

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIHORIZONTES

Programa de Pós-graduação em Administração
Mestrado

Fernando Rufino de Barros

**ALOCAÇÃO DE RECURSOS NA EDUCAÇÃO: uma análise da
eficiência na Rede Federal de Educação Profissional, Científica e
Tecnológica**

Belo Horizonte
2021

Fernando Rufino de Barros

**ALOCAÇÃO DE RECURSOS NA EDUCAÇÃO: uma análise da
eficiência na Rede Federal de Educação Profissional, Científica e
Tecnológica**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Acadêmico em Administração do Centro Universitário Unihorizontes, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Hudson Fernandes Amaral

Área de concentração: Organização e Estratégia

Linha de Pesquisa: Estratégia, Inovação e Competitividade

Belo Horizonte
2021

BARROS, Fernando Rufino de.

B277a

Alocação de recursos na educação: uma análise da eficiência na rede Federal de Educação profissional, científica e tecnológica. Belo Horizonte: Centro Universitario Unihorizontes, 2021.
117p.

Orientador: Prof. Dr. Hudson Fernandes Amaral

Dissertação (mestrado). Centro Universitario Unihorizontes. Programa de Pós-graduação em Administração.

1. Educação profissional – alocação de recursos 2Índice Malmquist I. Fernando Rufino de Barros. II. Centro Universitario Unihorizontes - Programa de Pós-graduação em Administração. III. Título

CDD: 378



Centro Universitário Unihorizontes
Mestrado Acadêmico em Administração

**MESTRADO ACADÊMICO EM ADMINISTRAÇÃO
DO CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIHORIZONTES**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Organização e Estratégia

MESTRANDO(A): **FERNANDO RUFINO DE BARROS**

Matrícula: 0771003

LINHA DE PESQUISA: Estratégia, Inovação e Competitividade

ORIENTADOR(A): Prof. Dr. Hudson Fernandes Amaral

TÍTULO: **ALOCAÇÃO DE RECURSOS NA EDUCAÇÃO: uma análise da eficiência na Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica**

DATA: 29/09/2021

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Hudson Fernandes Amaral
ORIENTADOR
Centro Universitário Unihorizontes

Prof. Dr. Gustavo Rodrigues Cunha
Centro Universitário Unihorizontes

Prof. Dr. Antônio Artur de Souza
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof.ª Dr.ª Laise Ferraz Correia
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Rua Alvarenga Peixoto, 1270 – Santo Agostinho – CEP: 30.180-121
Rua Paracatú 600 – Barro Preto – CEP 30.180-090
Av. Sifrônio Brochado, nº 1281 - Barreiro de Baixo – CEP: 30640-000
Telefone: (31)3349-2900 – Site: <http://www.unihorizontes.br>
Belo Horizonte- MG

DECLARAÇÃO DE REVISÃO DE PORTUGUÊS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Declaro ter procedido à revisão da dissertação de mestrado intitulada
**ALOCAÇÃO DE RECURSOS NA EDUCAÇÃO: uma análise da
eficiência na Rede Federal de Educação Profissional, Científica e
Tecnológica**

apresentada ao curso de Mestrado Acadêmico Centro Unihorizontes

como requisito parcial para obtenção do título de

MESTRE EM ADMINISTRAÇÃO

de autoria de

FERNANDO RUFINO DE BARROS

contendo 117 páginas

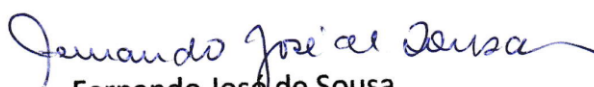
sob orientação de

Prof. Dr. HUDSON FERNANDES AMARAL

ITENS DA REVISÃO:

- Correção gramatical
- Inteligibilidade do texto
- Adequação do vocabulário

Belo Horizonte, 16 de setembro de 2021



Fernando José de Sousa

REVISOR

Registro: 20710, Livro LR-36 – Decreto nº 5786/2006, Processo 2758814/2014
Licenciado em LETRAS
Centro Universitário de Belo Horizonte
UNI-BH

REVISADO

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, a Deus, por me proteger durante todos os momentos.

Ao meu orientador, professor Dr. Hudson Fernandes Amaral, pelo equilíbrio, pelo tempo a mim dedicado e, principalmente, por mostrar que as consecutivas portas que compõem o caminho do conhecimento necessitam de paciência e persistência para serem abertas, possibilitando o processo de formação.

À minha mãe Riza, minha irmã Cassiana e a meu irmão Daniel, por acreditarem em mim, sempre me incentivando em todos os desafios e momentos da vida.

À Alline, Rafael e Carlos, por apoiarem e torcerem por mim neste novo e tão sonhado projeto.

Ao Centro Universitário Unihorizontes, pelo carinho que sempre tiveram por mim e por possibilitarem meu crescimento pessoal e profissional.

Aos professores membros da banca de qualificação do projeto de dissertação, Laíse Ferraz Coreia, Gustavo Rodrigues Cunha e Antônio Artur de Souza, pelas sugestões e ponderações apresentadas.

Aos meus queridos amigos que o mestrado me deu. Seu apoio e parceria sem dúvida foram diferenciais nesta caminhada. A vitória de um é uma conquista de todos.

RESUMO

A educação profissional, científica e tecnológica possui grande importância para a região em que se instala, sendo uma das responsáveis por entregar soluções para o atendimento das demandas da sociedade e organizações, além da mão de obra qualificada para atuar frente às mudanças e avanços tecnológicos. Dada a relevância de sua atuação, faz-se necessário avaliar sobre a alocação dos recursos destas instituições para realização de suas atividades. Neste sentido, este estudo tem por objetivo geral descrever e analisar o nível de eficiência na alocação dos recursos financeiros e humanos das instituições que compõem a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica no Brasil. Para condução desta pesquisa, utilizou-se uma abordagem quantitativa com aplicação do método Análise Envoltória de Dados (DEA), com retornos variáveis de escala (BCC) e orientação aos *outputs*, em conjunto com Índice de Produtividade de Malmquist (IPM). Após uma revisão dos estudos já realizados, foram criados dois modelos com variáveis que buscaram refletir o sistema produtivo destas instituições de ensino. Após a coleta e validação dos dados disponíveis, a amostra foi dividida da seguinte forma: o primeiro modelo (MOD 1) foi composto por 31 DMUs- Unidades Tomadoras de Decisão - analisadas de 2017 a 2019. O segundo modelo (MOD 2) foi dividido em duas análises, a primeira com 34 DMUs para o período de 2011 a 2015 e a segunda com 41 DMUs de 2016 a 2019. Como principais resultados, as DMUs consideradas eficientes com maior frequência, para o conjunto de variáveis proposto, foram IFAC, IFCE, IFES, IFGOIANO, IFMA, IFNMG e IFSULDEMINAS no MOD 1 e IFAP e IFSULDEMINAS no MOD 2. Embora este último tenha demonstrado ineficiência forte ($EFT < 0,70$) para todos os períodos analisados. A análise do IPM demonstrou que, embora o MOD 1 apresente maiores resultados de eficiência, as DMUs demonstram perda de produtividade ao longo dos anos. Para o MOD 2, identificou-se um avanço em sua produtividade sem um aumento no consumo de recursos, devido às mudanças de tecnologia. Por fim, os resultados apontaram a necessidade de avaliar as atividades das DMUs relacionadas ao MOD 1 no longo prazo, enquanto o MOD 2 demande maior atenção no curto prazo, para mudança deste cenário constante de ineficiência forte.

Palavras-Chave: DEA. Índice de Malmquist. Eficiência. Educação Profissional.

**ALLOCATION OF RESOURCES IN EDUCATION:
an analysis of efficiency in the Federal Network for Professional, Scientific and
Technological Education**

ABSTRACT

Professional, scientific and technological education has great importance for the region in which it is installed, being one of the responsible for delivering solutions to meet the demands of society and organizations, in addition to qualified labor to act in the face of changes and technological advances. Given the relevance of their performance, it is necessary to evaluate the allocation of resources of these institutions to carry out their activities. In this sense, this study aims to describe and analyze the level of efficiency in the allocation of financial and human resources of institutions that make up the Federal Network of Professional, Scientific and Technological Education in Brazil. A quantitative approach was used to conduct this research with the application of the Data Envelopment Analysis (DEA) method, with variable returns to scale (BCC) and output orientation, together with the Malmquist Productivity Index (MPI). After collecting and validating the available data, the sample was divided as follows: the first model (MOD 1) was composed of 31 DMUs- Decision Making Units - analyzed from 2017 to 2019. The second model (MOD 2) was divided into two analyses: the first with 34 DMUs for the period 2011 to 2015 and the second with 41 DMUs from 2016 to 2019. As main results, the DMUs considered efficient most frequently, for the proposed set of variables, were IFAC, IFCE, IFES, IFGOIANO, IFMA, IFNMG and IFSULDEMINAS in MOD 1 and IFAP and IFSULDEMINAS in MOD 2. Although the latter has shown inefficiency strong ($EFT < 0.70$) for all periods analyzed. The IPM analysis showed that, although MOD 1 presents higher efficiency results, the DMUs demonstrate productivity loss over the years. For MOD 2, it was identified an advance in its productivity without an increase in the consumption of resources, due to technology changes. Finally, the results indicated the need to evaluate the activities of DMUs related to MOD 1 in the long term, while for MOD 2 they demand greater attention in the short term, to change this constant scenario of strong inefficiency.

Keywords: DEA. Malmquist Index. Efficiency. Professional Education.

**ASIGNACIÓN DE RECURSOS EN EDUCACIÓN:
un análisis de eficiencia en la Red Federal de Educación Profesional, Científica
y Tecnológica**

RESUMEN

La educación profesional, científica y tecnológica tiene gran importancia para la región en la que se instala, siendo uno de los responsables de entregar soluciones para atender las demandas de la sociedad y las organizaciones, además de mano de obra calificada para actuar frente a los cambios y avances tecnológicos. Dada la relevancia de su desempeño, es necesario evaluar la asignación de recursos de estas instituciones para llevar a cabo sus actividades. En este sentido, este estudio tiene como objetivo describir y analizar el nivel de eficiencia en la asignación de recursos financieros y humanos de las instituciones que integran la Red Federal de Educación Profesional, Científica y Tecnológica de Brasil. Para realizar esta investigación se utilizó un enfoque cuantitativo con la aplicación del método Data Envelopment Analysis (DEA), con rendimientos variables a escala (BCC) y orientación de salida, junto con el Índice de Productividad de Malmquist (IPM). Luego de recolectar y validar los datos disponibles, la muestra se dividió de la siguiente manera: el primer modelo (MOD 1) estuvo compuesto por 31 DMUs- Unidades de Toma de Decisiones - analizadas de 2017 a 2019. El segundo modelo (MOD 2) se dividió en dos análisis, el primero con 34 DMU para el período 2011 a 2015 y el segundo con 41 DMU de 2016 a 2019. Como principales resultados, las DMU consideradas eficientes con mayor frecuencia, para el conjunto de variables propuesto, fueron IFAC, IFCE, IFES, IFGOIANO, IFMA, IFNMG e IFSULDEMINAS en MOD 1 e IFAP e IFSULDEMINAS en MOD 2. Aunque esta última ha mostrado ineficiencia fuerte (EFT <0,70) para todos los períodos analizados. El análisis de IPM mostró que, aunque MOD 1 presenta resultados de mayor eficiencia, las DMU muestran pérdida de productividad a lo largo de los años. Para MOD 2, se identificó un avance en su productividad sin un aumento en el consumo de recursos, debido a cambios tecnológicos. Finalmente, los resultados indicaron la necesidad de evaluar las actividades de las DMU relacionadas con MOD 1 en el largo plazo, mientras que para MOD 2 demandan mayor atención en el corto plazo, para cambiar este escenario constante de fuerte ineficiencia.

Palabras clave: DEA. Índice de Malmquist. Eficiencia. Educación profesional.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Expansão em unidades da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica	51
Figura 2 – Distribuição das instituições da Rede Federal no Brasil.....	52
Figura 3 – Síntese dos modelos propostos de análise da eficiência	55
Figura 4 – Etapas do Método I-O Stepwise Exaustivo Completo	58
Figura 5 – Distribuição das DMUs eficientes na alocação de recursos financeiros do MOD 2, período 2011 a 2015.....	67
Figura 6 – Distribuição das DMUs eficientes na alocação de recursos financeiros do MOD 2, período 2015 a 2016.....	69
Figura 7 – Distribuição das DMUs eficientes na alocação de recursos humanos do MOD 2, período 2011 a 2015.....	73
Figura 8 – Distribuição das DMUs eficientes na alocação de recursos humanos do MOD 2, período 2015 a 2016.....	75
Figura 9 – Movimento das DMUs na fronteira eficiente no longo prazo	90
Gráfico 1 – Evolução dos estudos sobre a eficiência no ensino técnico e profissional	22
Gráfico 2 – Função produção	34
Gráfico 3 – Curva CCR e BCC.....	45
Gráfico 4 – Eficiência técnica média dos modelos na alocação dos recursos financeiros.....	70
Gráfico 5 – Eficiência técnica média dos modelos na alocação de recursos financeiros e humanos.....	79
Quadro 1 – Relação de <i>input/output</i> utilizados pela literatura	39
Quadro 2 – Modelos CCR orientados a <i>inputs</i> e a <i>outputs</i>	43
Quadro 3 – Modelos BCC orientados a <i>inputs</i> e a <i>outputs</i>	44
Quadro 4 – Efeitos e ações quanto à classificação da EFE	45
Quadro 5 – Apresentação do índice de <i>Malmquist</i>	47
Quadro 6 – Amostra da pesquisa	48
Quadro 7 – Demonstrativo das variáveis e modelos da pesquisa	54
Quadro 8 – Regimes de dedicação e pesos de ponderação	55
Quadro 9 – Qualificação e pesos de ponderação.....	56

Quadro 10 – Classificação dos níveis de eficiência.....	59
Quadro 11 – Eficiência do MOD 1 na alocação de recursos financeiros.....	64
Quadro 12 – Eficiência do MOD 2 na alocação de recursos financeiros para os períodos de 2011 a 2015	66
Quadro 13 – Eficiência do MOD 2 na alocação de recursos financeiros para os períodos de 2016 a 2019	68
Quadro 14 – Eficiência do MOD 1 na alocação de recursos humanos	71
Quadro 15 – Eficiência do MOD 2 na alocação de recursos humanos nos períodos de 2011 a 2015	72
Quadro 16 – Eficiência do MOD 2 na alocação de recursos humanos nos períodos de 2016 a 2019	74
Quadro 17 – Ranqueamento das DMUs eficientes e com forte ineficiência	77
Quadro 18 – <i>Benchmarks</i> do MOD 1 para o período de 2019	80
Quadro 19 – <i>Benckmarks</i> do MOD 2 para o período de 2019	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Participação por macrorregião na amostra final para os modelos propostos	61
Tabela 2 – Matriz de correlação entre as variáveis dos modelos	63
Tabela 3 – Metas dos <i>outputs</i> para as DMUs ineficientes do MOD 1 para o período de 2019	82
Tabela 4 – Metas do <i>output</i> para as DMUs ineficientes do MOD 2 para o período de 2019	84
Tabela 5 – Mudança de produtividade média do MOD 1	85
Tabela 6 – Mudança de produtividade média do MOD 2 nos períodos de 2016 a 2019	87

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATT	ATIVO TOTAL
BCC	BCC (BANKER, CHARNES e COOPER, 1984)
BDTD	BIBLIOTECA DIGITAL BRASILEIRA DE TESES E DISSERTAÇÕES
CAPES	COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR
CCR	CCR (CHARNES, COOPER, e RHODES, 1978)
CEFET-MG	CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
CEFET-RJ	CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO RIO DE JANEIRO
CPII	COLÉGIO PEDRO II
CRS	<i>CONSTANT RETURNS TO SCALE</i>
DEA	<i>DATA ENVELOPMENT ANALYSIS</i>
DEAP	<i>DATA ENVELOPMENT ANALYSIS PROGRAM</i>
DMU	<i>DECISION MAKING UNITS</i>
DOC	DOCENTES
EAC	EFICIÊNCIA ACADÊMICA DE CONCLUINTES
EAD	EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA
EFE	EFICIÊNCIA DE ESCALA
EFFCH	VARIAÇÃO DA EFICIÊNCIA TÉCNICA
EFT	EFICÊNCIA TÉCNICA
ENEM	EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO
EPT	EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
EPCT	EDUCAÇÃO PROFISSIONAL, CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA
ETF	EDUCAÇÃO TÉCNICA FEDERAL
FDH	FREE DISPOSAL HULL
GCA	GASTO POR MATRÍCULA
GAT	GASTOS TOTAIS
IES	INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR
IF	INSTITUTO FEDERAL

IFAC	INSTITUTO FEDERAL DO ACRE
IFAL	INSTITUTO FEDERAL DO ALAGOAS
IFAM	INSTITUTO FEDERAL DO AMAZONAS
IFAP	INSTITUTO FEDERAL DO AMAPÁ
IFB	INSTITUTO FEDERAL DE BRASÍLIA
IFBA	INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA
IFBAIANO	INSTITUTO FEDERAL BAIANO
IFC	INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE
IFCE	INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ
IFES	INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
IFF	INSTITUTO FEDERAL FLUMINENSE
IFFARROUPILHA	INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
IFG	INSTITUTO FEDERAL DE GOIÁS
IFGOIANO	INSTITUTO FEDERAL GOIANO
IFMA	INSTITUTO FEDERAL DO MARANHÃO
IFMG	INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS
IFMS	INSTITUTO FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
IFMT	INSTITUTO FEDERAL DE MATO GROSSO
IFNMG	INSTITUTO FEDERAL DO NORTE DE MINAS GERAIS
IFPA	INSTITUTO FEDERAL DO PARÁ
IFPB	INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA
IFPE	INSTITUTO FEDERAL DE PERNAMBUCO
IFPI	INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ
IFPR	INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ
IFRJ	INSTITUTO FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
IFRN	INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
IFRO	INSTITUTO FEDERAL DE RONDÔNIA
IFRR	INSTITUTO FEDERAL DE RORAIMA
IFRS	INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
IFS	INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE
IFSC	INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
IFSERTÃO-PE	INSTITUTO FEDERAL DO SERTÃO PERNAMBUCANO

IFSP	INSTITUTO FEDERAL DE SÃO PAULO
IFSUDESTE-MG	INSTITUTO FEDERAL DO SUDESTE DE MINAS GERAIS
IFSUL	INSTITUTO FEDERAL SUL-RIOGRANDENSE
IFSULDEMINAS	INSTITUTO FEDERAL DO SUL DE MINAS GERAIS
IFTM	INSTITUTO FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO
IFTO	INSTITUTO FEDERAL DE TOCANTINS
IPM	ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE DE MALMQUIST
MEC	MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
MOD	MODELO
PEI	PESQUISA E EXTENSÃO E PATENTES
POS	CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO
PRO	CURSOS PROFISSIONALIZANTES
PRONATEC	PROGRAMA NACIONAL DE ACESSO AO ENSINO TÉCNICO E EMPREGO
RCM	ÍNDICE DE CONCLUINTES POR ALUNO MATRICULADO
RE	RETORNOS DE ESCALA
SETEC	SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
SFA	<i>STOCHASTIC FRONTIER ANALYSIS</i>
SUP	CURSOS SUPERIORES
TAE	TÉCNICO-ADMINISTRATIVO EM EDUCAÇÃO
TCD	TITULAÇÃO DO CORPO DOCENTE
TCH	TEORIA DO CAPITAL HUMANO
TCT	ÍNDICE TITULAÇÃO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO EM EDUCAÇÃO
TECH	MUDANÇA DE TECNOLOGIA
TFP	<i>TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY</i>
TOTGAS	GASTOS TOTAIS
UTFPR	UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
VAG	NÚMERO DE VAGAS OFERTADAS
VRS	<i>VARIABLE RETURNS TO SCALE</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1 Objetivos da pesquisa	21
1.1.1 Objetivo geral	21
1.1.2 Objetivos específicos.....	21
1.2. Justificativa.....	22
1.3. Estrutura do estudo	24
2. REVISÃO DA LITERATURA	25
2.1 Teoria do Capital Humano	25
2.2 Custos na Educação	28
2.3 Educação Profissional e Tecnológica	29
2.4 Eficiência e produtividade	32
2.5 Eficiência na Educação Profissional e Tecnológica	35
3. METODOLOGIA	42
3.1 Tipo e abordagem da pesquisa.....	42
3.2 Instrumentos para análise da eficiência na Educação.....	42
3.3 População e amostra	48
3.4 Unidades de análise	49
3.5 Definição das variáveis do estudo.....	53
3.6 Coleta dos dados	56
3.7 Validação das variáveis do estudo	57
3.8 Análise dos dados.....	59
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	61
4.1 Eficiência Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica	63
4.1.1 Eficiência na alocação de recursos financeiros.....	64
4.1.2 Eficiência na alocação de recursos humanos	70
4.1.3 Visão geral da eficiência na alocação de recursos da Rede Federal	76
4.2 Benchmarks da Rede Federal EPCT.....	79
4.3 Metas de eficiência do modelo DEA	82

4.4 Índice de produtividade de Malmquist (IPM).....	85
4.5 O contexto de eficiência da Rede Federal.....	88
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	91
REFERÊNCIAS.....	97
APÊNDICES	106

1. INTRODUÇÃO

A educação possui forte influência no desenvolvimento econômico e social de um país. A expansão de uma instituição de ensino possibilita um crescimento econômico mais acelerado (VALERO; VAN REENEN, 2019), pois é responsável por entregar à sociedade profissionais qualificados para atuar frente às mudanças e avanços tecnológicos (RZĄDZIŃSKI; SWOROWSKA, 2016; LU; LAUX; ANTONY, 2017; CHERNOVA *et al.*, 2017). Dessa forma, é possível afirmar que a educação representa bem mais que um direito de todo cidadão e dever do Estado (BRASIL, 1988). Ela impacta diretamente as organizações ao possibilitar o acesso à mão de obra especializada, com potencial competitivo no mercado.

Na visão de Schultz (1961), as empresas tendem a ter um aumento de sua produtividades à medida que sua força de trabalho se qualifica. Logo, uma organização que detém capital humano mais capacitado garante maiores oportunidades de crescimento para o negócio, além de sua manutenção no mercado. Portanto, há uma relação positiva entre o desenvolvimento educacional do corpo profissional e o aumento dos retornos de uma empresa. Estes benefícios advindos da educação não se limitam ao município em que se insere a instituição de ensino, mas se estendem por toda região, principalmente aquelas geograficamente mais próximas (VALERO; VAN REENEN, 2019).

Matias-Pereira (2016) afirma que a intensificação do processo de globalização provocou transformações no campo econômico, fazendo com que o capital intelectual se torne o ativo mais importante, responsável por alavancar a economia. Em complemento, Birinci e Telatar (2021) afirmam que este processo, aliado aos avanços das tecnologias de informação e comunicação, traz algumas transformações e mudanças também no campo da gestão. Em uma análise mais ampla, pode-se considerar que o crescimento econômico evolui na proporção em que a expansão do conhecimento científico e tecnológico acontece, possibilitando maior contribuição destes novos profissionais enquanto insumos nas organizações (BECKER, 1993).

No Brasil, a educação abrange os processos formativos que se desenvolvem em todos os cenários nos quais o indivíduo está inserido, seja na convivência humana e

familiar, no trabalho, nas ações coletivas e culturais, entre outros, possuindo ainda como finalidade seu desenvolvimento pleno, sua preparação para o exercício da cidadania e a qualificação para o trabalho (BRASIL, 1996). Corroborando com esse propósito, a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (EPCT), devido à capilaridade que possui, faz-se presente em mais de 600 (seiscentos) municípios no Brasil, com grande importância tanto para a educação (BERNARDES; SILVA; SOARES, 2016), quanto para a melhoria da qualidade de vida local e regional.

Embora a Rede Federal EPCT tenha sido criada legalmente em 2008, seu marco inicial se deu em 1909 com a instituição de 19 escolas de Aprendizes e Artífices pelo Presidente da República à época, Nilo Peçanha, surgindo, posteriormente, os Centros Federais de Educação Profissional e Tecnológica (Cefets) (BRASIL, 2018a). Dessa forma, mesmo antes da Lei nº 11.892 de 29 de dezembro de 2008, a Rede Federal EPCT já atuava como transformadora do cenário econômico nos municípios onde se instalava, possibilitando o acesso da população ao conhecimento científico e tecnológico.

No processo de expansão dos Institutos Federais (IFs), é importante citar o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (Pronatec), criado pelo Governo Federal em 2011, com o objetivo de ampliar a oferta de cursos de educação profissional e tecnológica (BRASIL, 2018b). A ampliação do número de unidades de ensino também fez com que os valores investidos em educação no país aumentassem e, em relação à Rede Federal, segundo a Plataforma Nilo Peçanha, foram gastos, em reais, aproximadamente 16,5 bilhões em 2018 e 17,6 bilhões em 2019.

Dado o papel que estas instituições públicas assumem e os custos necessários para seu funcionamento, é importante avaliar a eficiência no uso de seus recursos (KAUR; BHALLA, 2018). Os autores definem a eficiência como a máxima entrega de resultados (como o total de matrículas) por um determinado conjunto de insumos (recursos humanos, financeiros e de infraestrutura, por exemplo), sendo esta entrega também chamada de produtividade. A produção de bens e serviços públicos é a principal função do Estado. Sendo assim, seu desempenho reflete no processo de tomada de decisão dos gestores públicos, bem como no alcance de melhores resultados com o menor gasto público (BİRİNCİ; TELATAR, 2021).

Embora as habilidades geradas pela educação profissional impacte de forma positiva a economia e a sociedade, conforme já citado, a forma com que estas instituições realizam suas operações é regularmente questionada (FIEGER *et al.*, 2017). Esta discussão é frequente entre políticos, sindicatos e professores (HAELERMANS; RUGGIERO, 2012), pois todos aqueles considerados interessados em sua atuação passam a refletir constantemente sobre a qualidade que é ofertada (CORDERO; SANTÍN; SIMANCAS, 2017; WOLSZCZAK-DERLACZ, 2017).

