno Equivalente

Aumentar:

33,59% relação de alunos por docentes

35,68% relação de alunos por funcionários

0,21% Índice de Qualificação do Corpo Docente

16,76% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)

Diminuir:

3,4% Custo Corrente por Aluno Equivalente

Aumentar:

28,59% relação de alunos por docentes

37,58% relação de alunos por funcionários

0,81% Índice de Qualificação do Corpo Docente

6,1% Taxa de Sucesso na Graduação

188% Grau de Envolvimento com a Pós-Graduação

ESTRATÉGIAS

Para melhorar os índices de eficiência, as universidades que necessitam de adequações podem considerar algumas estratégias abrangentes:

1

Diminuir os custos revisando os gastos operacionais, buscando reduzir despesas desnecessárias e melhorar a eficiência nos processos administrativos. A adoção de medidas de economia de energia e recursos, bem como a adoção de tecnologias que reduzam os custos operacionais, pode contribuir significativamente.

2

Buscar um equilíbrio na razão de alunos por docente e na razão de alunos por técnicos administrativos. Uma análise detalhada das demandas de cada unidade pode facilitar a redistribuição dos docentes e técnicos administrativos de forma mais eficiente.

3

Oferecer programas de capacitação é essencial para que os técnicos adquiram habilidades adicionais, permitindo-lhes desempenhar funções em diferentes áreas ou setores. Isso pode incluir treinamento em tecnologias educacionais, gestão administrativa ou suporte acadêmico. Do mesmo modo, promover a formação multidisciplinar dos docentes, incentivando a participação e colaboração em outras disciplinas, permitirá uma alocação flexível conforme a necessidade.

4

Expandir e fortalecer os programas de educação a distância (EaD) e de ensino híbrido, possibilitando que mais alunos tenham acesso aos cursos sem a necessidade de aumentar proporcionalmente o número de docentes. A utilização de plataformas de aprendizado *online* pode fornecer suporte adicional aos alunos, aliviando a carga administrativa e pedagógica sobre técnicos e docentes.

ESTRATÉGIAS

5

Introduzir sistemas de automação para tarefas administrativas, como inscrição em disciplinas, gestão de documentos e processos de avaliação, e a revisão dos currículos dos cursos para reduzir a carga horária de disciplinas com baixa demanda ou que podem ser combinadas.

6

Promover a retenção de alunos por meio do fortalecimento de programas de suporte acadêmico pode melhorar a retenção e o desempenho dos estudantes, resultando em uma redução da carga administrativa e pedagógica a longo prazo.

7

Implementar programas de orientação de carreira e estágios que envolvam o setor externo também oferece oportunidades de aprendizado prático aos alunos, diminuindo a necessidade de suporte contínuo interno.

8

Oferecer cursos adequados às necessidades e características econômicas, sociais e culturais da região pode contribuir para a retenção dos alunos. Para isso, é essencial realizar estudos detalhados para identificar áreas de maior demanda e necessidade na região, bem como as lacunas de habilidades no mercado de trabalho local.

9

Oferecer programas de suporte acadêmico, aconselhamento e monitoria para ajudar os alunos a enfrentarem desafios acadêmicos. Podendo adotar metodologias de ensino que incentivem a participação ativa dos alunos, como a aprendizagem baseada em projetos, estudos de caso e simulações.

10

Utilizar plataformas de aprendizado *online* que ofereçam acesso a recursos educacionais, conteúdos de aula e fóruns de discussão também pode ser outra ação.

ESTRATÉGIAS

- 11 Investir em laboratórios bem equipados e tecnologias de ponta para proporcionar um ambiente de aprendizado prático e atualizado.
- 12 Desenvolver um sistema de alerta precoce para identificar alunos em risco de abandono ou baixo desempenho. Dessa forma, oferecendo intervenções personalizadas pode prevenir desistências.
- 13 Desenvolver e promover programas de pós-graduação competitivos, focados em áreas de pesquisa de alto impacto e demanda do mercado.
- 14 Estabelecer parcerias com outras instituições de pesquisa e empresas para fomentar projetos de pesquisa.

A execução dessas estratégias exigirá planejamento cuidadoso, recursos adequados e o envolvimento de toda a comunidade acadêmica. Para que tais iniciativas sejam bem-sucedidas, será essencial que todos os setores, desde a administração até os docentes e discentes, colaborem ativamente. Além disso, é fundamental monitorar e avaliar regularmente os resultados para garantir que as medidas adotadas gerem os efeitos desejados. Esse monitoramento deve incluir a coleta de dados, *feedback* constante dos envolvidos e a análise crítica dos processos implementados. Com base nesses dados, será possível ajustar os planos conforme necessário promovendo um ambiente educacional dinâmico e adaptável às mudanças e demandas futuras.