A expansão das unidades de ensino e o aumento na oferta de cursos pelo país exigem uma atuação gerencial direcionada a resultados, no intuito de garantir a melhor alocação dos recursos disponíveis. Segundo Johnes (2015), esta expansão passou a exigir dos gestores públicos a criação de métodos que possibilitem seu acompanhamento, já que o aumento de alunos em diferentes níveis de ensino exige maior investimento em infraestrutura, tecnologia, recursos humanos, entre outros. Este custo crescente acarretou um avanço na literatura sobre estudos relativos à eficiência da educação (WITTE; LÓPEZ-TORRES, 2017).

Dessa forma, ao conceber a educação enquanto sistema, possibilita aos pesquisadores a criação de modelos e instrumentos, fazendo uso de diversas abordagens, para dotar os gestores de informações que auxiliem na tomada de decisão (JOHNES, 2015). A correta utilização dos recursos humanos e financeiros de um instituição de ensino desempenha um papel fundamental no cumprimento de seus objetivos (KAUR; BHALLA, 2018). A análise da eficiência na alocação destes recursos se torna um dos mecanismos de avaliação dos resultados alcançados pelas unidades em relação às demais, com o objetivo de identificar aquelas menos eficientes e suas eventuais falhas (RZAŹZIŃSKI; SWOROWSKA, 2016).

Deste modo, uma instituição de ensino será ineficiente quando, em relação à outra, utilizar proporcionalmente a mesma quantidade de recursos, mas entregando resultados inferiores (PEÑA, 2008). Para este estudo, adota-se a concepção de Farrel (1957) para eficiência, em que se realiza uma análise comparativa dos resultados (*outputs*) obtidos, dados os recursos disponíveis, com o que poderia ter sido produzido com os mesmos recursos, sendo também conceituada como eficiência técnica. Este

limite de produção, identificado para as melhores unidades da amostra, é considerado a fronteira de possibilidades de produção, ou fronteira eficiente. Logo, se a relação de insumos e produtos resultar em um posicionamento da unidade fora desta fronteira, ela será considerada ineficiente.

No que tange à Rede Federal EPCT, a Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação (Setec/MEC) divulga um conjunto de indicadores de sua atuação. As instituições também publicam relatórios de prestação de contas anualmente, além da disponibilização de painéis para consulta em seus *sites* de forma dinâmica. Embora a suspensão dos calendários acadêmicos no ano letivo de 2020, devido à pandemia do novo Coronavírus, possa retardar ou interferir em algumas análises, estas informações ainda constituem um importante instrumento de avaliação para que o gestor possa visualizar de forma clara o desempenho das unidades sob sua responsabilidade.

Estas informações também possibilitam a identificação de *benchmarking*, ou seja, quais unidades podem ser utilizadas como exemplo para as demais, contribuindo para a definição de estratégias com base em instituições que obtiveram êxito em suas atividades (ZHU, 2015). Bogetoft e Wittrup (2017) e Fieger *et al.* (2017) complementam que os modelos de melhores práticas podem se apoiar também nas alocações orçamentárias e projetos de incentivos para melhorar a eficiência geral das escolas. A avaliação de desempenho e o *benchmarking* impulsionam as unidades a um processo de evolução e melhoria (ZHU, 2015).

A análise da eficiência de uma instituição se torna um instrumento de avaliação das operações de uma determinada unidade em relação as outras, visando identificar aquelas menos eficientes, bem como as lacunas e *deficits* existentes na sua atividade, possibilitando identificar as áreas que requerem melhorias e modificações (RZAŹZIŃSKI; SWOROWSKA, 2016). Essa análise é possível pelo levantamento de insumos e produtos, cuja relação possibilita uma avaliação dos resultados alcançados, direcionando os gestores de forma mais assertiva em suas decisões.

Nesse sentido, tendo em vista a abrangência e importância que a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica desempenha no país e a necessidade

de se explorar e contribuir para os estudos acerca da eficiência na alocação dos recursos destas instituições, se coloca a questão norteadora deste estudo: **como as instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica no Brasil se diferenciam em termos de alocação de recursos financeiros e humanos?**

1.1 Objetivos da pesquisa

Para responder à questão de pesquisa apresentada acima, estabelecem-se os seguintes objetivos.

1.1.1 Objetivo geral

Descrever e analisar como as instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica no Brasil se diferenciam em termos de alocação de recursos financeiros e humanos no período de 2011 a 2019.

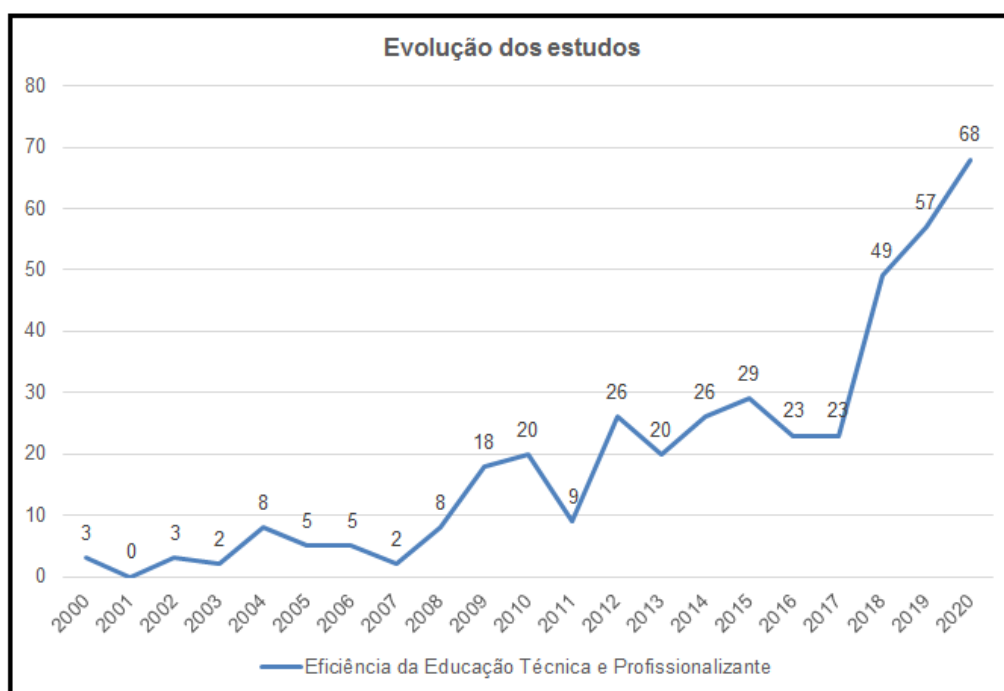
1.1.2 Objetivos específicos

- Obter o nível de eficiência na alocação de recursos financeiros e humanos da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica nos períodos propostos;
- Identificar as instituições que se destacaram enquanto referências (*benchmarks*) para as demais ineficientes;
- Analisar as metas de *outputs* determinadas para que as instituições ineficientes alcancem a fronteira de produção;
- Analisar a evolução da produtividade das instituições ao longo dos anos avaliados, identificando as que mais se destacaram.
- Analisar o contexto de eficiência, no curto e longo prazo, em que se encontram as instituições da Rede Federal.

1.2. Justificativa

Inicialmente, buscando avaliar a justificativa acadêmica, foi realizada uma busca na base Scopus, no sentido de identificar o panorama internacional dos estudos sobre a eficiência na educação técnica e profissionalizante no período de 2000 a 2020. Como estratégia de busca, foram utilizados os seguintes termos em inglês com seus respectivos *thesaurus* “análise”, “eficiência”, “instituição de ensino técnico e profissional”, com ocorrência no título, resumo ou palavras chaves dos documentos. Posteriormente, foram retirados os termos considerados chaves para exclusão dos resultados que divergiam do objetivo proposto. Dessa forma, a busca resultou em 404 (quatrocentos e quatro) documentos, sendo representada a evolução dos estudos ao longo dos anos no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Evolução dos estudos sobre a eficiência no ensino técnico e profissional



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Nota-se uma tendência ascendente nas pesquisas que se propõem a analisar a eficiência em instituições de ensino técnico e profissional, demonstrando ser ainda um tema de grande interesse dos pesquisadores. Nesse contexto, buscando avaliar a quantidade de estudos nacionais direcionados à Rede Federal EPCT, realizou-se uma busca avançada no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de

Pessoal de Nível Superior – CAPES - e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), combinando-se os termos “eficiência” e “Instituto(s) Federal(is)”.

Em todos os casos foi utilizada a opção “é exato” para se evitar buscas de palavras isoladas dos termos no banco de dados pesquisado. Para todas as demais opções foi mantido o padrão de busca da plataforma. Após leitura dos títulos e resumos, foram identificados dez estudos com o objetivo de analisar a eficiência técnica de instituições da Rede Federal. No entanto, apenas dois deles utilizaram uma amostra expressiva de unidades, ao menos 38 instituições, mas com período único de análise (2013 e 2018).

Nota-se uma escassez de estudos sobre a eficiência da EPCT, tornando-se importante avaliar o nível de eficiência destas instituições com o objetivo de aprimorar seu planejamento e a redefinição de políticas educacionais (PARENTE *et al.*, 2021). Desse modo, este estudo pretende, não somente explicar melhor um contexto de atuação das unidades analisadas, mas possibilitar uma avaliação ao longo dos anos, fornecendo um novo panorama sobre a eficiência das instituições que compõem a Rede Federal EPCT com modelos que melhor refletem sua atuação institucional.

Do ponto de vista organizacional, os gestores buscam solucionar diversos tipos de problemas, desde operacionais aos de níveis estratégicos, visando melhores resultados (JOHNES, 2015). Nesse sentido, este estudo possibilitará aos reitores e à equipe de gestores das instituições avaliadas uma visão de como os indicadores utilizados impactam a sua eficiência, direcionando suas ações para uma melhor adequação em seus processos internos, no sentido de melhorar a qualidade de suas entregas enquanto organização em curto e longo prazo.

No plano social, recursos da educação aplicados sem o devido planejamento podem ocasionar não somente a perda da eficiência, mas também a falha da manutenção da instituição (PARENTE *et al.*, 2021). Neste sentido, em função da abrangência da Rede Federal EPCT no país e a importância já mencionada que a educação assume para o ambiente e sendo a sociedade sua principal financiadora, torna-se fundamental avaliar

a eficiência destas instituições sob a forma de prestação de contas, possibilitando uma crítica alicerçada em testes empíricos.

1.3. Estrutura do estudo

Este estudo foi estruturado em cinco capítulos, propostos da seguinte maneira:

- Primeiro capítulo: já apresentado, consistiu na introdução do tema com sua contextualização, além do problema, objetivos e justificativas da pesquisa;
- Segundo capítulo: descreve a revisão da literatura que embasou cada etapa do trabalho;
- Terceiro capítulo: descreve os procedimentos metodológicos que foram utilizados para o alcance dos objetivos propostos;
- Quarto capítulo: aborda a apresentação e análise dos resultados encontrados com o intuito de responder aos objetivos propostos;
- Quinto capítulo: apresenta as considerações finais com uma síntese dos elementos constantes no texto do trabalho.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura para a construção da pesquisa abordará as seguintes seções: Teoria do Capital Humano; Custos na Educação; Educação Profissional e Tecnológica; Eficiência e produtividade; e Eficiência na Educação Profissional e Tecnológica.

2.1 Teoria do Capital Humano

A Teoria do Capital Humano (TCH) teve início com os trabalhos de Jacob Mincer (1958), Theodore William Schultz (1961) e Gary Becker (1993), que atribuíram o crescimento econômico ao capital humano. Esta teoria afirma que a educação formal é uma ferramenta que pode ser utilizada para melhorar a capacidade produtiva da população (ABU-SHAWISH; ROMANOWSKI; AMATULLAH, 2021). Ou seja, a distribuição de renda pessoal e retornos de uma empresa estão associados aos custos investidos na formação de uma pessoa/trabalhador (MINCER, 1958).

Segundo Holborow (2018), o capital humano se caracteriza pelas habilidades e qualidades que tornam as pessoas produtivas, tendo como referência os custos deste aprimoramento para o indivíduo, organização ou país. Analisando as taxas de retorno dos investimentos em educação, Mincer (1958) verificou que o estímulo dado em benefício do capital humano influencia a distribuição dos rendimentos em diferentes segmentos da economia. Abu-Shawish, Romanowski e Amatullah (2021) afirmam que as economias que têm o conhecimento como sua base exigem maior diversificação de empregos, tornando a mão de obra menos significativa.

Segundo Mincer (1958), as diferenças salariais e o tempo gasto por uma pessoa para atingir seus objetivos estão relacionadas à quantidade de anos dedicados à sua escolaridade. Assim, os ganhos pessoais aumentam à medida em que se investe na formação. O mesmo acontece para o treinamento no trabalho, embora seja necessário avaliar a viabilidade deste investimento, uma vez que o tempo gasto no aperfeiçoamento adia seus ganhos consequentes (MARGINSON, 2019). As indústrias com maiores índices de capital humano mais qualificado e alocado em funções

técnicas e gerenciais, tendem a ter retornos mais expressivos em relação às aquelas que não possuem tal investimento (MINCER, 1958).

Logo, o investimento na formação de uma pessoa melhora sua especialização, aumentando o estoque de capital humano (KAROLCZAK; SOUZA, 2017). O valor de uma organização está associado ao conhecimento de seus empregados e sua aplicação, que, ao melhorar seu desempenho, traz vantagens, compondo seu ativo intangível (LIZOTE *et al.*, 2017). A indissociabilidade existente entre o indivíduo e seu conhecimento possibilita ganhos maiores, melhorando sua qualidade de vida, pois as chances no mercado de trabalho aumentam em função da valorização dessas habilidades pelas empresas. Nesse sentido, Schultz (1961) afirma que a economia é diretamente impactada pelos investimentos na educação, uma vez que a qualificação e o aperfeiçoamento profissional da população aumentam a produtividade dos trabalhadores e, com isso, os lucros das organizações, movimentando a economia.

Ainda segundo o autor, todo este processo se dá pelo fato que o investimento nos indivíduos faz com que seus horizontes de escolha profissional sejam ampliados, melhorando seu nível de bem-estar, refletindo no ambiente produtivo. Em um contexto de informação e tecnologia, a escola assume um papel ativo na construção e reconstrução dos saberes e conhecimentos, articulando a cultura, reunindo pessoas, organizações e instituições (GADOTTI, 2010). Espinoza-Parra e Collins (2020) afirmam que o desenvolvimento de capacidades intelectuais nos alunos, a fim de prepará-los para os papéis ocupacionais da sociedade, é a função das instituições de ensino.

Segundo Marginson (2019), o ensino superior possibilita o enriquecimento nos setores público e privado, o sucesso na carreira pessoal e o crescimento econômico nacional. Dessa forma, pode-se compreender que a educação se torna um elemento ativo e integrante das relações sociais mais abrangentes, ajudando em sua transformação e manutenção (DOURADO; OLIVEIRA, 2009). Becker (1993) também defende o treinamento proporcionado no ambiente de trabalho como responsável por aumentar a produtividade futura do empregado e esse conjunto de habilidades profissionais que uma pessoa é capaz de adquirir é denominado o capital humano de uma organização.

Bastidas e Gebera (2020) afirmam a existência de dinamicidade na aquisição do conhecimento, pois inclui uma diversidade de atributos humanos além do nível educacional (títulos acadêmicos), e, também, capacidades e habilidades relacionadas ao desenvolvimento de processos mentais superiores como a memória, pensamento e linguagem. Assim sendo, para que uma organização possa desenvolver e entregar melhores produtos ou serviços, é necessário haver qualidade em sua equipe de empregados nos variados níveis e em todos os estágios, desde o início até a conclusão de qualquer projeto (ALIU; AIGBAVBOA, 2019).

A atividade econômica direciona seu foco mais para o trabalho intelectual do que para o físico e a educação se torna fundamental para essa economia (GILLIES, 2011). O autor afirma que, na medida em que aumenta a formação educacional dos indivíduos, melhores serão seus retornos financeiros individuais e melhor será a economia nacional. Segundo Schultz (1964), o ponto central para compreensão do papel de destaque na dinâmica econômica mundial que alguns países desempenham está no diferencial das habilidades e competências que o processo educacional propicia. Os investimentos iniciais trazem, num horizonte de longo prazo, o aumento dos resultados alcançados pela instituição com redução dos custos antes empregados, gerando maior eficiência.

A justificativa para o governo expandir o ensino superior tem origem na Teoria do Capital Humano, em que os retornos econômicos advindos da formação dos alunos permitem regular com eficiência os custos desta expansão (MARGINSON, 2019). Foi a partir desta teoria que a Economia da Educação se concretizou enquanto área de pesquisa, pois discute a relação da educação com o crescimento econômico, os retornos para os indivíduos no mercado de trabalho, o contexto da sua eficiência e o impacto dos investimentos públicos sobre essas instituições. Esta pesquisa se baseou nessa última abordagem, pois buscou avaliar a produção educacional a partir dos seus respectivos insumos. Diante do exposto, torna-se necessário expor um breve contexto sobre os custos na educação, uma vez que os insumos financeiros também compõem o processo decisório dos gestores públicos.

2.2 Custos na Educação

No setor público, os recursos financeiros disponíveis são escassos, limitados ao atendimento das demandas sociais em constante aumento. Somado a este fato, existe ainda a alternância em sua aplicação, ou seja, os custos de uma ação social consomem o orçamento que seria destinado à outra, exigindo dos gestores uma tomada de decisão mais assertiva (PEÑA; GOMES, 2018). Na análise econômica, utiliza-se o termo “custo de oportunidade” para descrever este cenário, em que as oportunidades alternativas são sacrificadas em função da alocação dos recursos em uma determinada decisão, enfatizando a sua limitação, fazendo com que a escolha por uma alternativa cause a renúncia de outra (WOODHALL, 1987).

Para Woodhall (1987), os custos gerados pela expansão de uma unidade geram impactos no processo decisório, pois, além de gastos com pessoal que irão compor o quadro funcional, elevam-se aqueles utilizados para a manutenção das instalações (energia, água, limpeza, vigilância, entre outros) e dos serviços prestados (material de expediente, equipamentos, entre outros), classificados como despesas de custeio. Arantes e Cupertino (2020) destacam a necessidade do equilíbrio na atividade de mitigar as desigualdades regionais em educação com uma melhor alocação e distribuição de recursos públicos, objetivando maior eficiência em sua utilização.

Segundo Fieger *et al.* (2017), uma forma de avaliar os impactos das decisões financeiras dos agentes públicos é conhecer a eficiência do órgão sob sua gestão. Mohanty e Bhanumurthy (2020) afirmam que a eficiência no gasto público se dá quando os gestores possibilitam o alcance de maiores resultados com uma melhor alocação dos recursos financeiros disponíveis. Dessa forma, a avaliação quanto à eficiência na alocação destes recursos se torna de grande importância (MATIAS *et al.*, 2019).

Ao analisar a função de custo em uma organização, é possível adquirir informações importantes para debater questões sobre políticas públicas relacionadas à estrutura e ao financiamento dos sistemas de ensino (GRONBERG; JANSEN; TAYLOR, 2011). Nesse sentido, Schultz (1964) afirma que, se tiverem grande aumento, os insumos humanos como corpo docente, técnicos administrativos e a permanência dos alunos

na instituição são a maior parte de seus custos em relação ao preço dos insumos materiais necessários para manutenção das atividades.

Kroth e Gonçalves (2020) complementam ao afirmar que houve uma evolução expressiva na quantidade de recursos direcionados para a educação no Brasil nos últimos anos. Como já mencionado, a Rede Federal passou por um período de grande expansão, tanto em novos IFs, quanto em unidades vinculadas a estes e, conforme afirmam Thanassoulis *et al.* (2011), neste cenário com expressivo aumento no número de alunos, é fundamental para o Estado, enquanto gestor dos recursos, compreender a natureza dos custos que sustentam a oferta na educação, além de identificar o potencial de melhoria no desempenho das IES.

Ferro e D'Elia (2020) afirmam que a expansão das instituições de ensino e o aumento no número de alunos ocasionam maior emprego de recursos para alcance dos objetivos. Uma gestão ineficiente das instituições de ensino representa perda de bem-estar, bem como a alocação de recursos de forma incorreta em outros setores da economia (SALAS-VELASCO, 2020). Dito isto, torna-se necessário abordar o contexto da EPT na próxima seção, possibilitando um direcionamento das teorias apontadas ao objeto desta pesquisa.

2.3 Educação Profissional e Tecnológica

A responsabilidade para capacitar as pessoas para o mercado de trabalho foi transferida pela sociedade às escolas desde o surgimento das organizações industriais (IKESHOJI; TERÇARIOL; AZEVEDO, 2017). Esse processo aconteceu devido às mudanças originadas nestas organizações dentro do contexto competitivo em que estavam inseridas, tornando os cursos especializados uma resposta a essa necessidade (ARAÚJO, 2008). A concepção de educação profissional no país se dá desde o tempo do Brasil Colônia, dado seu contexto histórico mais abrangente (GONÇALVES, 2014).

Nascimento, Cavalcanti e Ostermann (2020) afirmam que a história no Brasil é marcada pela separação das pessoas que possuem os meios de produção daquelas que detêm a mão de obra necessária para o funcionamento do processo produtivo,

em que a educação profissional era destinada somente para os trabalhadores. Essa educação, considerada como não autêntica, era destinada aos trabalhos manuais escravos. Aquela voltada ao ensino do trabalho intelectual privilegiava as classes mais bem-sucedidas financeiramente, tida como educação originária (IKESHOJI; TERÇARIOL; AZEVEDO, 2017).

Nóbrega e Souza (2015) afirmam que a educação de excelência, disciplinada por atividades intelectuais ou artísticas, era destinada somente aos que detinham a propriedade dos meios de produção. Às demais classes (escravos, negros e índios), restava uma educação simples, unicamente técnica e manual, adquirida durante a execução das atividades, tornando clara a distinção entre o manual e o intelectual e, como consequência, o preconceito e exclusão.

O próprio sistema educacional estabelecia uma espécie de hierarquia social entre as famílias e indivíduos, estipulando um distanciamento das classes em função das características das atividades desempenhadas. O trabalho manual pertencia somente aos menos favorecidos e os homens considerados livres se afastavam dele, a fim de evitar possíveis associações sobre suas condições, evitando qualquer ambiguidade sobre sua posição social (CUNHA, 2000a).

A Lei nº 378, de 13 de janeiro de 1937 (BRASIL, 1937), instituiu no Brasil a Escola de Aprendizes Artífices com o objetivo de oferecer o ensino profissional de primeiro grau e não mais primário. A nova configuração do ensino profissionalizante, a partir da promulgação desta lei, se instaura com a transferência do ensino primário (conteúdo exclusivamente geral) para o ensino profissional (IKESHOJI; TERÇARIOL; AZEVEDO, 2017). As frequentes transformações e reformas nos sistemas educacionais são oriundas de fatores externos combinados entre si, possuindo caráter político, social e econômico (CUNHA, 2000b).

Segundo Cunha (2000b), em seu aspecto político, a educação se constitui pela democratização do espaço educacional, ampliando os limites da escolarização para além do período obrigatório, possibilitando as transferências dos alunos entre diferentes tipos de cursos. Os fatores sociais se consolidam na cobrança, pela parcela da sociedade menos favorecida, no que se refere ao acesso ao ensino médio, além

da ampliação da escolarização das mulheres. Por fim, o aspecto econômico se forma à medida em que os avanços tecnológicos influenciam o sistema de produção de bens e serviços, tanto nas organizações públicas quanto privadas (CUNHA, 2000b).

Quanto ao aspecto econômico, Viamonte (2011) reforça a importância das mudanças ocorridas na sociedade, no sistema produtivo, nas tecnologias e nos meios de comunicação, exigindo das organizações maior dinamicidade e, em consequência, constante renovação nas competências exercidas pelos trabalhadores. Segundo o autor, foram esses acontecimentos e a constante evolução que motivaram uma reorganização frequente do sistema educacional, fazendo da educação profissional um diferencial na oferta de mão de obra qualificada para atuar neste cenário.

A educação profissional ganhou mais espaço e estímulo na década de 1930, com o início da fase de industrialização nacional, quando ocorreu a criação das escolas superiores para formação de recursos humanos, dando maior foco e relevância para a capacitação de mão-de-obra (JUNIOR; SCHIMIGUEL, 2011). Ao se aprofundar nas análises históricas dos elementos que deram origem à Educação Profissional e Tecnológica (EPT), é possível identificar fatos que apontam continuidade na ação dos governos (AZEVEDO; SHIROMA; COAN, 2012), embora não houvesse ainda um movimento no intuito de integrar o ensino tecnológico em sua concepção profissional.

Nesse contexto, para Azevedo, Shiroma e Coan (2012), mesmo no governo de Ernesto Geisel (1974 a 1979), com a transformação de três Escolas Técnicas Federais (ETF) em CEFETs, restringiu-se a mencioná-las como instituições especiais, sem as qualificar como Educação Tecnológica. O reconhecimento quanto ao caráter atual da EPT aconteceu quando o MEC expôs sua visão e ação sobre esse tipo de ensino, reafirmando a constituição dos cursos técnicos de nível médio no sentido de integrarem os processos produtivos e a prestação de serviços à população, além da atuação em conjunto com as equipes de pesquisa de desenvolvimento tecnológico (BRASIL, 1990).

Privilegiando uma formação contextualizada em sua estrutura curricular, estas instituições federais contemplavam, num mesmo nível, os conhecimentos técnicos e científicos (NASCIMENTO; CAVALCANTI; OSTERMANN, 2020). Segundo Turmena

e Azevedo (2017), existe o entendimento do Estado quanto à contribuição das unidades da Rede Federal para o processo de modernização e desenvolvimento do país, qualificando os cidadãos com base nos arranjos produtivos e os aspectos sociais, culturais locais, incluindo-os, dessa forma, no mercado de trabalho.

Pacheco (2010), ao citar a contribuição da educação profissional e tecnológica junto aos avanços socioeconômicos local e regional, afirma que, devido a sua atuação não somente enquanto mantenedora deste ciclo, mas, principalmente, por seu compromisso social, estas unidades se tornam um elemento de política pública. Embora seja importante expor que a qualificação profissional isolada não gera desenvolvimento ou emprego, é parte fundamental deste processo, pois agrega valor ao trabalho e a quem o executa, amplia a possibilidade de geração de renda e melhoria na qualidade do que se produz e é entregue pelas organizações (VIAMONTE, 2011). A seção seguinte abordará os conceitos para a compreensão necessária sobre a eficiência e produtividade no contexto organizacional e na Educação Profissional e Tecnológica.

2.4 Eficiência e produtividade

A função principal de uma organização é ofertar produtos e serviços demandados pela sociedade, alocando capital e trabalho necessários para transformar os insumos (matérias-primas) nos resultados que suprirão as necessidades dos interessados (COASE, 1937). Mesmo em diferentes organizações, com *inputs* e *outputs* específicos, esse processo de transformação é a base de todas as operações (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018). Segundo a teoria microeconômica da firma, o processo de produção de uma organização faz referência à maneira como seus insumos são transformados em produtos/serviços (SALAS-VELASCO, 2020).

Muito além da entrega de produtos que atendam às necessidades dos interessados, a eficiência compara o que foi produzido com os recursos disponíveis e o que poderia ter sido de fato utilizado para entrega deste mesmo resultado. Ou seja, de posse dos resultados alcançados por todas as unidades produtivas, ela revela qual seria o ponto ideal de consumo das entradas (FIGUEIREDO; MELLO, 2009). Para Fried, Lovell e

Schmidt (1993) a eficiência, em sua concepção econômica, possui componentes técnicos e alocativos.

O componente técnico diz respeito à capacidade de evitar o desperdício, entregando o máximo de resultados que a tecnologia e o uso de insumos permitem, ou usando o mínimo de insumo possível na produção realizando a mesma entrega. Para Farrell (1957) e Deprins, Simar e Tulkens (1984) é a capacidade que uma organização possui em operar próximo ou no limite de sua capacidade produtiva. Nesse sentido, a análise da eficiência técnica pode ter uma orientação voltada ao aumento da saída ou uma orientação no sentido de conservação de entrada (COELLI *et al.*, 2005).

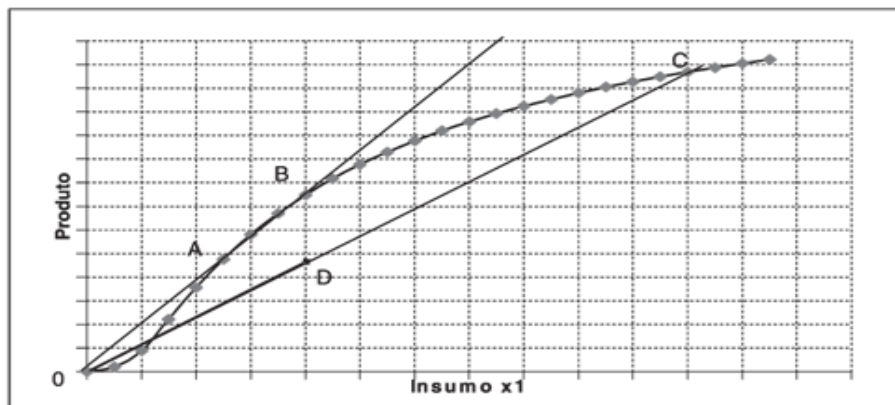
Navarro-Chávez *et al.* (2020) afirmam ser necessário ter uma especificação completa da possibilidade de produção estabelecida para qualquer metodologia de avaliação da eficiência técnica, além do conceito de distância para relacionar as combinações de insumos e produtos observados ao limite de produto especificado. O componente alocativo se refere à capacidade de conciliar insumos e/ou produtos em proporções ótimas de acordo com os preços vigentes, com proporções ideais que atendam às condições de primeira ordem do problema de otimização atribuído à unidade de produção (FARRELL, 1957; FRIED; LOVELL; SCHMIDT, 1993; MACHMUD; NANDIYANTO; DIRGANTARI, 2018).

Para Belloni (2000), esta capacidade de evitar desperdícios, seja no aumento da produção mantendo o quantitativo de insumos, ou na redução dessas entradas no processo produtivo, garante o mesmo volume e qualidade das entregas e está associada à concepção produtiva ou técnica. Evanoff e Israilevich (1991) afirmam que a eficiência produtiva necessita de otimização do comportamento em relação às saídas e entradas, ou seja, uma combinação dos produtos correspondentes ao menor processo de produção por custo unitário. Os autores complementam que uma unidade produtiva deve apresentar também eficiência de escala além da produtiva e alocativa.

Para alcançar a eficiência de escala, uma unidade produtiva deve agir onde os retornos de escala são constantes, ou seja, onde uma variação no produto vai gerar uma variação nos custos na mesma proporção. O Gráfico 2 apresenta as curvas da função de produção em sua forma geral, demonstrando na seção OA, retornos

crecentes de escalas; de A a B, retornos constantes; e, a partir de B, retornos decrescentes.

Gráfico 2 – Função produção



Fonte: Peña (2008, p. 87).

Dessa forma, a área abaixo da curva de produção máxima representa um modelo de fronteira dos possíveis níveis de produção que se pode alcançar. Logo, os pontos A, B e C são considerados unidades com níveis de produção eficientes. A unidade D é considerada ineficiente, pois, embora seu nível de insumo seja igual ao de B, não atingiu o mesmo nível de produção (PEÑA, 2008). A função produção de uma organização possui grande importância para sua manutenção, pois é nela que se concentra, na maioria das vezes, um elevado número de funcionários e volume de capital, além de possibilitar maior competitividade ao responder às demandas de seus clientes (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018).

Dessa forma, é importante destacar a necessidade de utilização de indicadores de resultados ou medidas de desempenho que classifiquem a eficiência e a produtividade ao analisar uma determinada unidade (FRIED; LOVELL; TURNER, 1996). A função das Instituições de Ensino Superior (IES) foi expandida em consequência dos avanços na sociedade, no sentido de desenvolver talentos e pesquisa científica a seu serviço (YANG; FUKUYAMA; SONG, 2018). González-Garay *et al.* (2019) destacam que a avaliação destas instituições é de grande importância na melhoria de como a educação é ofertada e no aproveitamento dos recursos disponíveis.

No entanto, os estudos voltados para a identificação da eficiência na educação, tornaram-se um desafio para os pesquisadores ao longo das décadas (JOHNES; PORTELA; THANASSOULIS, 2017). Devido às múltiplas interpretações que possui, a avaliação das instituições de ensino é dificultada quando se utiliza apenas um único indicador (GONZÁLEZ-GARAY *et al.*, 2019). A grande discussão se concentra no fato de se referir à eficiência como um padrão único diante da diversidade regional em que a educação está inserida, embora existam parâmetros considerados de ordem nacional, como o custo aluno/qualidade ou a relação aluno/professor (GADOTTI, 2010).

Segundo Achi (2020), a escolha das variáveis é uma etapa importante quando se pretende analisar a eficiência de uma instituição de ensino. Nesse sentido, a seção seguinte apresenta uma síntese dos estudos realizados com foco na análise da eficiência em instituições de ensino profissional e tecnológico, bem como as variáveis escolhidas para representar os resultados entregues por estas instituições.

2.5 Eficiência na Educação Profissional e Tecnológica

Em seus estudos, Abbott e Doucouliagos (2000, 2002) analisaram a eficiência na utilização dos recursos financeiros e humanos em 25 escolas na Nova Zelândia nos períodos de 1995 e 1996, e 23 escolas na Austrália no período de 1995, respectivamente. Os autores abordaram o aumento do financiamento feito pelo governo para expansão da rede profissionalizante e para a manutenção das unidades como justificativa para ambos os estudos, identificando que grande parte das unidades analisadas apresentaram altos índices de eficiência.

Jing e Shen (2011) avaliaram a eficiência de 30 instituições nas províncias da China nos anos de 2004 a 2008. Como principais resultados, seus estudos identificaram uma ineficiência geral das instituições, apontando como causa o possível reflexo dos problemas que vão desde o ensino nas unidades até às falhas na administração pelos departamentos superiores. Segundo os autores, a pesquisa realizada se tornou importante no sentido de auxiliar os gestores nas tomadas de decisão futuras.

Rządziński e Sworowska (2016), com a justificativa de que as escolas públicas profissionalizantes deveriam competir com as privadas, realizaram a análise de 27 escolas profissionalizantes da Polônia. Utilizando três modelos, sendo dois deles didáticos (com foco na formação do indivíduo) e um para análise financeira, os autores identificaram ineficiência apenas no último modelo. Bogetoft e Wittrup (2017) utilizaram uma amostra de 39 instituições na Dinamarca com dados de 2008 a 2013. Justificando a importância de se obter os *benchmarks* para melhor atuação dos gestores escolares, os autores identificaram grandes oscilações nos resultados das DMUs, observando possibilidades de economia relativas aos custos por aluno.

Chlebounová (2019) avaliou a eficiência de 36 escolas secundárias na região de Pardubice, na República Checa, nos períodos de 2013 a 2017. Dividindo a amostra em dois grupos, ensino médio e profissionalizante, o autor identificou que dois terços das unidades são ineficientes. Seus achados apontaram um melhor aproveitamento no uso das capacidades para atendimento dos alunos nas escolas de ensino médio em relação às escolas profissionalizantes.

Segundo o autor, o motivo seria a queda de longo prazo nas taxas de natalidade, fazendo com que a quantidade de alunos em sala de aula no ensino médio fosse diminuindo. Achi (2020) analisou 17 escolas profissionalizantes localizadas na província de Batna, na Argélia. Como resultados, o autor identificou que grande parte das escolas não utiliza seus recursos de forma eficiente, desperdiçando o orçamento já alocado, além de pessoal administrativo e professores inativos, concluindo que os gestores podem melhorar os resultados direcionando melhor os recursos dos centros eficientes para os ineficientes, por exemplo.

No cenário nacional, Carvalho (2014) analisou 6 unidades do Instituto Federal do Tocantins, identificando 4 delas como eficientes com uma distância considerável em relação às ineficientes. Segundo o autor, os resultados encontrados, para o modelo proposto, apontam o fato de que unidades instaladas nas cidades consideradas como polo regional tendem a ser eficientes, enquanto aquelas instaladas em cidades próximas a polos maiores tendem à ineficiência.

Utilizando como base a Teoria do Capital Humano, Furtado (2014) analisou a eficiência técnica de 19 Institutos Federais (IFs) com dados de 2012 e 2013. Como resultados, a autora identificou que apenas 6 institutos federais foram considerados eficientes para os dois períodos analisados. No entanto, ao analisar a mudança da produtividade ao longo dos anos, 11 IFs estavam se deslocando para a fronteira de eficiência, demonstrando aumento de produtividade para as unidades.

A autora concluiu que o alcance dos resultados pelos institutos federais não demanda, necessariamente, maior gasto do orçamento, pois aqueles considerados eficientes apresentaram melhores médias de concluintes e menores gastos correntes por aluno matriculado. Com o objetivo de avaliar a alocação dos recursos financeiros, Alves (2015) utilizou 10 (dez) unidades do Instituto Federal do Amazonas nos exercícios de 2013 a 2014 como amostra. O autor identificou alternância entre as unidades com resultados melhores para os períodos analisados, demonstrando que, mesmo as unidades com pouca maturidade na gestão orçamentária, foram eficientes em relação as demais.

Guidi (2016) buscou analisar a eficiência de 38 Institutos Federais no ano de 2013 utilizando indicadores definidos pela Setec, em conjunto com informações obtidas a partir de entrevistas realizadas com os Reitores das instituições, para compreender os fatores institucionais que influenciaram sua eficiência. Como resultados, a autora identificou que os fatores educacionais, administrativos e sociais, além dos políticos e econômicos, influenciaram a eficiência destas instituições, dada sua necessidade em atender a complexidade do contexto educacional.

Buscando avaliar a eficiência na utilização e alocação de recursos do Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Prates (2018) utilizou três variáveis de entrada e cinco de saída, distribuídas em quatro modelos. A autora identificou bastante homogeneidade entre os resultados dos modelos, mesmo com unidades bem distintas na amostra, sendo apenas quatro delas consideradas ineficientes. Santos (2018) realizou um estudo para analisar a eficiência do Instituto Federal Farroupilha em relação ao desenvolvimento econômico das regiões onde suas unidades estão instaladas, com dados de 2010 a 2016.

Segundo o autor, as unidades que se destacaram nos resultados surgiram da integração de outros *campi* com estruturas e cursos já consolidados na região, antes mesmo da criação dos Institutos Federais. Krieser *et al.* (2018), sob a ótica da Teoria do Capital Humano, analisaram, no biênio 2014-2015, 19 instituições da Rede Federal. Os autores observaram nos dois períodos analisados um total de 09 DMUs consideradas eficientes. No entanto, com base nas variáveis utilizadas, concluem que os Institutos Federais (IF's) promovem a transformação social das regiões na qual se instalam por meio da entrega de profissionais qualificados.

Rodrigues, Muylder e Gontijo (2018) analisaram a eficiência técnica de 9 unidades do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais no ano de 2015. Os autores sustentam a importância da pesquisa devido à função que a educação profissional assume como política pública na capacitação dos alunos para o mercado de trabalho. Identificaram como resultados que a maior parte das unidades não trabalha em sua escala ótima, com projeção de incremento de 15% nos resultados.

Por fim, Majada (2019) buscou investigar também a eficiência dos Institutos Federais no ano de 2018, abordando a importância da gestão dos recursos disponíveis na administração pública. A autora identificou que grande parte dos IFs com maiores índices de eficiência possui mais de 17 unidades vinculadas, figurando o Instituto Federal de Farroupilha como o mais eficiente entre os demais.

Os estudos que buscam analisar a eficiência na educação continuam aumentando nas últimas décadas (ARAUJO; BARBIRATO, 2017; EMROUZNEJAD; YANG, 2018; WITTE; LÓPEZ-TORRES, 2017). No entanto, a literatura ainda carece de pesquisas com foco na educação profissional e tecnológica (PARENTE *et al.*, 2021). O Quadro 1 apresenta uma síntese dos estudos apresentados nesta seção com as respectivas variáveis de entrada e saída.

Quadro 1 – Relação de *input/output* utilizados pela literatura

Autor(es)	Input (I) / Output (O)
Abbott e Doucouliagos (2000)	I: nº de docentes em tempo integral; nº de pessoal não docente; e valor do ativo imobilizado. O: nº de alunos equivalentes em tempo integral.
Abbott e Doucouliagos (2002)	I: nº de docentes em tempo integral; nº de pessoal não docente; despesas de capital; e custos de energia. O: tempo, em horas, de permanência do aluno.
Jing e Shen (2011)	I: nº de professores em tempo integral; nº de alunos; nº de funcionários; nº de escolas; e montante de ativos fixos. O: nº de graduados.
Carvalho (2014)	I: nº de alunos ingressantes; orçamento; titulação do corpo docente; e nº de técnicos-administrativos. O: nº de alunos formados; e nº de alunos integralizados em fase escolar.
Furtado (2014)	I: gastos correntes por aluno matriculado; relação alunos por professor; e titulação do corpo docente. O: relação concluintes por aluno matriculado.
Alves (2015)	I: despesa corrente total. O: nº de alunos matriculados; nº de beneficiários na Pesquisa e Extensão; e nº de alunos assistidos na Assistência Estudantil.
Guidi (2016)	I: renda familiar; relação alunos por professor; nº de <i>campus</i> ; índice de rotatividade de servidores em cargos de comissão e funções gratificadas; grau de difusão das normas internas da Instituição; grau de padronização dos procedimentos e instrumentos operacionais; capacitação de recursos humanos da Educação Profissional; infraestrutura; e titulação do corpo docente. O: nota média final do ENEM; e índice de eficiência acadêmica.
Rządziński e Sworowska (2016)	I: patrimônio móvel e imóvel; despesas de custeio e de pessoal; outros custos principais com impostos e taxas. O: nº de alunos não graduados, graduados e receita de vendas de projetos.
Bogetoft e Wittrup (2017)	I: orçamento total. O: nível acadêmico dos alunos; taxas de retenção escolar, emprego pós-curso e ingresso no ensino superior.
Prates (2018)	I: nº de alunos ensino médio; evasão; índice de desenvolvimento humano municipal; Infraestrutura; titulação do corpo docente; orçamento; nº de professores. O: nº total de alunos; assistência estudantil; nº de concluintes; nº de cursos ofertados; nº de ingressantes; matrículas curso técnico; matrículas EaD; matrículas licenciatura; quantidade de projetos pesquisa.
Santos (2018)	I: área territorial em hectares; área construída; despesas de custeio/ corrente; despesas de capital; nº de cursos ensino médio; nº de cursos graduação; nº de cursos pós-graduação; nº de cursos noturnos; nº total de alunos; taxa de ingresso por campus; ingressantes no ano letivo; e vagas no ano letivo. O: nº alunos egressos; índice Firjan de desenvolvimento municipal; população;

	peçoal ocupado; salário médio; valor adicionado fiscal; e nº de empresas atuantes.
Krieser <i>et al.</i> (2018)	I: gasto corrente por aluno; titulação do corpo docente; e relação de alunos por docentes em tempo integral. O: relação de concluintes por matrícula atendida.
Rodrigues, Muylder e Gontijo (2018)	I: nº médio de alunos por turma; nº médio de horas-aulas por dia; e titulação do corpo docente. O: taxa de aprovação de alunos; e nota média dos alunos no ENEM.
Chlebounová (2019)	I: despesas com salários de professores (por aluno). O: taxa de sucesso dos alunos nos exames de língua Checa, Matemática e Inglesa.
Majada (2019)	I: despesas correntes; despesas de investimentos; nº de alunos ingressantes; e nº de servidores. O: nº de alunos concluintes; e nº de alunos retidos.
Achi (2020)	I: nº de docentes; nº de administradores; orçamento total; tamanho (área em m ²); e tempo (anos) de existência da unidade. O: nº de graduados.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Como abordagem introdutória, predomina nos estudos a preocupação quanto à importância que a educação profissional possui em seu contexto social e econômico. Quanto às variáveis, nota-se que os insumos mais utilizados para avaliar a eficiência das instituições de ensino estão relacionados a recursos humanos, recursos financeiros e materiais. Os recursos humanos são expressos, geralmente, no corpo docente e não docente, por exemplo em Abbott e Doucouliagos (2000, 2002), Jing e Shen (2011), Carvalho (2014), Furtado (2014), Guidi (2016), Prates (2018), Krieser *et al.* (2018), Rodrigues, Muylder e Gontijo (2018), Majada (2019) e Achi (2020). Os recursos financeiros são expressos em despesas operacionais ou recursos orçamentários, presentes em todos os estudos descritos, exceto em Guidi (2016) e Rodrigues, Muylder e Gontijo (2018).

Os *outputs* utilizados para análise da educação profissional e tecnológica podem ser divididos pela origem da informação, sendo: internos, relacionados ao número de alunos (matriculados, formados ou retidos), exceto em Abbott e Doucouliagos (2000, 2002), Rodrigues, Muylder e Gontijo (2018) e Chlebounová (2019); com o número de cursos e vagas ofertados, projetos de pesquisa e extensão realizados e amplitude da assistência estudantil, como Alves (2015) e Prates (2018). As informações de origem externa se relacionam ao sucesso em exames de proficiência em

determinadas áreas, ingresso no mercado de trabalho e desenvolvimento econômico municipal, como em Guidi (2016), Bogetoft e Wittrup (2017), Santos (2018), Rodrigues, Muylder e Gontijo (2018) e Chlebounová (2019).

Os diferentes resultados (produtos e serviços) entregues pela educação refletem esta maior diversidade de *outputs* utilizados na literatura (WITTE; LÓPEZ-TORRES, 2017). Os conceitos, teorias e métodos apresentados nesta seção tiveram como principal finalidade sustentar o desenvolvimento desta pesquisa, tornando-se necessário na seção seguinte, descrever de forma detalhada a aplicação do método bem como as variáveis utilizadas como base para obtenção dos resultados e das discussões.

3. METODOLOGIA

3.1 Tipo e abordagem da pesquisa

Quanto ao tipo, este estudo é classificado como uma pesquisa descritiva, pois segundo Gil (2019), seu objetivo é apresentar as características de uma população ou fenômeno em específico. Assim, este estudo busca identificar o nível de eficiência das instituições que compõem a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica.

Como forma de alcançar os objetivos propostos, optou-se por uma abordagem quantitativa, que, segundo Silva e Menezes (2005), possibilita a conversão das informações em números, indicadores numéricos para o presente estudo, para classificá-las e analisá-las sob uma perspectiva matemática. A escolha da abordagem se justifica por sua característica afirmativa e clara na avaliação dos fenômenos, embasada por procedimentos estatísticos a partir dos dados (COLLIS; HUSSEY, 2005).

3.2 Instrumentos para análise da eficiência na Educação

Tendo em vista as múltiplas entradas e saídas utilizadas nas análises da eficiência na educação, optou-se pela Análise Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis – DEA) que, segundo Peña (2008), é aplicada com êxito no estudo da eficiência da administração pública. Este método é considerado o mais utilizado para análise da eficiência em instituições de ensino (CHEN *et al.*, 2017; WITTE; LÓPEZ-TORRES, 2017).

Os estudos sobre DEA tiveram como marco inicial os trabalhos de Farrell (1957), que utilizou a função de produção de forma segmentada para estimar sua fronteira (limite para a capacidade produtiva de uma empresa). Sob a sua concepção, a fronteira técnica alcançável (melhores práticas – *benchmarking*) se refere à capacidade máxima de produção dos *outputs* obtida por meio de *inputs* fixos. De acordo com seu modelo, a eficiência de uma unidade pode ser determinada pela distância entre o valor de saída observado e a fronteira eficiente. Dessa forma, uma unidade é considerada

ineficiente se seus *outputs* (resultados) e *inputs* (insumos) estiverem abaixo da fronteira delimitada pelas melhores práticas.

Com base nestes estudos, Charnes, Cooper e Rhodes (1978) iniciaram uma abordagem não paramétrica para análise da eficiência de *inputs* e *outputs* variados. Os autores conceituaram as unidades analisadas como DMUs (*Decision Making Units* – Unidades Tomadoras de Decisão) e o modelo proposto em seus estudos como Modelo CCR (iniciais de seus nomes), pensado para uma análise com retornos constantes de escala (CRS – *Constant Returns to Scale*). Ao criar uma medida escalar de eficiência que se adapta à organização, esta técnica possibilita analisar qualquer entidade (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978).

Os autores enfatizam que as unidades analisadas devem possuir as mesmas características produtivas, ou seja, devem atuar no mesmo segmento tendo em vista a construção de uma análise comparativa entre as DMUs. O modelo CCR, apresentado no Quadro 2, calcula a eficiência a partir da razão *input/output* (orientado a *inputs*) ou *output/input* (orientado a *outputs*). Dessa forma uma unidade eficiente só pode reduzir *outputs* e se manter eficiente se reduzir seus *inputs* na mesma proporção.

Quadro 2 – Modelos CCR orientados a *inputs* e a *outputs*

Orientado a <i>inputs</i>	Orientado a <i>outputs</i>
$Max Ef_0 = \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{j0}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{i0}}$	$Min Ef_0 = \frac{\sum_{j=1}^r v_i x_{i0}}{\sum_{i=1}^s u_j y_{j0}}$
<p>Sujeito a:</p> $\frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}} \leq 1, \forall k$ $v_i; u_j \geq 0, \forall i, j$	<p>Sujeito a:</p> $\frac{\sum_{i=1}^r v_i x_{i0}}{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}} \geq 1, \forall k$ $u_j; v_i \geq 0, \forall j, i$
<p>Para: Ef_0 = eficiência da DMU₀; v_j e u_j = pesos de <i>inputs</i> $i, i=1,2, \dots, r$ e <i>outputs</i> $j, j=1,2, \dots, s$; x_{ik} e y_{jk} = <i>inputs</i> i e <i>outputs</i> j da DMU_k, $k = 1,2, \dots, n$; x_{i0} e y_{j0} = <i>inputs</i> i e <i>outputs</i> j da DMU₀.</p>	

Fonte: Adaptado de Leal *et al.* (2018).

Posteriormente este modelo foi expandido por Banker, Charnes e Cooper (1984) para incluir retornos variáveis de escala (VRS - *Variable Returns to Scale*), passando a chamar BCC. Segundo os autores, este modelo considera situações de eficiência de produção com variação de escala, sem assumir proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*. O Modelo CCR pressupõe que as unidades avaliadas operam com retornos constantes de escalas, tanto com orientação aos *outputs* como aos *inputs*. O modelo BCC considera retornos variáveis de escala, conforme apresentado pelo Quadro 3.