Essas observações podem orientar políticas públicas de gestão e investimento nas universidades para alcançar e manter altos níveis de eficiência no ensino superior.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da eficiência destaca a importância de identificar áreas específicas para intervenção e implementar medidas estratégicas que não apenas aumentem a eficiência operacional das universidades, mas também elevem o padrão de qualidade do ensino e da pesquisa. A eficiência das universidades não é apenas uma questão interna das instituições, mas tem repercussões significativas para toda a sociedade e para o desenvolvimento da região e do país. Isso não apenas aumenta as oportunidades educacionais, mas também fortalece o capital humano da região, preparando estudantes para contribuir de maneira adequada para o mercado de trabalho e para a inovação tecnológica visando posicionar a região como um polo de conhecimento e inovação, atraindo investimentos e promovendo um ciclo virtuoso de desenvolvimento econômico e social.

RESPONSÁVEIS

Egressa:

Caren Hartwig Milech de Oliveira

Contato: carenmilech@gmail.com

Orientador:

Prof. Dr. Everton Anger Cavalheiro

Contato: eacavalheiro@ufpel.edu.br

- ALMEIDA, L. R. B. Execução orçamentária nas universidades: uma análise das despesas públicas entre os anos de 2012 a 2021. Brasília, DF, 2022. 38 p.
- AMORIM, P.M; DA COSTA, S.R.R. Um Estudo Sobre a Aplicação da Gestão do Conhecimento na Administração Pública. *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, [S. l.], v. 8, pág. 57870–87884, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n8-263. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/14960>. Acesso em: 28 ago. 2023.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm, Acesso em: 19 fev. 2023.
- CHEN, S.P.; CHANG, C.W. Measuring the efficiency of university departments: na empirical study using data envelopment analysis and cluster analysis. *Scientometrics* 126, 5263–5284 (2021). Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11192-021-03982-3>. Acesso em: 12 abr. 2023.
- DORSA, A. C. Repensando o papel das universidades: caminhos iniciais. *Interações (Campo Grande)*, v. 20, n. 2, p. 341–343, abr. 2019. Disponível em: <https://www.interacoes.ucdb.br/interacoes/article/view/2505/pdf>. Acesso em: 10 ago. 2023.
- GUALANDI FILHO, P. E.; SOUSA, E. F. de; CARMO, C. T. do; GONÇALVES, T. J. M. Avaliação de eficiência de universidades federais brasileiras: uma abordagem pela Análise Envoltória de Dados. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)*, v. 28, p. e023018, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aval/a/dnY6MKZHBct6MP4ccqJLJrw/> Acesso em: 06 abr. 2023.
- JULIATTI, B. C.; PAULA, C. E. A.; SANTANA, D. R. de; VALLE, G. S. O.do; LUZ, J. L. S. da; CORDEIRO, J. B.; OLIVEIRA, M. A. M. de; DEUS, L. A. de; BORGES, T. C.. O que é uma gestão universitária eficiente? A construção de critérios objetivos que delimitam o princípio da eficiência em Universidades Federais Brasileiras. *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, 8(7), 49904–49925, 2022 <https://doi.org/10.34117/bjdv8n7-078> Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/50012> Acesso em: 08 jun. 2023.
- LIMA, R. J. de. Diagnóstico dos elementos que favorecem ou limitam a execução do recurso de custeio descentralizado aos Centros acadêmicos: um estudo de caso do Centro de Ciências da Saúde da UFPE. 2022. Dissertação (Mestrado em Gestão Pública para o Desenvolvimento do Nordeste) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022.
- MUNIZ, C. C. B. O princípio da eficiência na administração pública brasileira. *Prisma Jurídico*, São Paulo, v. 6, 2007.
- NAVAS, L. P.; MONTES, F.; ABOLGHASEM, S.; SALAS, R. J.; TOLOO, M.; ZARAMA, R. Colombian higher education institutions evaluation. *Socio-Economic Planning Sciences*, Volume 71, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100801>, Acesso em: 12 jun. 2023.
- PEREIRA, D. P. Análise da eficiência das universidades federais brasileiras: uma aplicação da análise envoltória de dados. Palmas, TO, 2020.
- ROSANO-PEÑA, C.; GOMES, E. B. P. Eficiência e produtividade no setor público: conceitos e medidas. In: MADURO-ABREU, Alexandre (Org.). *Gestão judiciária: conteúdos e disciplina*. Brasília: Editora IABS, 2018. p. 188-249. Disponível em: http://icts.unb.br/jspui/bitstream/10482/32449/3/CAPITULO_EficienciaProdutividadeSetorPublico.pdf Acesso em: 09 abr. 2023.