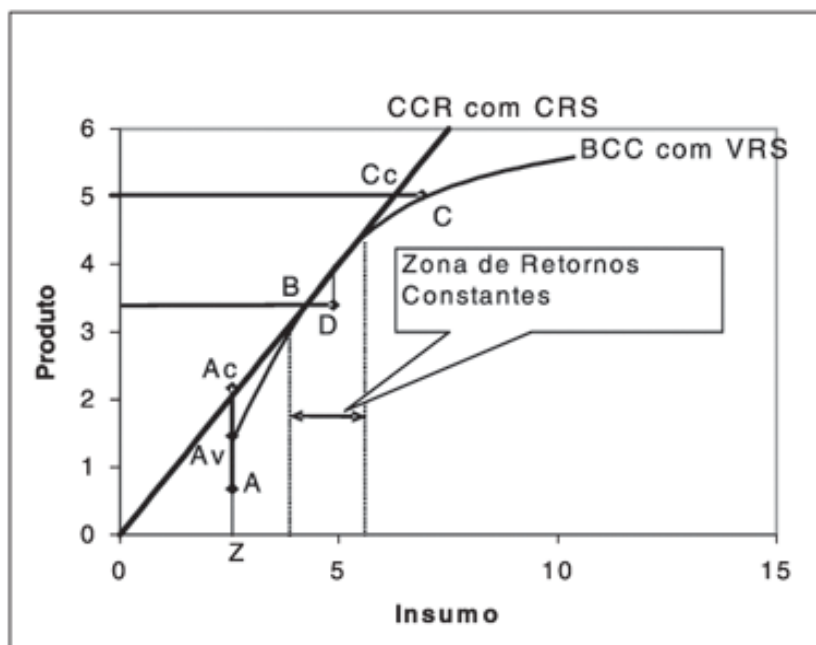
Quadro 3 – Modelos BCC orientados a *inputs* e a *outputs*

Orientado a <i>inputs</i>	Orientado a <i>outputs</i>
$Max Ef_0 = \sum_{j=1}^s u_j y_{j0} + u_*$	$Min Ef_0 = \sum_{i=1}^r v_i x_{i0} + v_*$
<p>Sujeito a:</p> $\sum_{i=1}^r v_i x_{i0} = 1$ $-\sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} + u_* \leq 0, \forall k$ $v_i; u_j \geq 0, u_* \in R$	<p>Sujeito a:</p> $\sum_{i=1}^s u y_{i0} = 1$ $-\sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - v_* \leq 0, \forall k$ $v_i; u_j \geq 0, u_* \in R$
<p>Para: Ef_0 = eficiência da DMU₀; v_i e u_j = pesos de <i>inputs</i> $i, i=1,2, \dots, r$ e <i>outputs</i> $j, j=1,2, \dots, s$; x_{ik} e y_{jk} = <i>inputs</i> i e <i>outputs</i> j da DMU_k, $k = 1,2, \dots, n$; x_{i0} e y_{j0} = <i>inputs</i> i e <i>outputs</i> j da DMU₀.</p>	

Fonte: Adaptado de Leal *et al.* (2018).

O Gráfico 3 apresenta a curva CCR e BCC. Nota-se que o envelope do Modelo BCC (VRS) é formado pelas unidades Av, B e C. No caso do CCR (CRS) é formado pela reta originada na origem que passa pela unidade B. Nota-se que, apesar das DMUs B e C configurarem como eficientes no Modelo BCC, apenas a unidade B se mostra eficiente também com o Modelo CCR. Da mesma maneira a unidade A, que se apresenta ineficiente no Modelo BCC, passa a demonstrar melhoria em seu índice de eficiência no Modelo CCR (PEÑA, 2008).

Gráfico 3 – Curva CCR e BCC



Fonte: Peña (2008, p. 95).

Em relação à eficiência de escala (EFE), as DMUs podem ser classificadas quanto aos retornos de escala (RE) em constantes (CRS), crescentes (IRS) ou decrescentes (DRS). Quando a EFE de uma DMU é igual a 1, estará produzindo retornos constantes de escala (crs). Se a EFT for menor que 1, significa que a DMU está operando com ineficiência de escala, crescente ou decrescente. O Quadro 4 apresenta os efeitos de cada classificação, bem como as ações de mitigação para as DMUs com eficiência técnica (EFT) igual ou diferente de 1 com orientação aos *outputs*.

Quadro 4 – Efeitos e ações quanto à classificação da EFE

Retorno	Efeito na produção	Ações corretivas	
		EFT = 1	EFT < 1
CRS	O aumento da produção ocorre na mesma proporção que o aumento no uso dos insumos	Operação em escala ótima, situação ideal	Elevar a produção reduzindo os insumos
IRS	O aumento no uso dos insumos causa um aumento mais que proporcional na produção	Elevar a produção, mas mantendo as relações de insumo-produto	Reduzir os insumos em excesso e reavaliar a relação insumo-produto

DRS	O aumento no uso dos insumos causa um aumento em menor proporção na produção	Reduzir o nível de produção e aumentar a produtividade dos fatores	Reduzir os insumos em excesso e melhorar a tecnologia para elevar a produtividade
-----	--	--	---

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Santos *et al.* (2015).

Agasisti e Zoido (2019) afirmam que a vantagem principal do DEA é a possibilidade de se utilizar vários produtos e insumos ao mesmo tempo. Este recurso é particularmente importante para instituições de ensino, onde as escolas entregam diferentes tipos de produtos/serviços usando diferentes tipos de insumos, como, por exemplo, recursos humanos e financeiros. Para possibilitar avaliar as mudanças de eficiência entre os períodos de tempo, optou-se pelo Índice de Produtividade de *Malmquist* (IPM) (VISBAL-CADAVID; MARTÍNEZ-GÓMEZ; GUIJARRO, 2017; YANG; WANG, 2016), desenvolvido por Fare *et al.* (1994). O método *Malmquist-DEA* possibilita a medição do crescimento da produtividade total dos fatores (*Total Factor Productivity* – TFP Growth) das DMUs entre os períodos definidos.

Este método utiliza o algoritmo do DEA para construir uma fronteira de produção para os dois períodos analisados, considerando a distância de cada uma das unidades tomadoras de decisão (DMU_0) num período anterior e posterior às duas fronteiras distintas (LOBO *et al.*, 2009). Simar e Wilson (2019) afirmam que os indicadores decorrentes das várias decomposições do índice de *Malmquist* são usados para medir as mudanças na eficiência técnica e de escala, em conjunto com modelos não paramétricos como o DEA.

O cálculo do índice de *Malmquist-DEA* (M_0) é realizado pela média geométrica dos dois índices: o primeiro utiliza como referência a fronteira do período t ; e o segundo a fronteira do período $t+1$, conforme é apresentado no Quadro 5. Dessa forma, caso o valor de M_0 seja maior que 1 ($M_0 > 1$), significa uma evolução da produtividade total dos fatores (Fator de Produtividade Total – FTP) entre os períodos. Um valor menor que 1 ($M_0 < 1$) indica um declínio.

Quadro 5 – Apresentação do índice de *Malmquist*

Índice de <i>Malmquist</i>
$M_0 = \left[\frac{D_0^t(x_0^{t+1}, y_0^{t+1}) D_0^{t+1}(x_0^t, y_0^t)}{D_0^t(x_0^t, y_0^t) D_0^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})} \right]^{1/2}$
<p>Onde:</p> <p>$D_0^t(x_0^t, y_0^t)$ corresponde à medida de eficiência técnica da DMU₀ no período t, obtida com as observações de todas as DMUs no período t, ou seja, $D_0^t(x_0^t, y_0^t) = \theta_0^t$.</p> <p>$D_0^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})$ corresponde à medida de eficiência técnica da DMU₀ no período t+1, obtida com as observações de todas as DMUs no período t+1, ou seja, $D_0^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1}) = \theta_0^{t+1}$.</p> <p>$D_0^t(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})$ 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.</p> <p>$D_0^{t+1}(x_0^t, y_0^t)$ 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.</p>
<p>Em sua forma decomposta, o índice de <i>Malmquist</i> permite separar as fontes de variação de produtividade em dois termos, em que o primeiro termo da equação representa a variação na eficiência técnica e o termo entre colchetes indica a variação da mudança tecnológica, em relação aos dois períodos.</p> $M_0(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = \frac{d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^t(x_t, y_t)} \left[\frac{d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \frac{d_0^t(x_t, y_t)}{d_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2}$

Fonte: Adaptado de Lobo *et al.* (2009).

O Índice *Malmquist* de TFP é composto pelo produto de dois diferentes efeitos: o primeiro é a mudança na eficiência técnica (EFFCH), que analisa o aumento ou a redução da eficiência técnica produtiva ao longo do tempo, ou seja, verifica as melhorias contínuas no processo de produção e nos produtos, dado uma mesma tecnologia (COELLI *et al.*, 2005). A EFFCH também é conhecida como *catch-up* (emparelhamento), que corresponde à capacidade que as DMU's têm de absorver técnicas e conhecimentos no intuito de aumentar seus níveis de produtividade.

O segundo efeito está relacionado à mudança na tecnologia (TECH), que expõe os avanços na produtividade da DMU, devido às inovações tecnológicas, ou seja, utilizando menos insumos (COELLI *et al.*, 2005). Os índices de *Malmquist* podem evidenciar, ao longo do tempo, um padrão mais detalhado de mudanças das unidades analisadas, auxiliando a compreensão mais aprofundada dos estudos de efeito, pois mostram o que exatamente está conduzindo os resultados das DMUs (WITTE; LÓPEZ-TORRES, 2017). Segundo Fare *et al.* (1994), o IPM pode ser calculado em

relação a todo tipo de tecnologia, ou seja, abrange tanto retornos de escala constante (CRS) quanto de escala variáveis (VRS).

3.3 População e amostra

Para Silva e Menezes (2005), população representa a totalidade de indivíduos, objetos, organizações ou empresas que possuem as mesmas características. A amostra é a parte selecionada de acordo com critério(s) definido(s). Sendo assim, a população considerada é composta pelas 64 instituições que compõem a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica no Brasil. Conforme é apresentado no Quadro 6, a amostra utilizada para o estudo, denominada DMUs, será composta pelos 38 (trinta e oito) Institutos Federais, os 2 (dois) Centros Federais de Educação Tecnológica (Celso Suckow da Fonseca – CEFET-RJ e de Minas Gerais – CEFET-MG), o Colégio Pedro II e a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Quadro 6 – Amostra da pesquisa

Nº	DMU	SIGLA
01	Instituto Federal do Acre	IFAC
02	Instituto Federal do Alagoas	IFAL
03	Instituto Federal do Amazonas	IFAM
04	Instituto Federal do Amapá	IFAP
05	Instituto Federal de Brasília	IFB
06	Instituto Federal da Bahia	IFBA
07	Instituto Federal Baiano	IFBAIANO
08	Instituto Federal Catarinense	IFC
09	Instituto Federal do Ceará	IFCE
10	Instituto Federal do Espírito Santo	IFES
11	Instituto Federal Fluminense	IFF
12	Instituto Federal Farroupilha	IFFARROUPILHA
13	Instituto Federal de Goiás	IFG
14	Instituto Federal Goiano	IFGOIANO
15	Instituto Federal do Maranhão	IFMA
16	Instituto Federal de Minas Gerais	IFMG
17	Instituto Federal de Mato Grosso do Sul	IFMS
18	Instituto Federal de Mato Grosso	IFMT
19	Instituto Federal do Norte de Minas Gerais	IFNMG
20	Instituto Federal do Pará	IFPA
21	Instituto Federal da Paraíba	IFPB

22	Instituto Federal de Pernambuco	IFPE
23	Instituto Federal do Piauí	IFPI
24	Instituto Federal do Paraná	IFPR
25	Instituto Federal do Rio de Janeiro	IFRJ
26	Instituto Federal do Rio Grande do Norte	IFRN
27	Instituto Federal de Rondônia	IFRO
28	Instituto Federal de Roraima	IFRR
29	Instituto Federal do Rio Grande do Sul	IFRS
30	Instituto Federal de Sergipe	IFS
31	Instituto Federal de Santa Catarina	IFSC
32	Instituto Federal do Sertão Pernambucano	IFSERTÃO-PE
33	Instituto Federal de São Paulo	IFSP
34	Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais	IFSUDESTE-MG
35	Instituto Federal Sul-riograndense	IFSUL
36	Instituto Federal do Sul de Minas Gerais	IFSULDEMINAS
37	Instituto Federal do Triângulo Mineiro	IFTM
38	Instituto Federal de Tocantins	IFTO
39	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais	CEFET-MG
40	Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro	CEFET-RJ
41	Colégio Pedro II	CPII
42	Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)	UTFPR

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

As Escolas Técnicas vinculadas às Universidades Federais foram excluídas do estudo por não possuírem a mesma estrutura e organização das demais instituições. A escolha da amostra pode ainda ser classificada como intencional, pois a seleção se deu por sua representatividade em relação à população (GIL, 2019).

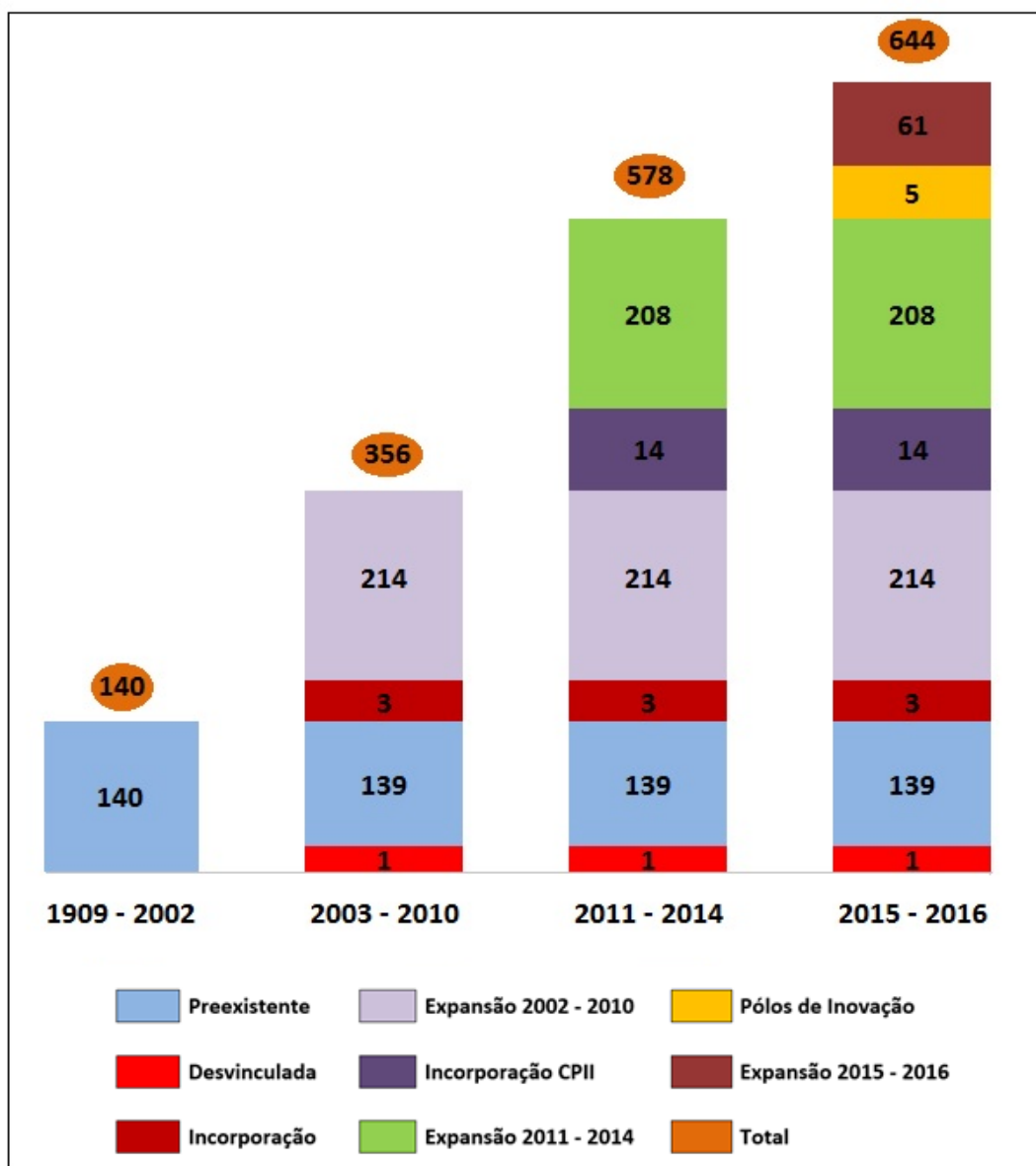
3.4 Unidades de análise

A lei de criação da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica possui pouco mais de doze anos. No entanto, a história das instituições federais de educação profissional que a compõem, iniciou no ano de 1909 com a criação de 19 escolas de Aprendizes e Artífices por Nilo Peçanha, Presidente da República à época, que posteriormente dariam origem aos Centros Federais de Educação Profissional e Tecnológica (Cefets). No final de 2005, o Ministério da Educação (MEC), por meio da Setec, criou o Plano de Expansão da Rede Federal de Educação Profissional, com o intuito de ampliar a presença destas instituições em todo o território nacional (BRASIL, 2018c).

O processo de expansão das instituições federais de educação profissional e tecnológica foi possível devido à revogação pelo Governo Federal, por meio da Lei nº 11.195 de 18 de novembro de 2005, da proibição de criação de novas unidades de ensino profissional federais prevista no § 5º do Art. 3º da Lei nº 8.948 de 8 de dezembro de 1994. Este projeto objetivava melhor distribuição espacial e cobertura das instituições de ensino, ampliando assim, o acesso da população à Educação Profissional e Tecnológica (EPT) no país (BRASIL, 2018c).

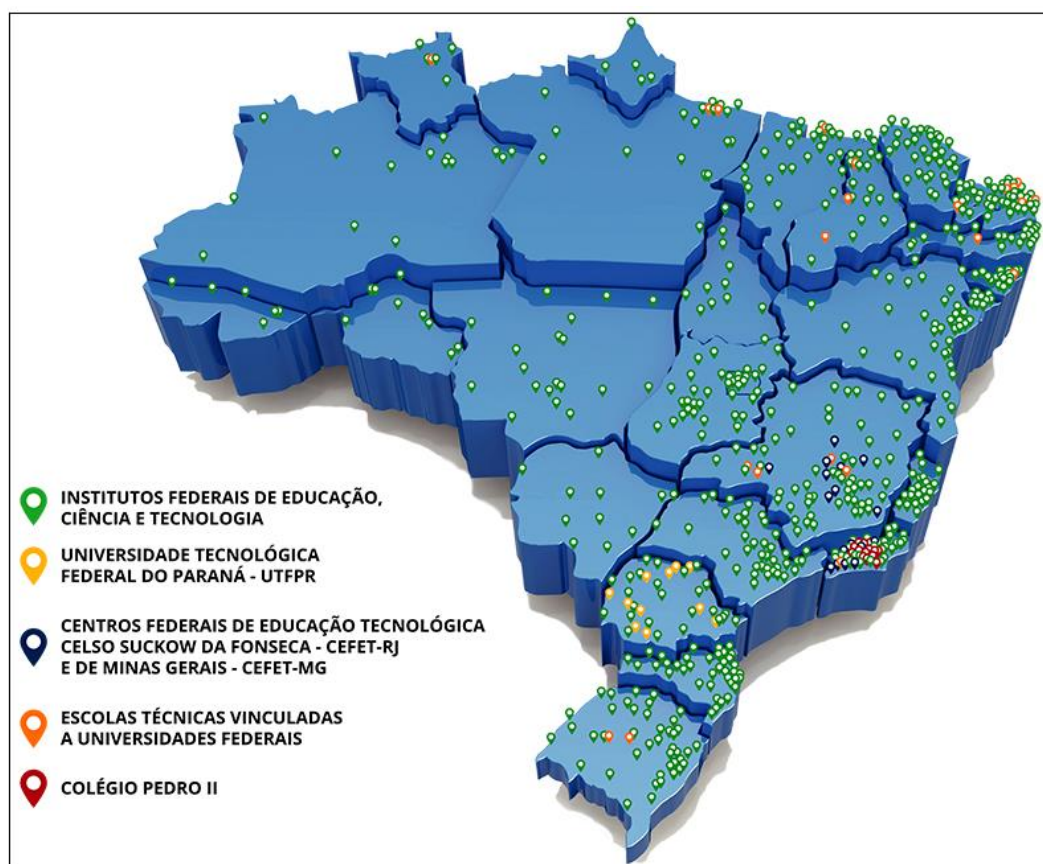
Em 29 de dezembro de 2008, com a Lei nº 11.892, foi instituída a Rede Federal a partir da integração dos 31 Centros Federais de Educação Tecnológica (Cefets), 75 unidades descentralizadas de ensino (Uneds), 39 escolas agrotécnicas, 7 escolas técnicas federais e 8 escolas vinculadas às universidades (BRASIL, 2018c). A FIG. 1 apresenta de forma gráfica a evolução na efetivação de novas unidades em todo o país até 2016.

Figura 1 – Expansão em unidades da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica



Fonte: Adaptado de Brasil (2018c).

Em 2019, a Rede Federal era composta por 38 Institutos Federais, 02 Centros Federais de Educação Tecnológica (Cefet), a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 22 escolas técnicas vinculadas às universidades federais e o Colégio Pedro II. Ao considerar seus respectivos *campi* associados, tem-se no total 661 unidades distribuídas entre as 27 unidades federadas do país (BRASIL, 2020), conforme apresenta a FIG. 2.

Figura 2 – Distribuição das instituições da Rede Federal no Brasil

Fonte: Adaptado de Brasil (2020).

A expansão da rede garantiu sua capilaridade no território nacional que, na visão de Pacheco (2010), possibilitou a proposição de um projeto político-pedagógico inovador, subsidiando o progresso na busca da transformação e inserção dos indivíduos no mundo em constante mudança a se conectar à sociedade produtiva. A implantação desse novo modelo e o significado do papel e da presença do sistema de ensino federal na oferta pública da educação profissional e tecnológica se tornaram um dos atributos de grande importância da Rede Federal.

Essa característica se consolida no desenho de um novo padrão de instituição, os denominados Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (Institutos Federais ou IFs), compostos a partir das experiências, diversidade de modelos e capacidade já contemplada nos Centros Federais de Educação Tecnológica (Cefet), nas escolas técnicas e agrotécnicas federais e nas escolas técnicas pertencentes às universidades federais (BRASIL, 2020). Para possibilitar a oferta da EPT e o desenvolvimento de inovações tecnológicas alinhados às aptidões locais, cada uma

destas instituições possui unidades descentralizadas de ensino (*campus*), garantindo a presença da Rede Federal ao longo de todo o território nacional (BRASIL, 2020).

Segundo o Conselho Nacional das Instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (2020), a Rede Federal possui aproximadamente um milhão de estudantes matriculados em mais de 11,7 mil cursos, dentre eles cursos técnicos de nível médio e cursos superiores de graduação e pós-graduação (especialização, mestrado e doutorado). São ofertados cursos de qualificação profissional de trabalhadores, com foco no treinamento de operadores, condutores e atendentes, dentre outros profissionais que atuam diretamente nas linhas e sistemas de produção e de prestação de serviços (CONIF, 2020).

Todos os cursos da Rede Federal são gratuitos e, de acordo com os dados da Plataforma Nilo Peçanha, mais de 76% dos estudantes pertencem à famílias cuja renda per capita média é menor do que um salário-mínimo e meio. Segundo esses dados, mais de 59% dos discentes se autodeclaram pretos e pardos e mais de 72% possuem entre 15 e 29 anos de idade, formando um público de jovens negros e com baixa renda em sua maioria (CONIF, 2020).

3.5 Definição das variáveis do estudo

Para que o modelo DEA funcione corretamente, além das similaridades entres as unidades selecionadas, é importante que elas produzam bens e serviços semelhantes, por meio dos mesmos insumos (PEÑA, 2008). Por isso é importante que a seleção das variáveis seja realizada de forma adequada (RZĄDZIŃSKI; SWOROWSKA, 2016). Um fator de impacto nos resultados é o número de variáveis utilizadas, como aponta Senra *et al.* (2007): quanto maior este número em relação à quantidade de DMUs analisadas, menor será sua capacidade de ordená-las pela eficiência.

Dessa forma, para evitar este problema, deve-se restringir o número de variáveis usadas. Cooper, Seiford e Tone (2000) observam que o número de DMUs (n) deve ser, no mínimo, três vezes maior que a soma dos *inputs* (i) com os *outputs* (o)

selecionados, ou ainda, maior que a multiplicação entre eles, conforme ilustra a equação 4.1:

$$n \geq \text{máximo} \{3 * (i + o); i * o\} \quad (4.1)$$

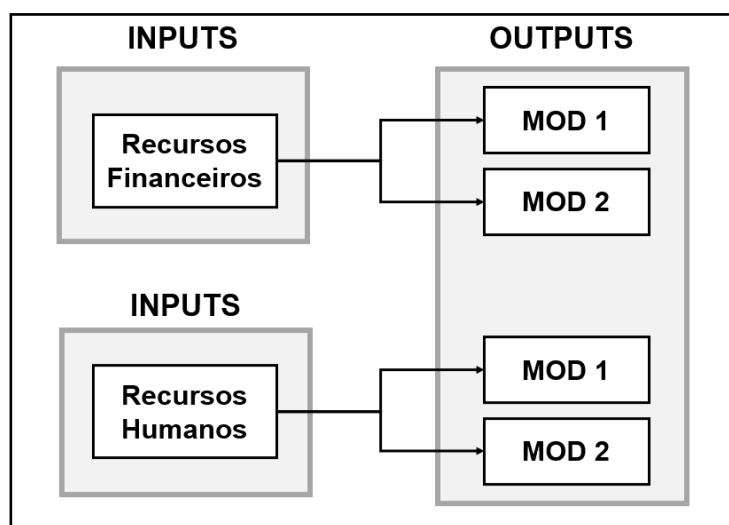
Consoante à literatura apresentada e como forma de avaliar, de forma separada, a eficiência das instituições na alocação de seus recursos financeiros e humanos, foram construídos dois modelos de *outputs*, conforme Quadro 7. Dessa forma, seriam necessárias ao menos 21 DMUs, pois, ao atender o primeiro modelo, que possui dois *inputs* e cinco *outputs* ($n \geq \{3 * (2+5); 2 * 5\}$), o segundo modelo também será contemplado, pois possui menos variáveis.

Quadro 7 – Demonstrativo das variáveis e modelos da pesquisa

Categoria do recurso	Inputs	Outputs	Modelo
Financeiro	<ul style="list-style-type: none"> Gasto total (GAT) Ativo total (ATT) 	<ul style="list-style-type: none"> Nº de vagas ofertadas (VAG) Nº de cursos profissionalizantes (PRO) Nº de cursos superiores (SUP) Nº de cursos de pós-graduação (POS) Nº de projetos de Pesquisa e Extensão e Patentes (PEI) 	MOD 1
Humano	<ul style="list-style-type: none"> Nº de Docentes (DOC) Nº de TAEs (TAE) 		
Financeiro	<ul style="list-style-type: none"> Gasto por matrícula (GCA) Ativo total por matrícula (ATM) 	<ul style="list-style-type: none"> Índice de concluintes por aluno matriculado (RCM) 	MOD 2
Humano	<ul style="list-style-type: none"> Índice titulação docente (TCD) Índice titulação TAE (TCT) 		
Legenda:			
TAE: Técnico-Administrativo em Educação.			

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A FIG. 3 ilustra os modelos propostos para análise da eficiência das instituições de ensino que compõem a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. Na construção do MOD 1, buscou-se representar as soluções/resultados entregues pela instituição para o atendimento às demandas da sociedade e organizações. O MOD 2 refletiu a entrega da mão de obra qualificada para atuar frente às mudanças e avanços tecnológicos.

Figura 3 – Síntese dos modelos propostos de análise da eficiência

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Os recursos humanos foram compostos pelo número de servidores das instituições, agrupados em duas dimensões: docentes e técnicos-administrativos em educação (TAE). Para o cálculo dos respectivos valores, conforme definido pelo Acórdão nº 2.267/2005 – TCU/Plenário, foi considerado como referência o docente de tempo integral (40 horas/semana), com ou sem dedicação exclusiva, convertendo-se proporcionalmente aqueles enquadrados em outros regimes de dedicação, aplicando-se esta regra também aos TAEs. Os regimes de dedicação com seus respectivos pesos são demonstrados no Quadro 8:

Quadro 8 – Regimes de dedicação e pesos de ponderação

Regime de Dedicação	Peso
40 horas/semana	1
30 horas/semana	0,75
25 horas/semana	0,625
20 horas/semana	0,5

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O MOD 2 utiliza índices como variáveis. Dessa forma, foram utilizados os índices de titulação dos docentes e dos TAEs, representando a qualidade técnica do capital humano da instituição. Foram calculados seguindo também os critérios definidos pelo

Acórdão nº 2.267/2005 – TCU/Plenário, utilizando ponderações que variam de 1 a 5, de acordo com a qualificação, conforme apresentado no Quadro 9.

Quadro 9 – Qualificação e pesos de ponderação

Qualificação	Peso
Graduação	1
Aperfeiçoamento	2
Especialização	3
Mestrado	4
Doutorado	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

As variáveis financeiras gasto total (GAT) e ativo total (ATT) representam as despesas e destinação do montante aplicado em bens e direitos pela instituição para cumprimento dos objetivos institucionais, respectivamente. O gasto por matrícula (GCA) representa a despesa média de cada aluno da Instituição, considerando apenas aquelas com pessoal e administrativos, deduzindo-se as despesas com aposentarias e reformas, pensões, sentenças judiciais, despesas com pessoal cedido a outros órgãos, e servidores afastados. A variável Ativo Total por matrícula (ATM) representou o ativo total da instituição dividido por seu total de matrículas no período.

As variáveis de saída, tais como, vagas ofertadas (VAG), cursos profissionalizantes (PRO), cursos superiores (SUP), cursos de pós-graduação (POS), projetos de pesquisa e extensão e patentes (PEI) representam valores absolutos registrados (entregues) pela instituição para cada período avaliado. O índice de concluintes por aluno matriculado (RMC) está entre os indicadores definidos pelo Acórdão nº 2.267/2005 – TCU/Plenário e tem o objetivo de medir a capacidade de êxito do quadro de estudantes da instituição. Ele é obtido dividindo-se o número de estudantes concluintes pelo número total de matrículas atendidas.

3.6 Coleta dos dados

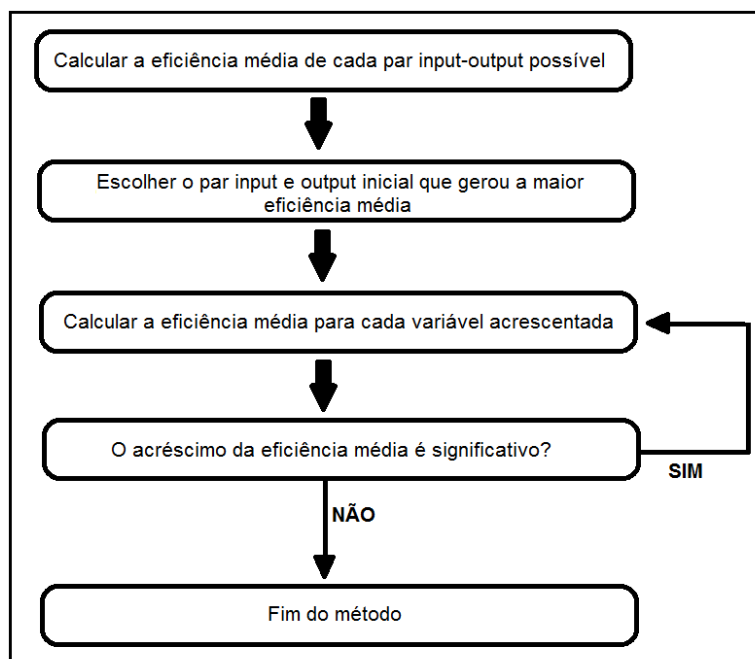
A coleta dos dados se deu por pesquisa documental, utilizando informações que não foram tratadas, possibilitando sua readaptação para aplicação no estudo proposto

(GIL, 2019). Silva e Menezes (2005) complementam que é nesta etapa que se pretende obter a base necessária para o alcance dos objetivos propostos na pesquisa. Os dados e informações referentes às variáveis GAT, DOC, TAE, GCA, VAG, PRO, SUP e POS foram coletados da Plataforma Nilo Peçanha, criada pelo Ministério da Educação. As variáveis ATT, ATM, TCD, TCT, PEI e RCM foram coletadas dos Relatórios Anuais de Análise dos Indicadores de Gestão da Rede Federal e dos Relatórios de Gestão de cada instituição, todos com acesso público. Quando da ausência ou impossibilidade de consolidações pelas fontes citadas, foi enviado pedido por meio oficial a cada DMU, solicitando as informações específicas e a autorização para publicação no estudo.

3.7 Validação das variáveis do estudo

Após a coleta dos dados, foi iniciada a primeira etapa de validação dos *inputs* e *outputs* ao modelo por meio do Método I-O Stepwise Exaustivo Completo, ilustrado na FIG. 4. Inicialmente criado por Norman e Stoker (1991) e aprimorado por Lins e Moreira (1999), este método considera que a seleção de variáveis deve ser baseada na maior relação causal entre *inputs* e *outputs*. Seu foco é aumentar a eficiência média com um número limitado de variáveis, retirando do modelo aquelas que não contribuem para este aumento.

Figura 4 – Etapas do Método I-O Stepwise Exhaustivo Completo



Fonte: Adaptado de Senra *et al.* (2007).

Todas as variáveis foram consideradas no estudo após a aplicação do Método I-O Stepwise Exhaustivo Completo. A próxima etapa consistiu em identificar a presença de *outliers* na amostra dos dados coletados para uma análise mais detalhada, pois eles também influenciam o resultado final (COELLI *et al.*, 2005; SANTOS; CASA NOVA, 2005), existindo grandes chances de serem considerados eficientes quando positivos, o que pode enviesar o resultado dos demais, sendo necessária a sua exclusão caso impacte as outras DMUs.

Dessa forma, foram realizados cálculos estatísticos com auxílio de *software* de planilha eletrônica, para posterior aplicação do teste do escore padronizado (Z_i), conforme equação 4.2, para verificar a existência de *outliers* nos dados coletados da amostra, em que x_i é o *input/output* em análise, \bar{x} é a média total da variável e S o desvio padrão. Para ser considerado um *outlier* o cálculo de Z_i para a respectiva DMU deve ser maior que 3. Novamente todas as variáveis previamente selecionadas foram mantidas para o estudo.

$$Z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{S} \quad (4.2)$$

3.8 Análise dos dados

Como o objetivo do estudo é analisar como as instituições de ensino públicas, estimando metas para produção máxima, o modelo adotado foi DEA-BCC de Banker, Charnes e Cooper (1984). O modelo considera retornos variáveis de escala (VRS), que, segundo Peña e Gomes (2018), é o mais indicado ao setor público que possui organizações operando com retornos crescentes ou decrescentes de escala. No caso de instituições de ensino, estes retornos representam a variação dos resultados entregues em função da mudança dos recursos alocados. O modelo VRS também é indicado por permitir identificar a eficiência, mesmo que as DMUs realizem suas operações em escalas diferentes, uma vez que o tamanho e a escala destas operações podem influenciar a eficiência de uma instituição de ensino (RZAŹZIŃSKI; SWOROWSKA, 2016).

O modelo DEA-BCC é indicado para os casos em que as unidades analisadas não estejam funcionando em escalas ótimas de produção em função de regulamentações governamentais, restrições financeiras, entre outros (COELLI *et al.*, 2005). Belloni (2000) também o considera eficaz quando aplicado às unidades de portes distintos, uma vez que as unidades da Rede Federal possuem grande diversidade em suas estruturas e número de *campus*. O nível de eficiência técnica (EFT) de uma DMU pode variar entre 0 (zero) a 1 (um). No entanto, como forma de classificar as DMUs quanto aos possíveis níveis que podem alcançar, optou-se pelas definições de Ray e Bhadra (1993), conforme Quadro 10.

Quadro 10 – Classificação dos níveis de eficiência

Nível de eficiência	Classificação
EFT = 1	Eficiente
$0,9 \leq \text{EFT} < 1$	Ineficiência Fraca
$0,7 \leq \text{EFT} < 0,9$	Ineficiência moderada
$\text{EFT} < 0,7$	Ineficiência forte

Fonte: Adaptado de Ray & Bhadra (1993).

A orientação escolhida para o modelo foi para os *outputs*, ou seja, na maximização dos resultados entregues, uma vez que a redução nos *inputs* para o caso estudado não será possível. Para a medição da eficiência por meio do DEA-BCC e do Índice de *Malmquist*, foi utilizado o sistema DEAP versão 2.1 (*Data Envelopment Analysis*

Program). Posteriormente os resultados gerados foram lançados em planilhas eletrônicas para construção das tabelas e gráficos.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção serão analisados os resultados referentes à eficiência técnica, principais *benchmarks*, metas de *outputs* das principais DMUs ineficientes e, por fim, os resultados do índice de produtividade de Malmquist (IPM) total e na sua forma decomposta. Após a coleta dos dados referentes às variáveis de cada modelo, foram excluídas 11 (onze) DMUs do MOD 1 e 1 (uma) DMU do MOD 2 por não disporem das informações necessárias para o estudo.

Conforme descrito na metodologia, após a aplicação dos procedimentos para validação das variáveis, foram consideradas 31 DMUs para o MOD 1, com recorte temporal de 2017 a 2019. O MOD 2 será analisado em dois períodos distintos, sendo o primeiro de 2011 a 2015, com 34 DMUs, e o segundo de 2016 a 2019, com 41 DMUs. A Tabela 1 apresenta uma visão geral do número de instituições que compõem a Rede Federal por macrorregião com sua respectiva participação nas amostras. As informações de cada variável utilizada nos modelos, encontram-se nos Apêndices A e B deste documento.

Tabela 1 – Participação por macrorregião na amostra final para os modelos propostos

MACRORREGIÃO	INSTITUIÇÕES DA REDE FEDERAL		MOD 1 - 2017 a 2019		MOD 2 - 2011 a 2015		MOD 2 - 2016 a 2019	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
CENTRO-OESTE	5	12%	5	16%	5	15%	5	12%
NORDESTE	11	26%	9	29%	8	24%	11	27%
NORTE	7	17%	6	19%	7	21%	7	17%
SUDESTE	12	29%	9	29%	9	26%	12	29%
SUL	7	17%	2	6%	5	15%	6	15%
TOTAL	42	100%	31	100%	34	100%	41	100%

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O Apêndice C apresenta a estatística descritiva do comportamento global dos *inputs* e *outputs* do MOD 1. Nota-se que o IFCE possui valores máximos para as variáveis VAG, PRO, SUP, DOC e TAE nos três períodos. Para a variável GAT, esta DMU apresentou os maiores valores em 2018 e 2019. O IFES possui o maior valor total de ativos da amostra para todos os períodos. Os valores mínimos de *outputs* estão entre as DMUs IFAC, IFAC, CPII, IFRR, IFBAIANO e IFBA. Os menores valores de *inputs* estão com as DMUs IFAC, IFAM e IFRR.

A estatística descritiva do MOD 2 se encontra no Apêndice D deste documento. O IFSULDEMINAS possui os maiores valores para o *output* RCM nos anos de 2011 a 2015 e no ano de 2019. Nos anos de 2016 está o IFSP, em 2017 o IFRN e 2018 o IFFARROUPILHA. Os valores mínimos possuem uma variedade de instituições, sendo elas o IFMS (2011 a 2013), IFAC (2014), IFAL (2015), CPII (2016) e UTFPR (2017 a 2019). Os valores máximos da variável TCD estão divididos entre o CEFET-RJ (2011), IFRS (2012 e 2013), UTFPR (2014, 2015, 2017, 2018 e 2019) e CEFET-MG (2016). Para o *input* TCT a UTFPR possui os maiores valores em 2011 e 2012, enquanto o IFGOIANO ocupa esta posição nos demais períodos.

Nos recursos financeiros, a UTFPR possui os maiores valores de gastos totais (GAT) em todos os períodos. Os valores mínimos desta variável estão dispostos entre as DMUs IFPR (2011, 2012 e 2015), IFNMG (2013), IFAP (2014 e 2016), IFRO (2017 e 2018) e IFSULDEMINAS (2019). Para a variável ATM, os valores extremos estão com IFB (2011), IFC (2012, 2013, 2015), IFMS (2014), IFG (2016 e 2019), CPII (2017) e 2018), enquanto os mínimos com IFBA (2011 a 2014), IFAP (2015, 2016 e 2018), IFAC (2017) e IFRS (2019). Por fim, é possível verificar maior dispersão do MOD 2 nos anos de 2011 e 2012 para as variáveis RCM, GCA e ATM, com diferença média entre o maior e menor valor de 50 vezes. Dessa forma, é possível inferir que as instituições passaram a ter maior similaridade em seus resultados para o MOD 2 a partir de 2013.

Quanto à análise das correlações entre as variáveis, as matrizes são apresentadas na Tabela 2. Verifica-se que os *outputs* têm maior correlação com o número de docentes e de TAEs das instituições da amostra, mais especificadamente as variáveis VAG, PRO, SUP e POS. A menor correlação encontrada neste modelo foi dos projetos de pesquisa, extensão e patentes com o gasto corrente total. Este resultado foi identificado no estudo de Prates (2018) que considerou apenas o número de projetos de pesquisa para esta variável.

Tabela 2 – Matriz de correlação entre as variáveis dos modelos

MOD 1									
	OUTPUT					INPUT			
	VAG	PRO	SUP	POS	PEI	DOC	TAE	GAT	ATT
VAG	1,000	0,797**	0,627**	0,461**	0,380**	0,578**	0,601**	0,465**	0,563**
PRO	0,797**	1,000	0,686**	0,412**	0,423**	0,599**	0,643**	0,443**	0,517**
SUP	0,627**	0,686**	1,000	0,488**	0,643**	0,628**	0,514**	0,524**	0,652**
POS	0,461**	0,412**	0,488**	1,000	0,480**	0,523**	0,530**	0,515**	0,402**
PEI	0,380**	0,423**	0,643**	0,480**	1,000	0,397**	0,375**	0,325**	0,406**
DOC	0,578**	0,599**	0,628**	0,523**	0,397**	1,000	0,890**	0,937**	0,788**
TAE	0,601**	0,643**	0,514**	0,530**	0,375**	0,890**	1,000	0,817**	0,686**
GAT	0,465**	0,443**	0,524**	0,515**	0,325**	0,937**	0,817**	1,000	0,797**
ATT	0,563**	0,517**	0,652**	0,402**	0,406**	0,788**	0,686**	0,797**	1,000

MOD 2					
	OUTPUT	INPUT			
		RECURSOS HUMANOS		RECURSOS FINANCEIROS	
	RCM	TCD	TCT	GCA	ATM
RCM	1,000	0,226**	0,248**	0,087	0,032
TCD	0,226**	1,000	0,692**	0,609**	0,057
TCT	0,248**	0,692**	1,000	,594**	0,227**
GCA	0,087	0,609**	0,594**	1,000	0,196**
ATM	0,032	0,057	0,227**	0,196**	1,000

** . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

No entanto, todas as correlações identificadas entre as variáveis do modelo se mostraram positivas, indicando que o aumento dos *inputs* refletirá em aumento também nos *outputs*. Segundo Visbal-Cadavid, Martínez-Gómez e Guijarro (2017), quando existe uma alta correlação entre as variáveis do modelo, supõe-se uma possível redundância entre algumas delas. Sendo assim, sua eliminação não afeta os resultados de eficiência da amostra. Contudo, este fato não foi identificado para as variáveis dos modelos propostos nesta pesquisa, mantendo-os conforme descrito na metodologia.

4.1 Eficiência Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica

As análises da eficiência das instituições da amostra, compostas pela eficiência técnica (EFT), de escala (EFE) e dos retornos de escala, serão divididas em três subseções. A primeira trará os resultados dos modelos 1 e 2 considerando os *inputs* financeiros. A segunda, os *inputs* humanos e, ao final desta seção, será realizada uma discussão com os principais resultados encontrados. Como forma de direcionar a discussão deste estudo para os casos extremos, as instituições que alcançaram a

fronteira de eficiência (EFT = 1,00) e aquelas classificadas com forte ineficiência (EFT < 0,7), conforme Ray & Bhadra (1993), terão seus níveis destacados nos quadros para discussão posterior.

4.1.1 Eficiência na alocação de recursos financeiros

Os resultados obtidos referentes à eficiência na alocação de recursos financeiros das instituições da Rede Federal para a entrega de soluções/resultados, no sentido de atender às demandas da sociedade e organizações (MOD 1) para cada período analisado, estão descritos no Quadro 11. Conforme a classificação definida na metodologia, nota-se que as DMUs IFAC, IFCE, IFES, IFGOIANO, IFMA, IFMS, IFNMG, IFPA, IFPI e IFSULDEMINAS obtiveram nível máximo de eficiência (EFT = 1,00) para todos os períodos. Ainda que o IFAC tenha apresentado, com maior frequência, os menores valores de *inputs* da amostra, conforme análise da estatística descritiva realizada, esta DMU alocou menos recursos em suas operações, sendo considerada eficiente em seus resultados.

No caso do IFCE e IFES, embora tenham apresentado os maiores valores de recursos financeiros consumidos, entregaram os maiores resultados da amostra, estando também na fronteira eficiente. Somadas, as DMUs eficientes representam mais de 32% da amostra. No entanto, ao se considerar as pontuações acima de 0,90 como insignificamente diferentes de 1,00, conforme afirmam Abbott e Doucouliagos (2000), a amostra de unidades identificadas como as melhores práticas, em pelo menos um período, chega a 58% (19 DMUs).

Quadro 11 – Eficiência do MOD 1 na alocação de recursos financeiros

DMU	2017			2018			2019		
	EFT	EFE	RE	EFT	EFE	RE	EFT	EFE	RE
IFAC	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs
IFAL	0,49	1,00	crs	0,54	0,98	irs	0,49	0,99	drs
IFAM	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs	0,78	0,89	drs
IFB	0,96	0,93	irs	0,90	0,95	irs	0,92	1,00	crs
IFBA	0,59	0,73	drs	0,48	0,94	drs	0,49	0,99	drs
IFBAIANO	0,82	0,97	drs	0,81	0,85	drs	1,00	1,00	crs
IFC	1,00	0,99	drs	1,00	0,95	drs	0,75	0,93	drs
IFCE	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs
IFES	1,00	0,80	drs	1,00	0,73	drs	1,00	0,75	drs
IFG	0,61	0,98	irs	0,70	1,00	irs	0,64	0,99	irs
IFGOIANO	1,00	1,00	crs	1,00	0,97	drs	1,00	1,00	crs

IFMA	1,00	0,88	drs	1,00	0,93	drs	1,00	1,00	crs
IFMS	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs
IFMT	0,74	1,00	drs	0,84	0,95	drs	0,70	1,00	irs
IFNMG	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs
IFPA	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs
IFPE	0,63	0,73	drs	0,66	0,75	drs	0,65	0,98	drs
IFPI	1,00	0,98	drs	1,00	0,94	drs	1,00	1,00	drs
IFPR	0,94	0,92	drs	0,89	0,85	drs	0,80	0,98	drs
IFRJ	0,64	0,91	drs	0,74	0,89	drs	1,00	1,00	crs
IFRN	1,00	0,83	drs	1,00	0,79	drs	0,99	0,88	drs
IFRO	1,00	0,94	irs	0,71	1,00	irs	1,00	1,00	crs
IFRR	0,89	0,88	irs	1,00	0,85	irs	0,90	0,79	irs
IFSERTÃO-PE	1,00	1,00	crs	0,95	0,99	irs	1,00	0,98	irs
IFSUDESTE-MG	0,63	1,00	irs	0,71	0,99	irs	0,78	0,99	irs
IFSULDEMINAS	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs
IFTM	1,00	1,00	crs	0,95	0,98	drs	0,91	0,98	drs
IFTO	0,65	0,96	irs	0,67	0,99	irs	0,86	0,98	drs
CEFET-MG	0,68	0,82	drs	0,54	0,81	drs	0,75	0,97	drs
CEFET-RJ	0,66	0,91	drs	0,59	1,00	drs	0,64	1,00	irs
CPII	0,30	0,57	drs	0,40	0,64	drs	0,41	0,65	drs
Eficiência Média	0,85	0,93	-	0,84	0,93	-	0,85	0,96	-

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Considerando que a orientação do modelo DEA-BCC utilizado foi para os *outputs*, significa dizer que, para o conjunto de recursos alocados, as instituições mencionadas fizeram seu uso de forma eficiente. Em contrapartida, as DMUs IFAL, IFBA, IFG, IFPE, CEFET-RJ e CPII demonstram forte ineficiência em sua alocação de recursos nos três períodos avaliados. Quanto à EFT média da amostra, não houve evolução quando comparado o primeiro com o último período, mantendo-se na classificação de ineficiência moderada.

Em relação aos retornos de escala para as 10 DMUs que se destacaram na EFT, somente o IFAC, IFCE, IFMS, IFNMG, IFPA e IFSULDEMINAS apresentaram retornos constantes de escala, mantendo suas operações em escala ótima para os três períodos analisados. Quanto aos IFES e IFPI apresentaram retornos decrescentes de escala, ou seja, o aumento no uso de recursos financeiros, causando um aumento em menor proporção na produção, conforme pode ser verificado no Apêndice A, enquanto o IFMA e o IFGOIANO recuperaram sua produtividade em 2019.

No geral, as operações da amostra se comportaram com retornos decrescentes de escala. Neste caso, segundo Santos *et al.* (2015), a estratégia que as instituições podem adotar é de economia dos insumos financeiros, ao mesmo tempo que melhoram sua tecnologia para elevar a produtividade. O MOD 2 buscou avaliar

eficiência das instituições quanto à entrega da mão de obra qualificada para atuar frente às mudanças e avanços tecnológicos, utilizando a relação de alunos concluintes pelo total de matriculados (RCM) como *output*. Devido à indisponibilidade de dados em todos os anos avaliados, o Quadro 12 apresenta somente os resultados do período de 2011 a 2015 para o conjunto de 34 DMUs.

Quadro 12 – Eficiência do MOD 2 na alocação de recursos financeiros para os períodos de 2011 a 2015

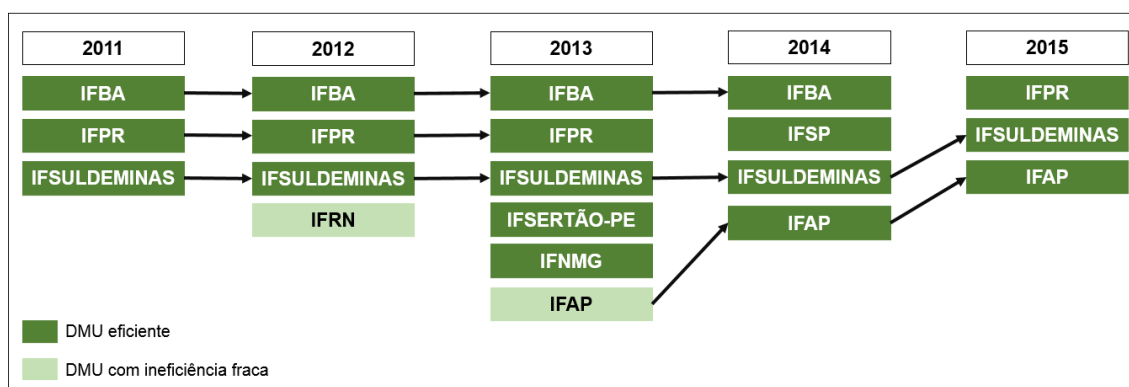
DMU	2011			2012			2013			2014			2015		
	EFT	EFE	RE	EFT	EFE	RE	EFT	EFE	RE	EFT	EFE	RE	EFT	EFE	RE
IFAC	0,06	0,22	drs	0,15	0,34	drs	0,22	0,44	drs	0,06	0,58	drs	0,18	0,94	drs
IFAL	0,12	0,31	drs	0,14	0,29	drs	0,17	0,39	drs	0,06	0,59	drs	0,09	0,93	drs
IFAM	0,23	0,44	drs	0,20	0,55	drs	0,32	0,73	drs	0,12	0,84	drs	0,14	0,91	drs
IFAP	0,21	0,36	drs	0,14	0,37	drs	0,95	0,69	drs	1,00	0,97	irs	1,00	1,00	crs
IFB	0,29	0,36	drs	0,27	0,47	drs	0,55	0,56	drs	0,31	0,72	drs	0,39	0,96	drs
IFBA	1,00	0,84	irs	1,00	0,23	irs	1,00	0,39	irs	1,00	0,21	irs	0,11	0,82	drs
IFBAIANO	0,43	0,26	drs	0,30	0,29	drs	0,48	0,49	drs	0,26	0,56	drs	0,19	0,52	drs
IFC	0,51	0,21	drs	0,50	0,24	drs	0,64	0,28	drs	0,30	0,39	drs	0,28	0,48	drs
IFCE	0,25	0,54	drs	0,12	0,36	drs	0,30	0,51	drs	0,16	0,71	drs	0,14	0,78	drs
IFF	0,14	0,47	drs	0,30	0,44	drs	0,59	0,51	drs	0,09	0,58	drs	0,13	0,92	drs
IFG	0,32	0,37	drs	0,19	0,30	drs	0,44	0,39	drs	0,21	0,41	drs	0,22	0,49	drs
IFGOIANO	0,38	0,43	drs	0,27	0,40	drs	0,36	0,68	drs	0,15	0,58	drs	0,30	0,74	drs
IFMG	0,39	0,40	drs	0,41	0,32	drs	0,66	0,47	drs	0,28	0,70	drs	0,18	0,62	drs
IFMS	0,02	0,81	drs	0,01	0,69	drs	0,09	0,83	drs	0,14	0,41	drs	0,14	0,66	drs
IFMT	0,28	0,41	drs	0,20	0,49	drs	0,30	0,79	drs	0,18	0,74	drs	0,14	0,72	drs
IFNMG	0,29	0,48	drs	0,43	0,55	drs	1,00	0,28	irs	0,18	0,63	drs	0,30	0,85	drs
IFPA	0,13	0,78	drs	0,42	0,47	drs	0,29	0,53	drs	0,28	0,66	drs	0,20	0,87	drs
IFPB	0,21	0,38	drs	0,18	0,34	drs	0,22	0,44	drs	0,08	0,58	drs	0,09	0,78	drs
IFPI	0,31	0,61	drs	0,22	0,75	drs	0,42	1,00	drs	0,16	0,94	irs	0,09	0,87	drs
IFPR	1,00	0,89	irs	1,00	0,63	irs	1,00	0,69	irs	0,19	0,94	irs	1,00	0,74	irs
IFRJ	0,31	0,99	drs	0,29	0,99	irs	0,41	0,97	drs	0,35	0,73	irs	0,23	0,96	drs
IFRN	0,43	0,83	drs	0,96	0,76	drs	0,74	0,61	drs	0,20	0,83	drs	0,18	0,93	drs
IFRO	0,08	0,50	drs	0,08	0,54	drs	0,33	0,72	drs	0,19	0,53	drs	0,22	0,58	drs
IFRR	0,40	0,44	drs	0,34	0,66	drs	0,21	0,58	drs	0,10	0,97	drs	0,21	0,62	drs
IFRS	0,55	0,79	drs	0,33	0,67	drs	0,54	0,77	drs	0,29	0,96	irs	0,26	0,73	drs
IFSERTÃO-PE	0,40	0,74	drs	0,88	0,79	irs	1,00	1,00	crs	0,47	0,73	irs	0,41	0,79	drs
IFSP	0,22	0,99	irs	0,36	0,74	irs	0,57	0,95	irs	1,00	0,26	irs	0,50	0,93	drs
IFSUDESTE-MG	0,55	0,54	drs	0,37	0,80	drs	0,53	0,81	drs	0,26	0,71	drs	0,21	0,83	drs
IFSUL	0,38	0,81	drs	0,47	0,92	irs	0,34	0,98	drs	0,26	0,86	irs	0,10	0,87	drs
IFSULDEMINAS	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs
IFTO	0,17	0,53	drs	0,19	0,57	drs	0,31	0,65	drs	0,21	0,86	drs	0,17	0,77	drs
CEFET-MG	0,38	0,32	drs	0,33	0,31	drs	0,55	0,28	drs	0,28	0,51	drs	0,26	0,88	drs
CEFET-RJ	0,19	0,48	drs	0,27	0,46	drs	0,25	0,56	drs	0,19	0,78	drs	0,27	0,91	drs
UFTPR	0,10	0,39	drs	0,10	0,41	drs	0,16	0,37	drs	0,08	0,64	drs	0,09	0,47	drs
Eficiência Média	0,34	0,56		0,37	0,53		0,50	0,63		0,30	0,68		0,28	0,79	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Nota-se um cenário contrastante no MOD 2 em relação ao MOD1, pois o número de DMUs com níveis abaixo de 0,70 é expressivo. Em média, 87% (30 DMUs)

apresentaram forte ineficiência para o período de 2011 a 2015. Este fato afetou a EFT média da amostra que também se manteve nesta classificação em todos os períodos avaliados. Apenas 8 DMUs apresentaram EFT igual a 1,00 e o movimento delas na fronteira eficiente ao longo dos anos é demonstrado pela FIG. 5.

Figura 5 – Distribuição das DMUs eficientes na alocação de recursos financeiros do MOD 2, período 2011 a 2015



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O IFSULDEMINAS se manteve eficiente nos cinco períodos analisados. Este resultado é reflexo dos altos índices de RCM em relação às demais instituições. O IFPR apresentou resultado muito abaixo no ano de 2014. Ao analisar o Apêndice B, em que constam os valores das variáveis do modelo, é possível perceber que esta instituição, além de apresentar um aumento expressivo nos *inputs* ATM e GCA, apresentou uma redução no valor do *output* (RCM), sendo recuperados no ano seguinte, retornando à fronteira eficiente. O mesmo aconteceu com o IFBA para o ano de 2015.

O IFNMG apresentou uma redução do RCM em 2013, mas o fato de também ter reduzidos seus *inputs*, fez com que atingisse a fronteira neste ano. O IFSERTÃO-PE apresentou aumento dos *inputs* com redução do *output* no ano de 2013, mas seu valor de RCM está entre os maiores da amostra para este período, fazendo com que alcançasse a eficiência. Isto ocorre porque o método DEA avalia a eficiência da DMU em relação aos resultados da amostra e não em relação às metas previamente estabelecidas.

Logo, o comportamento da amostra é o responsável por regular os valores alvos de eficiência. As DMUs IFRN e IFSP também se enquadram no caso do IFSERTÃO-PE. O IFAP também se enquadra nestes casos, mas apenas no período de 2015. Nos demais sua eficiência foi resultado da redução dos *inputs* com aumento da produtividade. Conforme já mencionado, o fato de incluir novas DMUs na amostra afeta os níveis de eficiência das demais. O Quadro 13 apresenta o novo cenário a partir do período de 2016 com a inclusão de sete novas instituições. Desta vez, cerca de 32 (79%) DMUs tiveram sua eficiência técnica menor que 0,70 em ao menos um período.

Quadro 13 – Eficiência do MOD 2 na alocação de recursos financeiros para os períodos de 2016 a 2019

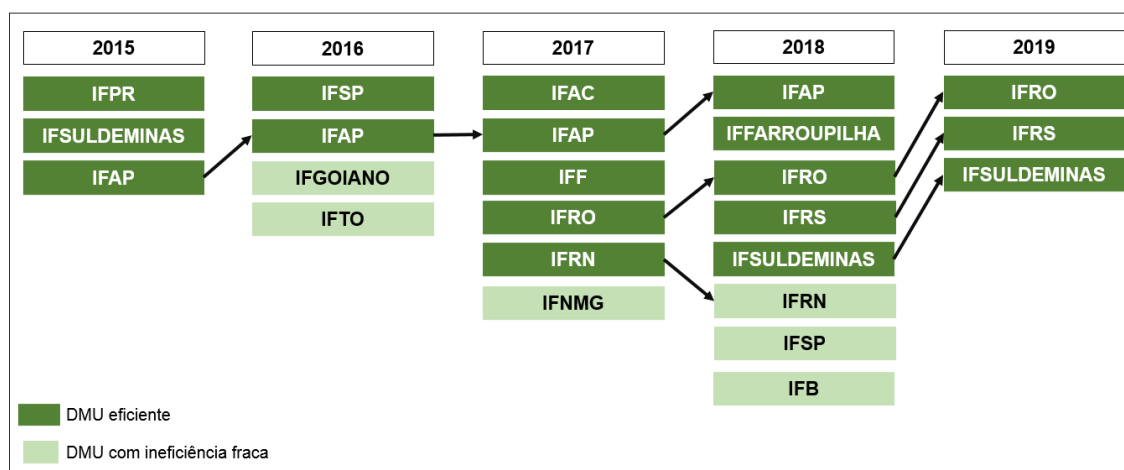
DMU	2016			2017			2018			2019		
	EFT	EFE	RE	EFT	EFE	RE	EFT	EFE	RE	EFT	EFE	RE
IFAC	0,34	0,94	drs	1,00	0,93	irs	0,58	0,88	drs	0,26	0,86	drs
IFAL	0,34	0,90	irs	0,48	0,74	drs	0,49	0,88	drs	0,24	0,87	drs
IFAM	0,49	0,80	irs	0,43	0,97	drs	0,47	0,91	drs	0,34	0,67	drs
IFAP	1,00	0,77	irs	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs	0,35	0,87	irs
IFB	0,48	0,86	irs	0,50	0,98	drs	0,91	0,78	irs	0,37	0,99	drs
IFBA	0,39	0,86	irs	0,37	0,89	drs	0,54	0,94	irs	0,16	0,90	drs
IFBAIANO	0,45	0,91	drs	0,43	0,84	drs	0,70	0,85	drs	0,54	0,90	drs
IFC	0,51	0,97	irs	0,60	0,71	drs	0,54	0,80	drs	0,30	0,68	drs
IFCE	0,51	0,87	irs	0,47	0,89	drs	0,81	0,86	irs	0,48	0,88	irs
IFES	0,47	0,85	drs	0,55	0,65	drs	0,81	0,85	drs	0,40	0,66	drs
IFF	0,56	0,80	irs	1,00	0,57	irs	0,52	0,93	drs	0,37	0,78	drs
IFFARROUPILHA	0,53	0,86	drs	0,64	0,76	drs	1,00	0,79	drs	0,35	0,76	drs
IFG	0,38	0,85	drs	0,40	0,62	drs	0,62	0,71	drs	0,21	0,49	drs
IFGOIANO	0,92	0,89	irs	0,66	0,81	drs	0,35	0,95	drs	0,22	0,92	drs
IFMA	0,42	0,83	irs	0,45	0,93	drs	0,48	0,88	drs	0,34	0,95	drs
IFMG	0,43	0,96	irs	0,61	0,79	drs	0,57	0,82	drs	0,60	0,83	drs
IFMS	0,60	0,85	irs	0,54	0,81	drs	0,55	0,92	drs	0,36	0,94	drs
IFMT	0,46	0,89	irs	0,48	0,94	drs	0,54	0,93	drs	0,44	0,90	drs
IFNMG	0,54	0,97	irs	0,90	0,85	drs	0,52	0,99	drs	0,35	1,00	irs
IFPA	0,86	0,89	irs	0,36	0,98	irs	0,65	0,89	drs	0,26	0,86	drs
IFPB	0,15	0,97	irs	0,25	0,83	drs	0,31	0,97	drs	0,24	0,97	drs
IFPE	0,31	0,96	irs	0,34	0,92	drs	0,66	0,93	drs	0,21	0,91	drs
IFPI	0,55	0,86	irs	0,68	0,97	drs	0,66	0,98	irs	0,37	0,97	drs
IFPR	0,56	0,98	irs	0,83	0,86	drs	0,67	0,95	irs	0,31	0,98	drs
IFRJ	0,35	0,88	irs	0,54	0,96	irs	0,65	0,90	drs	0,24	0,80	drs
IFRN	0,56	0,91	irs	1,00	1,00	crs	0,95	1,00	irs	0,87	0,93	drs
IFRO	0,41	0,98	drs	1,00	0,85	irs	1,00	0,71	irs	1,00	0,48	irs
IFRR	0,26	0,72	drs	0,41	0,53	drs	0,84	0,66	drs	0,44	0,61	drs
IFRS	0,43	0,99	drs	0,74	0,86	drs	1,00	0,88	drs	1,00	1,00	crs
IFS	0,18	0,88	drs	0,62	0,71	drs	0,50	0,76	drs	0,15	0,66	drs
IFSERTÃO-PE	0,73	0,83	drs	0,58	0,74	drs	0,82	0,84	drs	0,29	0,84	drs
IFSP	1,00	1,00	crs	0,86	0,89	drs	0,93	0,92	drs	0,80	0,92	drs
IFSUDESTE-MG	0,28	0,91	drs	0,44	0,79	drs	0,65	0,95	drs	0,24	0,83	drs
IFSUL	0,36	0,93	drs	0,26	0,80	drs	0,62	0,92	drs	0,24	0,89	drs
IFSULDEMINAS	0,59	0,93	irs	0,68	0,79	irs	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs
IFTM	0,37	0,80	drs	0,54	0,71	drs	0,69	0,84	drs	0,29	0,82	drs

IFTO	0,90	0,78	irs	0,39	0,98	drs	0,53	0,99	irs	0,26	1,00	drs
CEFET-MG	0,22	0,83	drs	0,36	0,77	drs	0,50	0,83	drs	0,25	0,81	drs
CEFET-RJ	0,12	0,94	drs	0,18	0,91	drs	0,29	0,98	drs	0,10	1,00	crs
CPII	0,12	0,64	drs	0,81	0,42	drs	0,76	0,49	drs	0,32	0,50	drs
UFTPR	0,17	0,48	drs	0,14	0,53	drs	0,16	0,72	drs	0,09	0,63	drs
Eficiência Média	0,47	0,87		0,57	0,82		0,65	0,87		0,38	0,83	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Quando comparado ao Quadro 12, é possível perceber uma redução no número de DMUs com forte ineficiência, fazendo com que a média da amostra apresente uma melhora, mas mantendo-se ainda nesta classificação. Nota-se que o IFAP se manteve eficiente até o ano de 2018, no entanto o ano de 2019 apresenta apenas o IFRO, IFRS e IFSULDEMINAS como eficientes, conforme demonstrado na FIG. 6. Conforme pode ser observado no Apêndice B, as DMUs foram consideradas eficientes devido ao aumento de sua produtividade (RCM), com exceção apenas para o IFRO no ano de 2018, período em que, mesmo com redução no *output*, ainda apresentou um bom resultado.

Figura 6 – Distribuição das DMUs eficientes na alocação de recursos financeiros do MOD 2, período 2015 a 2016

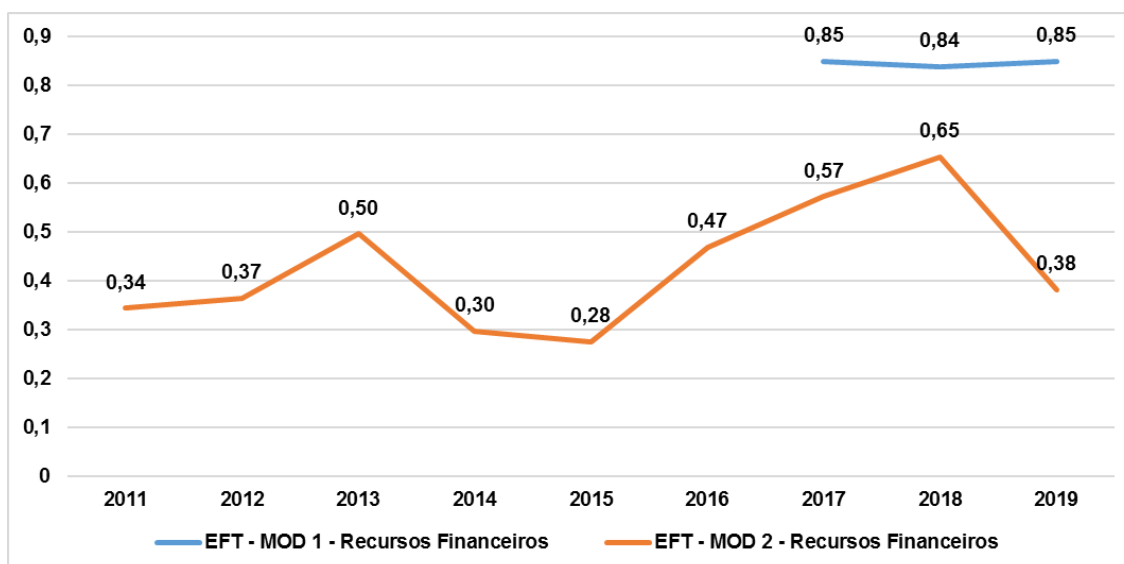


Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Comparando os dois modelos, nota-se que o IFSULDEMINAS se destacou em todos os períodos do MOD 1 e em sete dos nove períodos avaliados no MOD 2. Quanto às macrorregiões, o Sudeste apresentou maior número de instituições eficientes para os períodos avaliados, seguido do Nordeste e Norte. Em relação aos retornos de escala, o destaque é novamente do IFSULDEMINAS, seguido do IFAP e IFRN. As operações da amostra se comportaram, em sua maioria, com retornos decrescentes de escala

também para estes períodos. Ao analisar a eficiência média dos modelos, conforme descrito na Gráfico 4, é possível perceber maior desempenho no MOD 1.

Gráfico 4 – Eficiência técnica média dos modelos na alocação dos recursos financeiros



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Os *outputs* propostos pelo MOD 1 tiveram o objetivo de avaliar como a Rede Federal entrega o ensino, a pesquisa, a extensão e a inovação. Dessa forma, no que diz respeito à alocação de recursos financeiros, as instituições da rede demonstraram ser mais eficientes em atender às demandas da sociedade e das organizações no que tange a estas atividades das instituições avaliadas. Já o MOD 2 utilizou como saída a relação dos alunos concluintes por matrículas ativas no período, medindo a capacidade destas instituições de entregar profissionais qualificados. Os resultados deste modelo demonstram baixos níveis de alunos diplomados, sendo necessário identificar quais fatores estão afetando o desempenho destes alunos e/ou causando sua evasão.

4.1.2 Eficiência na alocação de recursos humanos

Os resultados obtidos referentes à eficiência na alocação de recursos humanos das instituições da Rede Federal para entregar soluções/resultados, definidos no MOD 1, estão descritos no Quadro 14. É possível perceber algumas mudanças na produção das DMUs em relação à alocação dos recursos financeiros apresentada

anteriormente. Somente o IFAC, IFCE, IFES, IFGOIANO, IFMA, IFNMG e IFSULDEMINAS obtiveram nível de eficiência igual a 1,00 para todos os períodos. Representando pouco mais de 22% da amostra, mesmo considerando as pontuações de eficiência acima de 0,90 como insignificamente diferentes de 1,00, apenas os IFPA, IFPI e IFSERTÃO-PE se mantêm nesta posição.

Quadro 14 – Eficiência do MOD 1 na alocação de recursos humanos

DMU	2017			2018			2019		
	EFT	EFE	RE	EFT	EFE	RE	EFT	EFE	RE
IFAC	1,00	0,74	irs	1,00	0,62	irs	1,00	0,76	irs
IFAL	1,00	0,97	irs	1,00	0,96	irs	0,71	0,96	irs
IFAM	1,00	0,70	drs	0,94	0,86	drs	0,83	0,85	drs
IFB	0,77	0,98	irs	0,77	0,89	irs	0,61	0,94	drs
IFBA	0,61	0,73	drs	0,51	1,00	crs	0,55	1,00	irs
IFBAIANO	0,79	0,96	drs	0,76	0,82	drs	1,00	0,94	drs
IFC	0,98	0,88	drs	1,00	0,87	drs	0,73	0,89	drs
IFCE	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs
IFES	1,00	0,77	drs	1,00	0,76	drs	1,00	0,78	drs
IFG	0,76	0,97	irs	0,79	0,98	irs	0,73	0,98	irs
IFGOIANO	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs
IFMA	1,00	0,80	drs	1,00	0,89	drs	1,00	0,93	drs
IFMS	0,87	0,95	irs	0,98	0,92	irs	0,84	1,00	drs
IFMT	0,82	1,00	irs	0,88	0,97	drs	0,74	0,99	irs
IFNMG	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs
IFPA	1,00	1,00	crs	1,00	0,99	drs	0,95	0,90	drs
IFPE	0,61	0,79	drs	0,60	0,85	drs	0,68	0,92	drs
IFPI	0,95	0,80	drs	0,95	0,84	drs	0,90	0,87	drs
IFPR	0,89	0,85	drs	0,82	0,88	drs	0,80	0,97	drs
IFRJ	0,62	0,79	drs	0,71	0,88	drs	0,87	0,90	drs
IFRN	1,00	0,82	drs	1,00	0,80	drs	1,00	0,86	drs
IFRO	0,72	1,00	drs	0,65	0,96	irs	0,90	0,99	irs
IFRR	1,00	0,89	irs	1,00	0,92	irs	1,00	0,93	irs
IFSERTÃO-PE	1,00	0,91	irs	1,00	0,85	irs	0,98	0,90	irs
IFSUDESTE-MG	0,61	0,99	drs	0,67	0,98	drs	0,71	1,00	drs
IFSULDEMINAS	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs
IFTM	0,97	0,93	irs	0,89	0,93	irs	0,87	0,92	irs
IFTO	0,64	0,98	irs	0,68	0,89	irs	0,68	0,98	irs
CEFET-MG	0,80	0,91	drs	0,65	0,98	drs	0,78	0,99	drs
CEFET-RJ	0,77	0,93	drs	0,75	0,99	irs	0,77	0,94	irs
CPII	0,31	0,78	drs	0,47	0,80	drs	0,45	0,85	drs
Eficiência Média	0,85	0,90		0,85	0,92		0,84	0,93	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

As DMUs CPII, IFBA, IFPE e IFTO apresentaram forte ineficiência nos três períodos avaliados, ou seja, com maior volume de recursos produziram menores resultados que as demais. Os IFB, IFRJ, IFRO, IFSUDESTE-MG e CEFET-MG apresentaram ineficiência ao menos em algum período. Novamente a eficiência técnica média da amostra se manteve na classificação de ineficiência moderada durante os períodos.

Entre as DMUs que se destacaram na EFT, somente o IFCE, IFGOIANO, IFNMG e IFSULDEMINAS apresentaram retornos constantes de escala, mantendo suas operações em escala ótima para os três períodos analisados. Novamente as instituições da Rede Federal apresentaram, em sua maioria, retornos decrescentes de escala em sua produção. Ao avaliar o MOD 2, o cenário de forte ineficiência permanece também quando foco é na alocação dos recursos humanos para o período de 2011 a 2015, conforme é demonstrado no Quadro 15.

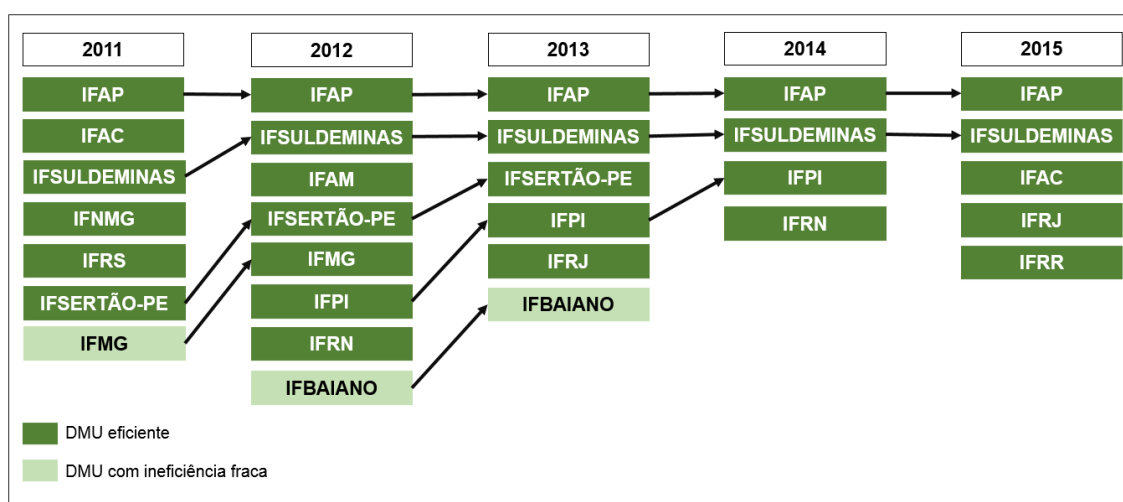
Quadro 15 – Eficiência do MOD 2 na alocação de recursos humanos nos períodos de 2011 a 2015

DMU	2011			2012			2013			2014			2015		
	EFT	EFE	RE	EFT	EFE	RE	EFT	EFE	RE	EFT	EFE	RE	EFT	EFE	RE
IFAC	1,00	0,12	irs	0,21	0,96	irs	0,23	1,00	crs	0,09	0,84	irs	1,00	0,20	irs
IFAL	0,12	0,66	drs	0,17	0,99	irs	0,18	0,91	drs	0,07	0,97	irs	0,10	0,90	irs
IFAM	0,27	0,94	irs	1,00	0,43	irs	0,45	0,95	irs	0,24	0,66	irs	0,26	0,66	irs
IFAP	1,00	0,39	irs	1,00	0,44	irs	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs	1,00	0,94	irs
IFB	0,29	0,68	drs	0,36	0,95	irs	0,56	0,89	drs	0,37	0,95	irs	0,47	0,91	irs
IFBA	0,19	0,68	drs	0,13	0,99	drs	0,23	0,85	drs	0,12	0,95	irs	0,13	0,92	irs
IFBAIANO	0,61	0,86	irs	0,99	0,65	irs	0,58	0,98	irs	0,32	0,88	drs	0,23	0,97	irs
IFC	0,51	0,83	drs	0,61	0,97	drs	0,66	0,79	drs	0,31	0,98	irs	0,29	0,99	irs
IFCE	0,25	0,64	drs	0,14	0,98	irs	0,31	0,91	drs	0,18	0,96	irs	0,16	0,94	irs
IFF	0,14	0,68	drs	0,35	0,97	irs	0,62	0,95	drs	0,10	0,95	irs	0,15	0,90	irs
IFG	0,32	0,91	drs	0,39	0,89	irs	0,45	0,79	drs	0,24	0,94	drs	0,30	0,95	irs
IFGOIANO	0,38	0,88	drs	0,27	0,93	drs	0,36	0,81	drs	0,15	0,96	drs	0,30	1,00	irs
IFMG	0,96	0,50	irs	1,00	0,87	irs	0,69	0,98	drs	0,36	0,96	drs	0,32	0,88	irs
IFMS	0,02	0,68	drs	0,02	0,99	crs	0,09	0,87	drs	0,15	0,97	irs	0,16	0,92	irs
IFMT	0,28	0,84	drs	0,35	0,95	irs	0,33	0,99	irs	0,23	0,89	drs	0,16	0,93	irs
IFNMG	1,00	0,37	irs	0,82	1,00	crs	0,40	0,79	irs	0,62	0,57	irs	0,36	0,90	irs
IFPA	0,13	0,68	drs	0,55	0,98	irs	0,31	0,95	drs	0,34	0,94	irs	0,26	0,88	irs
IFPB	0,21	0,58	drs	0,18	1,00	crs	0,22	0,81	drs	0,08	1,00	crs	0,09	0,97	irs
IFPI	0,77	0,50	irs	1,00	0,43	irs	1,00	0,68	irs	1,00	0,32	irs	0,13	0,84	irs
IFPR	0,37	0,60	drs	0,41	0,96	drs	0,46	0,85	drs	0,17	0,99	irs	0,52	0,96	irs
IFRJ	0,78	0,50	irs	0,53	1,00	crs	1,00	0,72	irs	0,48	0,69	irs	1,00	0,42	irs
IFRN	0,43	0,66	drs	1,00	1,00	crs	0,76	0,91	drs	1,00	0,30	irs	0,21	0,95	irs
IFRO	0,08	1,00	crs	0,13	0,90	irs	0,35	0,95	drs	0,24	0,93	irs	0,31	0,84	irs
IFRR	0,40	1,00	crs	0,48	1,00	irs	0,22	1,00	crs	0,13	1,00	crs	1,00	0,36	irs
IFRS	1,00	0,77	irs	0,56	0,89	drs	0,54	0,77	drs	0,28	0,96	drs	0,33	0,97	irs
IFSERTÃO-PE	1,00	0,50	irs	1,00	1,00	-	1,00	0,94	irs	0,50	0,81	irs	0,53	0,90	irs
IFSP	0,18	0,58	drs	0,19	0,97	drs	0,38	0,79	drs	0,15	1,00	irs	0,45	0,98	irs
IFSUDESTE-MG	0,65	0,94	irs	0,63	0,89	drs	0,55	0,79	drs	0,29	0,97	irs	0,22	0,97	irs
IFSUL	0,38	1,00	crs	0,65	0,93	drs	0,31	0,84	drs	0,20	0,97	irs	0,11	0,95	irs
IFSULDEMINAS	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	-	1,00	0,81	drs	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs
IFTO	0,24	0,86	irs	0,60	0,67	irs	0,32	0,97	drs	0,28	1,00	irs	0,23	0,86	irs
CEFET-MG	0,38	0,57	drs	0,33	0,91	drs	0,55	0,83	drs	0,29	0,99	irs	0,26	0,99	irs
CEFET-RJ	0,19	0,83	drs	0,35	0,95	drs	0,26	0,77	drs	0,22	0,92	drs	0,35	0,96	irs
UFTPR	0,10	0,62	drs	0,10	0,95	drs	0,16	0,78	drs	0,08	0,92	drs	0,09	0,96	drs
Eficiência Média	0,46	0,70		0,51	0,89		0,49	0,87		0,33	0,89		0,36	0,87	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O número de DMUs com níveis abaixo de 0,70 sofreu uma redução em relação à análise na alocação dos recursos financeiros: antes representavam 87% da amostra, agora somam 80%, aproximadamente. Dessa forma, dada a qualificação do corpo docente e do corpo técnico existente, estas instituições entregaram os menores índices de RCM para os períodos avaliados, conforme é observado no Apêndice B. Como consequência, a média geral da Rede Federal também se manteve com ineficiência forte em todos os períodos avaliados. Desta vez, 12 DMUs apresentaram EFT igual a 1,00 em pelo menos um dos períodos analisados, conforme é demonstrado pela FIG. 7.

Figura 7 – Distribuição das DMUs eficientes na alocação de recursos humanos do MOD 2, período 2011 a 2015



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Somente o IFAP e o IFSULDEMINAS se mantiveram na fronteira eficiente para os cinco períodos. As DMUs IFAC, IFPI, IFSERTÃO-PE, IFRJ, IFRN e IFMG se destacaram em dois ou mais períodos. Os IFNMG, IFRS, IFAM, IFBAIANO e IFRR apresentaram eficiência produtiva em apenas um único período. Nos demais, os valores de RCM se demonstraram abaixo do esperado. Em relação aos anos de 2016 a 2019, o número de DMUs com forte ineficiência ao menos em um período caiu para 30 (cerca de 74%), conforme é apresentado no Quadro 16. Esta evolução não afetou de forma significativa os níveis de eficiência média, apresentando ainda uma queda em 2019.

Quadro 16 – Eficiência do MOD 2 na alocação de recursos humanos nos períodos de 2016 a 2019

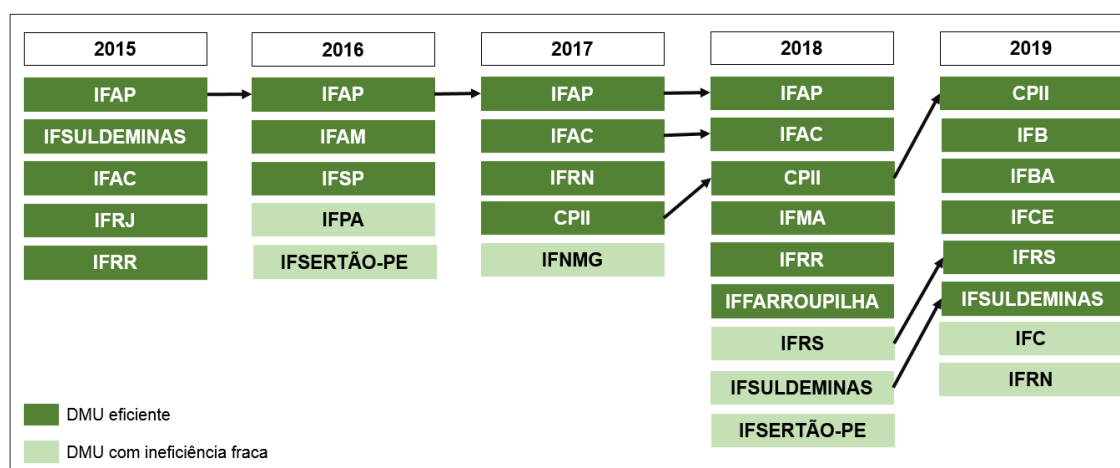
DMU	2016			2017			2018			2019		
	EFT	EFE	RE	EFT	EFE	RE	EFT	EFE	RE	EFT	EFE	RE
IFAC	0,58	0,70	irs	1,00	0,92	irs	1,00	0,65	irs	0,26	0,95	irs
IFAL	0,33	0,93	irs	0,56	1,00	crs	0,60	0,96	irs	0,28	0,95	irs
IFAM	1,00	0,38	irs	0,49	0,99	irs	0,60	0,89	irs	0,37	0,98	irs
IFAP	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs	1,00	1,00	crs	0,28	0,93	irs
IFB	0,42	0,88	irs	0,53	1,00	drs	0,60	1,00	drs	1,00	0,64	irs
IFBA	0,33	0,90	irs	0,39	1,00	irs	0,49	1,00	irs	1,00	0,18	irs
IFBAIANO	0,47	0,96	irs	0,48	0,98	drs	0,76	0,98	irs	0,66	0,82	irs
IFC	0,47	0,98	drs	0,60	0,97	drs	0,53	0,99	drs	0,95	0,38	irs
IFCE	0,45	0,88	irs	0,49	1,00	irs	0,62	1,00	drs	1,00	0,43	irs
IFES	0,48	1,00	drs	0,55	0,93	drs	0,79	0,98	drs	0,45	0,95	irs
IFF	0,42	0,88	irs	0,50	1,00	irs	0,53	1,00	irs	0,77	0,64	irs
IFFARROUPILHA	0,54	0,99	drs	0,66	0,99	drs	1,00	1,00	crs	0,43	0,92	irs
IFG	0,48	0,98	drs	0,45	0,97	drs	0,71	0,99	irs	0,25	0,93	irs
IFGOIANO	0,72	0,98	drs	0,66	0,90	drs	0,33	0,95	drs	0,21	0,98	irs
IFMA	0,49	0,75	irs	0,58	0,94	irs	1,00	0,54	irs	0,32	0,95	irs
IFMG	0,52	0,97	drs	0,68	0,98	drs	0,63	0,99	irs	0,62	0,98	irs
IFMS	0,56	0,84	irs	0,58	1,00	irs	0,56	0,99	drs	0,40	0,91	irs
IFMT	0,43	0,88	irs	0,52	1,00	irs	0,54	0,97	irs	0,41	0,98	irs
IFNMG	0,66	0,84	irs	0,93	0,96	drs	0,51	0,98	drs	0,38	0,93	irs
IFPA	0,94	0,80	irs	0,40	0,99	irs	0,76	0,94	irs	0,31	0,90	irs
IFPB	0,15	0,98	irs	0,25	1,00	crs	0,28	1,00	crs	0,24	0,93	irs
IFPE	0,35	0,88	irs	0,40	0,99	drs	0,72	0,97	irs	0,32	0,67	irs
IFPI	0,61	0,75	irs	0,69	1,00	irs	0,62	1,00	drs	0,39	0,88	irs
IFPR	0,56	0,96	irs	0,84	0,96	drs	0,60	0,98	drs	0,35	0,93	irs
IFRJ	0,41	0,93	drs	0,47	0,97	drs	0,59	0,99	irs	0,26	0,88	irs
IFRN	0,51	0,93	irs	1,00	1,00	crs	0,88	1,00	drs	0,90	0,97	irs
IFRO	0,64	0,75	irs	0,89	0,99	irs	0,61	1,00	drs	0,39	1,00	crs
IFRR	0,46	0,78	irs	0,47	0,99	irs	1,00	0,95	irs	0,48	0,97	irs
IFRS	0,56	0,95	drs	0,71	0,96	drs	0,90	0,97	drs	1,00	0,88	irs
IFS	0,20	1,00	drs	0,65	0,99	drs	0,53	0,99	irs	0,20	0,87	irs
IFSERTÃO-PE	0,97	0,85	irs	0,64	0,99	irs	0,91	0,97	irs	0,31	0,97	irs
IFSP	1,00	1,00	crs	0,85	0,99	drs	0,86	0,99	irs	0,72	0,98	irs
IFSUDESTE-MG	0,28	1,00	crs	0,44	0,92	drs	0,60	0,98	drs	0,24	0,98	irs
IFSUL	0,39	0,96	irs	0,25	0,99	drs	0,54	0,99	drs	0,25	0,89	irs
IFSULDEMINAS	0,50	0,99	drs	0,50	0,92	drs	0,95	0,96	drs	1,00	1,00	crs
IFTM	0,37	1,00	crs	0,54	0,95	drs	0,67	0,98	drs	0,29	0,98	irs
IFTO	0,71	0,84	irs	0,39	0,98	drs	0,53	0,99	drs	0,27	0,93	irs
CEFET-MG	0,22	0,93	drs	0,36	0,90	drs	0,47	0,94	drs	0,22	0,98	drs
CEFET-RJ	0,15	0,97	drs	0,19	0,99	drs	0,26	1,00	crs	0,09	1,00	crs
CPII	0,16	0,87	irs	1,00	1,00	crs	1,00	0,97	irs	1,00	0,40	irs
UFTPR	0,17	0,93	drs	0,14	0,90	drs	0,15	0,91	drs	0,08	0,95	drs
Eficiência Média	0,50	0,90		0,58	0,97		0,66	0,96		0,47	0,86	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

É possível perceber que, em média, 5 DMUs (cerca de 12% da amostra) alcançaram a fronteira eficiente, porém nenhuma se manteve para todos os períodos avaliados como ocorreu nos resultados anteriores. Em relação às DMUs ineficientes, destacam-se negativamente o IFPI, IFMS, IFMG, IFMT, IFRJ, IFSUL, IFTM, IFAL, IFSUDESTE-MG, CEFET-MG, IFS, UFTPR, IFPB e CEFET-RJ com níveis de EFT abaixo de 0,70

para todos os quatro períodos. As instituições eficientes também foram diversas, o movimento realizado por estas DMUs durante os anos de 2015 a 2016 é apresentado na FIG. 8.

Figura 8 – Distribuição das DMUs eficientes na alocação de recursos humanos do MOD 2, período 2015 a 2016



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Nota-se que o IFAP e o CPII alcançaram o nível de eficiência em três períodos, enquanto os IFSERTÃO-PE, IFAC, IFRN, IFSULDEMINAS, IFRS, IFAM, IFSP, IFPA, IFNMG, IFFARROUPILHA, IFMA, IFRR, IFB, IFBA, IFCE e o IFC apresentaram níveis entre 0,90 e 1,00 ao menos em um dos períodos. Quanto à eficiência de escala, houve mudança em comparação às análises anteriores, pois a produção das instituições da Rede Federal apresentou, em sua maioria, retornos crescentes de escala (IRS), principalmente nos anos de 2014, 2015, 2016 e 2019, conforme Quadros 15 e 16.

Neste cenário, Santos *et al.* (2015) recomenda o aumento da produção, mantendo os insumos já existentes para aquelas com EFT igual a 1,00. Ou seja, os gestores necessitam, com as qualificações atuais do corpo docente e técnico da instituição, definir um plano de ação no sentido de reduzir a retenção e/ou evasão dos alunos no período. Já aquelas com EFT menor que 1,00, será necessário reduzir seus insumos. Como os *inputs* representam o nível de qualificação dos servidores, essa redução não seria possível, dessa forma, a estratégia a ser adotada seria a mesma das DMUs eficientes.

4.1.3 Visão geral da eficiência na alocação de recursos da Rede Federal

Considerando três períodos do MOD 1 e nove do MOD 2, foram apresentadas um total de vinte e quatro análises relacionadas à eficiência técnica e de escala na alocação de recursos da Rede Federal. Devido ao fato de o MOD 1 ter apresentado uma média de 46% das DMUs (14) com índice de EFT menor que 0,90 em um dos períodos analisados e 87% (37 DMUs) para o MOD 2, fez com que a eficiência média da Rede Federal apresentasse uma classificação de ineficiência moderada a forte, respectivamente. As análises realizadas demonstraram que grande parte das instituições estão alocando seus recursos financeiros e humanos de maneira ineficiente.

Estes resultados vão ao encontro de alguns estudos sobre a eficiência da educação profissional e tecnológica (ACHI, 2020; FURTADO, 2014; JING; SHEN, 2011; KRIESER *et al.*, 2018; RODRIGUES; MUYLDER; GONTIJO, 2018). Segundo proposto por Achi (2020), a partir destes resultados e de uma análise interna, os gestores devem implementar ações, no sentido de melhorar os resultados de sua instituição, realocando seus recursos financeiros e redimensionando sua força de trabalho entre as unidades.

O Quadro 17 apresenta o ranqueamento das DMUs quanto à eficiência técnica (EFT) na alocação de seus recursos para melhor visualização daquelas que se destacaram (positiva ou negativamente) com maior frequência. Nota-se que o IFSULDEMINAS e IFAP tiveram maior destaque como eficientes na alocação de ambos os recursos. As DMUs com forte ineficiência na maioria dos períodos analisados foram IFAL, CEFET-RJ, CEFET-MG, IFTO, IFSUDESTE-MG, IFG e IFBA. Embora o conjunto de variáveis e DMUs utilizadas no modelo DEA influenciem os resultados da amostra, estas DMUs também foram consideradas ineficientes no estudo de Majada (2019), com exceção apenas do IFG.

Quadro 17 – Ranqueamento das DMUs eficientes e com forte ineficiência

ALOCÇÃO DE RECURSOS FINANCEIROS			
DMUs EFICIENTES	FREQ	DMUs INEFICIENTES	FREQ
IFSULDEMINAS	10	CEFET-RJ, IFG e IFAL	13
IFRO e IFAP	5	CEFET-MG	12
IFAC, IFNMG, IFERTÃO-PE, IFBA e IFPR	4	IFTO	11
		IFRJ e IFSUDESTE-MG	10
IFCE, IFES, IFGOIANO, IFMA, IFMS, IFPA, IFPI e IFRN	3	IFBA, IFC, IFBAIANO, IFMG, IFSUL, IFPI, IFMT, IFAM, IFPB, UFTPR e IFMS	9
IFAM, IFC, IFTM, IFSP e IFRS	2	IFPE, IFRR, IFGOIANO, IFB, IFCE, IFF, IFPA e IFAC	8
IFRR, IFBAIANO, IFRJ, IFF e IFFARROUPILHA	1	IFNMG	7
		CPII, IFRS e IFRO	6
		IFERTÃO-PE	5
		IFRN, IFSP, IFPR, IFMA, IFTM e IFS	4
		IFAP, IFFARROUPILHA e IFES	3
		IFSULDEMINAS	2
ALOCÇÃO DE RECURSOS HUMANOS			
DMUs EFICIENTES	FREQ	DMUs INEFICIENTES	FREQ
IFSULDEMINAS	9	IFSUDESTE-MG, IFTO e IFBA	11
IFAP	8	CEFET-MG	10
IFAC	7	IFSUL, IFB, IFMT, IFPB, CEFET-RJ, IFAL, IFRO, IFMS e UFTPR	9
IFRN	6		
IFRR e IFERTÃO-PE	5	IFC, IFGOIANO, IFPR, IFG, IFCE e IFF	8
IFCE, IFMA e IFNMG	4		
IFAM, IFES, IFGOIANO, IFPI e CPII	3	IFBAIANO, IFRR, IFAM, IFPA, IFRJ e IFMG	7
IFAL, IFPA, IFRS e IFRJ	2		
IFC, IFBAIANO, IFMG, IFSP, IFFARROUPILHA, IFB e IFBA	1	IFNMG e IFPE	6
		IFSP, IFRS, IFAC e IFPI	5
		IFERTÃO-PE, IFTM, IFS e CPII	4
		IFRN, IFFARROUPILHA, IFMA e IFES	3
		IFSULDEMINAS	2
		IFAP	1

Legenda:
FREQ = Frequência.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Ao se comparar o número de unidades (campus) vinculadas às DMUs mais eficientes (neste caso IFSULDEMINAS e IFAP, com 7 *campi* em média) com as menos eficientes (IFSUDESTE-MG, IFTO, CEFET-MG, CEFET-RJ, IFG, IFBA e IFAL, com 13 *campi* em média), percebe-se que as primeiras são de menor porte. Estes resultados divergem do estudo de Majada (2019), em que as DMUs eficientes possuíam mais de 17 unidades vinculadas, no entanto, corroboram com Guidi (2016) e Visbal-Cadavid, Martínez-Gómez, Guijarro (2017) ao afirmarem que instituições de menor porte tendem a apresentar melhor desempenho.

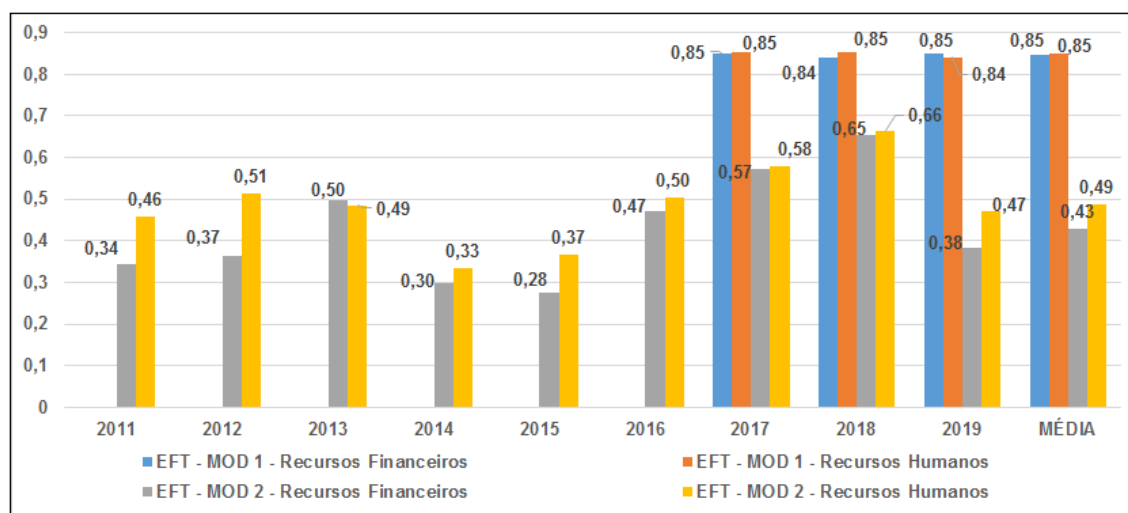
Os resultados deste estudo também demonstram que todas as instituições da amostra apresentam índice de eficiência técnica abaixo de 0,90 em ao menos um dos períodos

analisados. Contudo, é possível perceber maior frequência das DMUs ineficientes na alocação de recursos financeiros. Rządziński e Sworowska (2016) também identificaram ineficiência das DMUs no modelo financeiro utilizado no estudo, concluindo ser importante alocar os recursos destas instituições de forma correta, uma vez que são de origem pública.

Em relação a macrorregião, embora o IFSULDEMINAS tenha se destacado, percebe-se que a macrorregião Norte apresentou mais DMUs eficientes nos modelos analisados (4 DMUs), seguida do Nordeste (2 DMUs). Quanto aos índices de ineficiência, a macrorregião do Centro-Oeste apresentou 3 DMUs, seguida do Nordeste com 5 DMUs ineficientes. Importante destacar que esta comparação é baseada na proporção de instituições que compuseram os modelos por macrorregião, conforme foi apresentada na Tabela 1.

Ao analisar o Apêndice B, nota-se que as instituições com maior destaque na eficiência possuem níveis de titulação do corpo docente e do corpo técnico maior do que aquelas consideradas com forte ineficiência. Estes achados corroboram com Guidi (2016) e confirmam a Teoria do Capital Humano de Jacob Mincer (1958), Theodore William Schultz (1961) e Gary Becker (1993). Seus estudos apontam para maior eficiência produtiva das organizações que detêm profissionais mais qualificados.

Os níveis médios de eficiência do MOD 1 não apresentaram oscilações representativas. No MOD 2 é possível identificar maior variação nos anos de 2011, 2012, 2015 e 2019 em que a eficiência na aplicação de recursos humanos é maior do que os recursos financeiros, embora ambas apresentem forte ineficiência para todos os períodos. A média geral na alocação dos recursos para cada modelo foi próxima, mas, quando comparadas, nota-se que o MOD 1 representa níveis maiores em todos os períodos, como é demonstrado no Gráfico 5.

Gráfico 5 – Eficiência técnica média dos modelos na alocação de recursos financeiros e humanos

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Embora as amostras utilizadas para cada modelo tenham sido diferentes, a análise da eficiência da Rede Federal na aplicação de recursos financeiros e humanos apresentou resultados mais expressivos em relação ao atendimento às demandas da sociedade e das organizações pelas instituições de ensino, mais especificadamente no emprego de sua força de trabalho (recursos humanos). Este atendimento se constrói a partir do pressuposto que o número de vagas ofertadas, bem como os cursos propostos e os projetos de pesquisa, extensão e inovação conduzidos pelas instituições, partem de estudos do ambiente em que estão inseridas, identificando suas lacunas e oportunidades de desenvolvimento.

4.2 Benchmarks da Rede Federal EPCT

O modelo DEA também permite identificar, entre as DMUs eficientes, quais são os *benchmarks* para aquelas ineficientes, levando em consideração os *inputs* e *outputs* utilizados nos modelos. Conforme é demonstrado no Quadro 18, para alcançar a eficiência na alocação de recursos para o MOD 1, os *benchmarks* para o IFAL serão o IFMA, IFGOIANO e IFCE, por exemplo. Em relação à alocação de recursos humanos seu modelo será o do IFSULDEMINAS. Nota-se que o IFGOIANO, IFCE e IFSULDEMINAS foram considerados melhores práticas com maior frequência no MOD1.

Quadro 18 – Benchmarks do MOD 1 para o período de 2019

DMU	INPUTS FINANCEIROS	DMU	INPUTS HUMANOS
IFAL	IFMA, IFGOIANO e IFCE	IFAL	IFSULDEMINAS
IFAM	IFGOIANO e IFBAIANO	IFAM	IFGOIANO e IFSULDEMINAS
IFB	IFMS	IFB	IFSULDEMINAS e IFNMG
IFBA	IFCE	IFBA	IFCE
IFC	IFGOIANO	IFC	IFGOIANO
IFG	IFGOIANO e IFCE	IFG	IFGOIANO, IFSULDEMINAS e IFCE
IFMT	IFGOIANO e IFCE	IFMS	IFSULDEMINAS
IFPE	IFBAIANO e IFMA	IFMT	IFGOIANO, IFSULDEMINAS e IFCE
IFPR	IFGOIANO e IFCE	IFPA	IFGOIANO, IFSULDEMINAS e IFCE
IFRN	IFCE	IFPE	IFGOIANO e IFMA
IFRR	IFAC	IFPI	IFGOIANO, IFSULDEMINAS e IFCE
IFSUDESTE-MG	IFRJ e IFMS	IFPR	IFNMG
IFTM	IFGOIANO e IFAC	IFRJ	IFGOIANO
IFTO	IFAC	IFRN	IFCE
CEFET-MG	IFRJ e IFBAIANO	IFRO	IFSULDEMINAS
CEFET-RJ	IFAC, IFCE e IFRJ	IFSERTÃO-PE	IFAC
CPII	IFRJ, IFCE e IFES	IFSUDESTE-MG	IFBAIANO
		IFTM	IFSULDEMINAS, IFGOIANO e IFAC
		IFTO	IFSULDEMINAS
		CEFET-MG	IFGOIANO e IFSULDEMINAS
		CEFET-RJ	IFSULDEMINAS
		CPII	IFES, IFSULDEMINAS e IFGOIANO

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

No MOD 2 o IFSULDEMINAS mantém seu destaque, seguido do IFRS, conforme é apresentado no Quadro 19. Este resultado era esperado uma vez que poucas DMUs foram consideradas eficientes para o ano de 2019 no MOD 2. O IFSULDEMINAS foi considerado eficiente no modelo proposto pelo estudo de Krieser *et al.* (2018). Segundo os autores, nos resultados encontrados para o período de 2015, esta DMU foi destaque enquanto *benchmark* para as demais instituições.

Quadro 19 – Benchmarks do MOD 2 para o período de 2019

DMU	INPUTS FINANCEIROS	DMU	INPUTS HUMANOS
IFAC	IFSULDEMINAS e IFRS	IFAC	IFSULDEMINAS e IFRS
IFAL	IFSULDEMINAS e IFRS	IFAL	IFSULDEMINAS e IFB
IFAM	IFSULDEMINAS	IFAM	IFSULDEMINAS
IFAP	IFRS, IFRO e IFSULDEMINAS	IFAP	IFRS e IFSULDEMINAS
IFB	IFSULDEMINAS e IFRS	IFBAIANO	IFSULDEMINAS e IFB
IFBA	IFSULDEMINAS e IFRS	IFC	IFBA e IFCE
IFBAIANO	IFSULDEMINAS e IFRS	IFES	IFRS e IFSULDEMINAS
IFC	IFSULDEMINAS	IFF	IFRS e IFB
IFCE	IFRS, IFSULDEMINAS e IFRO	IFFARROUPILHA	IFSULDEMINAS e IFB
IFES	IFSULDEMINAS	IFG	IFRS e IFSULDEMINAS
IFF	IFSULDEMINAS	IFGOIANO	IFSULDEMINAS
IFFARROUPILHA	IFSULDEMINAS	IFMA	IFRS e IFSULDEMINAS
IFG	IFSULDEMINAS	IFMG	IFRS e IFSULDEMINAS
IFGOIANO	IFSULDEMINAS e IFRS	IFMS	IFRS
IFMA	IFSULDEMINAS e IFRS	IFMT	IFSULDEMINAS
IFMG	IFSULDEMINAS	IFNMG	IFRS e IFSULDEMINAS
IFMS	IFSULDEMINAS e IFRS	IFPA	IFSULDEMINAS
IFMT	IFSULDEMINAS e IFRS	IFPB	IFSULDEMINAS e IFRS
IFNMG	IFRS, IFRO e IFSULDEMINAS	IFPE	IFSULDEMINAS e IFRS
IFPA	IFSULDEMINAS e IFRS	IFPI	IFSULDEMINAS e IFB
IFPB	IFSULDEMINAS e IFRS	IFPR	IFRS e IFSULDEMINAS
IFPE	IFSULDEMINAS e IFRS	IFRJ	IFRS
IFPI	IFSULDEMINAS e IFRS	IFRN	IFSULDEMINAS e IFRS
IFPR	IFSULDEMINAS e IFRS	IFRO	IFSULDEMINAS
IFRJ	IFSULDEMINAS e IFRS	IFRR	IFRS e IFSULDEMINAS
IFRN	IFSULDEMINAS e IFRS	IFS	IFRS
IFRR	IFSULDEMINAS	IFSERTÃO-PE	IFRS e IFSULDEMINAS
IFS	IFSULDEMINAS	IFSP	IFSULDEMINAS
IFSERTÃO-PE	IFSULDEMINAS e IFRS	IFSUDESTE-MG	IFSULDEMINAS
IFSP	IFSULDEMINAS e IFRS	IFSUL	IFSULDEMINAS e IFRS
IFSUDESTE-MG	IFSULDEMINAS e IFRS	IFTM	IFSULDEMINAS
IFSUL	IFSULDEMINAS e IFRS	IFTO	IFRS e IFSULDEMINAS
IFTM	IFSULDEMINAS e IFRS	CEFET-MG	IFSULDEMINAS
IFTO	IFSULDEMINAS e IFRS	CEFET-RJ	IFSULDEMINAS
CEFET-MG	IFSULDEMINAS e IFRS	UFTPR	IFSULDEMINAS

CEFET-RJ	IFSULDEMINAS e IFRS	
CPII	IFSULDEMINAS	
UFTPR	IFSULDEMINAS e IFRS	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Destaca-se que, para uma DMU ser considerada *benchmark* para outra, não basta apenas alcançar o nível de EFT igual a 1,00. Suas características produtivas devem se assemelhar às demais. Dessa forma, nota-se que o CPII, mesmo sendo considerado eficiente na alocação de recursos humanos para o MOD 2 em 2019, não foi utilizado como referência para outra DMU. Neste caso, sua produtividade alcançou este nível em função de particularidades que não podem ser extrapoladas para as demais instituições da amostra.

4.3 Metas de eficiência do modelo DEA

Após a identificação das DMUs eficientes que podem ser utilizadas como *benchmarks* para as demais, o modelo DEA projeta os potenciais de melhorias (metas) para as DMUs ineficientes. Como a orientação escolhida do modelo DEA-BCC foi para os *outputs*, a Tabela 3 apresenta quais resultados médios cada DMU poderia entregar, baseados na produtividade e nível de EFT alcançados em 2019 e, ainda, a similaridade do processo produtivo com seus *benchmarks*, para que possa ser considerada eficiente para o método proposto.

Tabela 3 – Metas dos *outputs* para as DMUs ineficientes do MOD 1 para o período de 2019

DMU	METAS OUTPUTS									
	VAG	%	PRO	%	SUP	%	POS	%	PEI	%
IFAL	17061	242%	228	175%	74	172%	22	198%	370	172%
IFAM	14552	246%	229	124%	65	179%	29	124%	458	152%
IFB	13211	136%	192	136%	47	142%	17	243%	332	136%
IFBA	22593	199%	390	193%	127	193%	27	340%	374	205%
IFC	8474	139%	155	136%	65	142%	34	136%	1049	136%
IFG	17038	252%	273	229%	102	146%	29	151%	607	155%
IFMS	9082	112%	85	59%	26	84%	11	59%	169	63%
IFMT	15939	185%	249	165%	93	139%	28	139%	580	145%
IFPA	10262	115%	161	53%	58	68%	15	53%	263	79%
IFPE	16358	156%	337	151%	89	202%	24	168%	547	151%
IFPI	8326	78%	130	55%	49	71%	15	55%	328	96%
IFPR	17129	130%	281	126%	96	134%	26	126%	548	126%
IFRJ	4479	76%	75	94%	31	124%	18	58%	541	179%

IFRN	23157	101%	394	102%	141	176%	31	101%	494	101%
IFRO	8024	79%	80	57%	28	89%	12	56%	242	237%
IFRR	3781	134%	67	126%	26	111%	7	142%	365	265%
IFSERTÃO-PE	3217	73%	65	51%	18	53%	3	56%	135	51%
IFSUDESTE-MG	11967	236%	154	135%	49	143%	23	135%	413	315%
IFTM	7453	141%	122	113%	43	123%	18	122%	601	113%
IFTO	12500	161%	151	148%	51	132%	18	301%	450	132%
CEFET-MG	10128	179%	152	131%	47	203%	29	131%	524	250%
CEFET-RJ	15231	281%	196	230%	67	143%	23	151%	385	143%
CPII	14504	232%	221	257%	71	1773%	39	232%	866	453%
TOTAL	284466	95%	4384	79%	1463	92%	498	82%	10641	87%
Legenda: % = Percentual de acréscimo em relação ao valor real.										

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O IFAL, por exemplo, obteve um nível de eficiência, no ano de 2019, de 0,49 em sua alocação de recursos financeiros e 0,71 para os recursos humanos. Logo, para que o nível de EFT seja igual a 1,00 sua produção poderia ser aumentada em 0,51 ($0,49 + 0,51 = 1,00$) e 0,29 ($0,71 + 0,29 = 1,00$), respectivamente, mantendo os seus insumos. Considerando estes valores e os *outputs* entregues pelas DMUs consideradas como suas referências (IFMA, IFGOIANO, IFCE e IFSULDEMINAS), conforme na Quadro 18, o IFAL poderia ter apresentado como resultados para o período 17.061 vagas, 228 cursos profissionalizantes, 74 cursos superiores, 22 cursos de pós-graduação e 370 novos projetos de pesquisa, extensão e/ou inovação.

Nota-se que as metas calculadas para o CPII são, em sua maioria, mais expressivas que das demais DMUs. Isto ocorre devido a seus níveis de EFT terem sido os menores da amostra nas duas análises para o período. Em relação ao MOD 2, as metas calculadas para as DMUs ineficientes são, em sua maioria, mais expressivas devido ao fato deste modelo ter apresentado eficiência média abaixo de 0,50 em ambas as análises, conforme é demonstrado na Tabela 4.

Tabela 4 – Metas do *output* para as DMUs ineficientes do MOD 2 para o período de 2019

DMU	META RCM	%	DMU	META RCM	%
IFAC	0,591	387%	IFPB	0,567	415%
IFAL	0,578	386%	IFPE	0,477	402%
IFAM	0,620	281%	IFPI	0,531	267%
IFAP	0,490	323%	IFPR	0,581	308%
IFB	0,558	268%	IFRJ	0,515	396%
IFBA	0,605	638%	IFRN	0,606	113%
IFBAIANO	0,531	168%	IFRO	0,647	260%
IFC	0,427	218%	IFRR	0,622	219%
IFCE	0,488	207%	IFS	0,566	590%
IFES	0,609	236%	IFSERTÃO-PE	0,618	331%
IFF	0,479	200%	IFSP	0,592	132%
IFFARROUPILHA	0,590	260%	IFSUDESTE-MG	0,618	413%
IFG	0,596	442%	IFSUL	0,548	406%
IFGOIANO	0,607	456%	IFTM	0,619	350%
IFMA	0,556	302%	IFTO	0,555	376%
IFMG	0,634	164%	CEFET-MG	0,615	425%
IFMS	0,547	262%	CEFET-RJ	0,603	1034%
IFMT	0,602	236%	CPII	0,647	313%
IFNMG	0,566	276%	UFTPR	0,407	763%
IFPA	0,579	350%	MÉDIA	0,569	262%

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

As DMUs IFBAIANO, IFMG, IFRN e IFSP apresentaram resultados de eficiência superiores a 0,50 tanto na aplicação dos recursos financeiros quanto aos recursos humanos, logo, suas metas são as mais baixas da amostra. Algumas DMUs apresentaram EFT iguais a 1,00 em apenas uma das análises, como por exemplo IFB e IFBA e, dessa forma, ainda poderiam melhorar seus resultados na alocação de ambos os recursos. Os resultados apresentados demonstram que, baseada nas variáveis utilizadas, a Rede Federal poderia ter um aumento médio de 87% em seus *outputs* do MOD 1 e 348% do MOD 2, sem necessidade de maior volume de recursos financeiros e humanos alocados. Ressalta-se que esta projeção representa um dos recursos que compõem o método DEA, não levando em consideração demais variáveis internas e/ou externas que venham a impactar o funcionamento das instituições e, em consequência, o alcance destas metas.

4.4 Índice de produtividade de Malmquist (IPM)

O Índice de produtividade de Malmquist (IPM) tem por objetivo medir a variação da produtividade das DMUs nos períodos definidos. Ele se decompõe em dois subitens que demonstram a variação da eficiência técnica (EFFCH) e mudança de tecnologia (TECH). Conforme é demonstrado na Tabela 5, os resultados do MOD 1 indicam queda de 0,06 (6%) na relação insumo/produto da amostra na alocação de recursos financeiros e aumento de 4% para recursos humanos. Nota-se que a produtividade total do MOD 1 para os períodos avaliados é influenciada pela mudança de tecnologia, uma vez que nos períodos com TECH abaixo de 1,00, o IPM também se mantém abaixo deste valor.

Tabela 5 – Mudança de produtividade média do MOD 1

MOD 1	RECURSOS FINANCEIROS			MOD 1	RECURSOS HUMANOS		
	EFFCH	TECH	IPM		EFFCH	TECH	IPM
Média 2017	1,00	1,03	1,03	Média 2017	1,01	1,08	1,10
Média 2018	1,06	0,82	0,86	Média 2018	1,02	0,97	0,99
Média Geral	1,03	0,92	0,94	Média Geral	1,02	1,02	1,04
DMU	EFFCH	TECH	IPM	DMU	EFFCH	TECH	IPM
IFAC	1,00	0,90	0,90	IFAC	1,01	1,04	1,05
IFAL	1,00	0,98	0,98	IFAL	0,84	1,04	0,87
IFAM	0,83	0,16	0,13	IFAM	1,01	1,05	1,06
IFB	1,01	0,89	0,90	IFB	0,88	0,95	0,83
IFBA	1,07	0,97	1,04	IFBA	1,10	1,04	1,15
IFBAIANO	1,12	1,02	1,15	IFBAIANO	1,11	1,00	1,12
IFC	0,84	1,11	0,93	IFC	0,86	1,09	0,94
IFCE	1,00	0,99	0,99	IFCE	1,00	1,05	1,05
IFES	0,97	1,12	1,08	IFES	1,01	1,14	1,14
IFG	1,03	1,03	1,06	IFG	0,99	1,09	1,07
IFGOIANO	1,00	1,08	1,08	IFGOIANO	1,00	1,06	1,06
IFMA	1,07	0,90	0,96	IFMA	1,08	0,93	1,00
IFMS	1,00	0,96	0,96	IFMS	1,01	0,97	0,97
IFMT	0,98	1,04	1,02	IFMT	0,94	1,07	1,01
IFNMG	1,00	0,87	0,87	IFNMG	1,00	0,89	0,89
IFPA	1,00	0,95	0,95	IFPA	0,93	1,00	0,93
IFPE	1,17	0,78	0,92	IFPE	1,14	0,90	1,02
IFPI	1,01	0,98	0,99	IFPI	1,02	1,03	1,05
IFPR	0,95	1,00	0,95	IFPR	1,01	0,97	0,98

IFRJ	1,32	0,98	1,29	IFRJ	1,26	1,15	1,45
IFRN	1,03	0,95	0,97	IFRN	1,03	0,94	0,97
IFRO	1,03	1,03	1,06	IFRO	1,11	1,02	1,13
IFRR	0,95	1,00	0,95	IFRR	1,02	1,03	1,05
IFSERTÃO-PE	0,99	0,83	0,82	IFSERTÃO-PE	0,98	0,98	0,97
IFSUDESTE-MG	1,11	0,94	1,04	IFSUDESTE-MG	1,08	0,99	1,07
IFSULDEMINAS	1,00	0,93	0,93	IFSULDEMINAS	1,00	1,01	1,01
IFTM	0,94	1,00	0,95	IFTM	0,94	1,03	0,97
IFTO	1,17	0,93	1,09	IFTO	1,03	1,05	1,08
CEFET-MG	1,14	1,00	1,14	CEFET-MG	1,03	1,10	1,13
CEFET-RJ	1,03	1,00	1,04	CEFET-RJ	1,01	1,10	1,11
CPII	1,26	1,07	1,35	CPII	1,26	1,07	1,35

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Dentre as DMUs com maior valor de IPM, destacam-se o CPII e IFRO que tiveram sua produtividade influenciada positivamente por ambos os fatores (EFFCH e TECH maiores que 1,00) na alocação de recursos financeiros e recursos humanos. Sendo assim, elas apresentaram melhorias contínuas no processo de produção utilizando uma mesma tecnologia e inovações tecnológicas. As DMUs CPII e IFRJ apresentaram os maiores ganhos na relação insumo/produto (IPM), sendo influenciadas majoritariamente pela variação da eficiência técnica, aperfeiçoando sua eficiência de escala (EFE), como pode ser observado nos Quadros 11 e 14 apresentados anteriormente.

Para a análise do Índice de produtividade de Malmquist do MOD 2, optou-se pelo período de 2016 a 2019 por conter um maior número de DMUs. Conforme é apresentado na Tabela 6, as instituições neste modelo apresentam resultados maiores no fator TECH. Na média de 2018 é possível perceber um aumento deste fator (4,04 na alocação de recursos financeiros e 3,72 em recursos humanos), ou seja, neste período as DMUs da amostra apresentaram acréscimo em seu percentual de transformação dos *inputs* em *outputs*. Este destaque pode ser percebido também no Gráfico 6.

Tabela 6 – Mudança de produtividade média do MOD 2 nos períodos de 2016 a 2019

MOD 2	RECURSOS FINANCEIROS			MOD 2	RECURSOS HUMANOS		
	EFFCH	TECH	IPM		EFFCH	TECH	IPM
Média 2016	1,17	1,54	1,80	Média 2016	1,30	1,25	1,62
Média 2017	1,27	0,68	0,87	Média 2017	1,15	0,86	0,99
Média 2018	0,23	5,04	1,14	Média 2018	0,23	4,72	1,07
Média Geral	0,70	1,74	1,21	Média Geral	0,70	1,72	1,20
DMU	EFFCH	TECH	IPM	DMU	EFFCH	TECH	IPM
IFAC	0,66	1,52	1,01	IFAC	0,64	1,68	1,07
IFAL	0,67	1,85	1,25	IFAL	0,73	1,64	1,19
IFAM	0,70	1,85	1,30	IFAM	0,75	1,71	1,28
IFAP	0,52	1,65	0,86	IFAP	0,46	1,69	0,78
IFB	0,72	1,81	1,31	IFB	0,91	1,70	1,55
IFBA	0,58	1,78	1,03	IFBA	0,61	1,73	1,05
IFBAIANO	0,79	1,76	1,39	IFBAIANO	0,81	1,65	1,33
IFC	0,60	1,85	1,11	IFC	0,66	1,78	1,18
IFCE	0,76	1,80	1,36	IFCE	0,74	1,75	1,30
IFES	0,70	1,83	1,28	IFES	0,69	1,75	1,22
IFF	0,71	1,61	1,15	IFF	0,83	1,70	1,42
IFFARROUPILHA	0,64	1,70	1,09	IFFARROUPILHA	0,69	1,67	1,15
IFG	0,56	1,84	1,04	IFG	0,57	1,66	0,94
IFGOIANO	0,48	1,78	0,85	IFGOIANO	0,48	1,83	0,88
IFMA	0,70	1,72	1,21	IFMA	0,68	1,66	1,12
IFMG	0,83	1,81	1,51	IFMG	0,77	1,66	1,28
IFMS	0,65	1,85	1,21	IFMS	0,67	1,78	1,19
IFMT	0,74	1,82	1,34	IFMT	0,76	1,71	1,30
IFNMG	0,68	1,85	1,26	IFNMG	0,62	1,81	1,12
IFPA	0,51	1,86	0,95	IFPA	0,53	1,71	0,91
IFPB	0,88	1,76	1,54	IFPB	0,86	1,71	1,47
IFPE	0,63	1,66	1,06	IFPE	0,67	1,64	1,10
IFPI	0,67	1,68	1,12	IFPI	0,69	1,74	1,20
IFPR	0,66	1,77	1,16	IFPR	0,60	1,81	1,10
IFRJ	0,60	1,64	0,98	IFRJ	0,61	1,61	0,99
IFRN	0,91	1,77	1,61	IFRN	0,91	1,73	1,57
IFRO	0,83	1,84	1,52	IFRO	0,71	1,75	1,24
IFRR	0,84	1,76	1,48	IFRR	0,81	1,69	1,38
IFRS	1,33	1,77	2,34	IFRS	1,24	1,70	2,10
IFS	0,67	1,77	1,19	IFS	0,68	1,71	1,17
IFSERTÃO-PE	0,56	1,59	0,90	IFSERTÃO-PE	0,52	1,73	0,90
IFSP	0,66	1,59	1,05	IFSP	0,67	1,70	1,14
IFSUDESTE-MG	0,69	1,64	1,14	IFSUDESTE-MG	0,70	1,76	1,22

IFSUL	0,62	1,65	1,03	IFSUL	0,64	1,71	1,10
IFSULDEMINAS	1,03	1,76	1,81	IFSULDEMINAS	0,96	1,71	1,65
IFTM	0,69	1,77	1,23	IFTM	0,68	1,75	1,20
IFTO	0,54	1,78	0,97	IFTO	0,54	1,77	0,96
CEFET-MG	0,75	1,64	1,22	CEFET-MG	0,74	1,79	1,33
CEFET-RJ	0,73	1,74	1,27	CEFET-RJ	0,66	1,66	1,08
CPII	0,99	1,82	1,81	CPII	1,09	1,63	1,78
UFTPR	0,61	1,66	1,01	UFTPR	0,58	1,77	1,04

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Em média 35 DMUs apresentaram o IPM maior que 1,00 e, em sua maioria, influenciadas pelo fator TECH, a exceção apenas do IFRS, IFSULDEMINAS e CPII que também tiveram aumento da eficiência técnica produtiva em ao menos um período. Logo, apresentaram melhorias contínuas no processo de produção com redução dos insumos. Como reflexo, estas DMUs também possuem os maiores valores de IPM nas duas análises.

No entanto, é importante destacar que o MOD 2 apresentou eficiência técnica média inferior ao MOD 1 nos períodos avaliados, conforme foi demonstrado no Gráfico 6. Esta redução da eficiência técnica produtiva ao longo do tempo é comprovada pelos valores de EFFCH. Pois, mesmo com o fator TECH acima de 1,00 para todas as DMUs, o índice de produtividade de Malmquist médio é influenciado negativamente pela ineficiência técnica da amostra. Em média, 17 DMUs (55%) do MOD 1 e 35 (84%) do MOD 2 demonstraram estar elevando seu nível de produtividade ao longo dos períodos avaliados.

4.5 O contexto de eficiência da Rede Federal

De posse dos resultados encontrados na análise do nível de eficiência das instituições de Rede Federal e sua evolução, foi possível identificar três aspectos importantes relacionados ao comportamento das DMUs nos períodos analisados. O primeiro diz respeito ao MOD 1, em que apenas 13 instituições apresentaram índice de produtividade de Malmquist (IPM) maior que 1,00 na alocação de recursos financeiros e 20 para recursos humanos, o que representam aproximadamente 42% e 65% da amostra, respectivamente. Destas, 8 DMUs apresentaram forte ineficiência (EFT <

0,70) em pelo menos dois dos três períodos avaliados, sendo elas IFBA, IFG, IFRJ, IFSUDESTE-MG, IFTO, CEFET-MG, CEFET-RJ e CPII.

O fator que mais impactou positivamente seus resultados foi a mudança na eficiência técnica (EFFCH). Dessa forma, é possível afirmar que o processo produtivo destas DMUs está passando por melhorias contínuas ao longo dos anos, demonstrando capacidade de absorção de técnicas e conhecimentos com o objetivo de aumentar seus níveis de produtividade (efeito *catch-up*) (COELLI *et al.*, 2005). No entanto, como segundo aspecto, observa-se que 8 das 10 DMUs consideradas eficientes para o MOD 1, na alocação de recursos financeiros, apresentaram IPM menor que 1,00, sendo elas o IFAC, IFCE, IFMA, IFMS, IFNMG, IFPA, IFPI e IFSULDEMINAS.

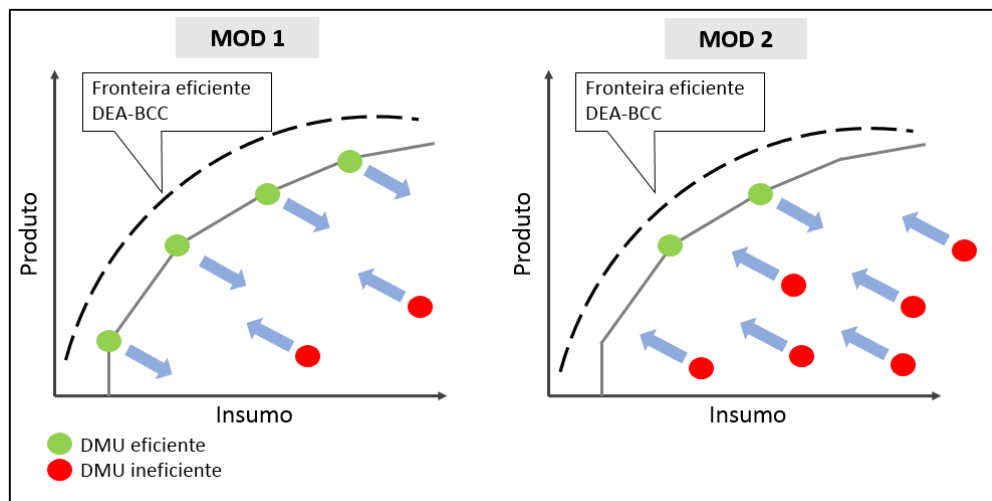
Logo, estas DMUs podem apresentar ineficiência com o passar dos anos, caso nenhuma medida seja tomada por seus gestores. Embora existam instituições que estejam avançando em direção à fronteira eficiente, o número de DMUs caminhando no sentido contrário é maior, impactando inclusive o IPM médio da amostra. O terceiro aspecto diz respeito ao MOD 2 que, embora tenha apresentado ineficiência forte para a maioria de suas instituições em todos os períodos analisados, pode-se afirmar que estas DMUs estão se movimentando para alcançar a fronteira eficiente com o passar do tempo, resultado este também encontrado no estudo de Furtado (2014).

Isso se deve ao fato de um elevado número de instituições com IPM acima de 1,00, em média 35 DMUs das 41 (85% da amostra). Dessa forma, ao avaliar a eficiência de forma estática (ano a ano) das instituições de ensino, nota-se que a Rede Federal apresentou melhores resultados no primeiro modelo (MOD 1), que buscou refletir o atendimento desta às demandas da sociedade e das organizações. No entanto, quando avaliado no longo prazo (análise dinâmica), estes resultados se demonstraram ameaçados pela queda de produtividade, influenciada pelo fator TECH, principalmente no que tange aos recursos financeiros.

Embora a Tabela 5 tenha demonstrado uma evolução de 0,86 (ano 2018) para 0,94 (ano 2019) no IPM do MOD 1, um resultado abaixo de 1,00 ainda aponta para um distanciamento de suas DMUs da fronteira eficiente. A FIG. 9 demonstra este movimento ao longo dos anos em relação à fronteira eficiente para ambos os modelos.

Nota-se um número maior de DMUs que estão perdendo produtividade no MOD 1 quando comparadas àquelas que estão aumentando seus resultados.

Figura 9 – Movimento das DMUs na fronteira eficiente no longo prazo



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O segundo modelo (MOD 2), que buscou refletir a entrega da mão de obra qualificada para atuar frente às mudanças e avanços tecnológicos, apresentou níveis de eficiência média abaixo de 0,50. No entanto, seu índice de produtividade de Malmquist demonstrou que a maioria destas DMUs ineficientes está melhorando seus resultados para alcançar a fronteira eficiente ao longo dos períodos avaliados. Dessa forma, é importante que os gestores das instituições eficientes elaborem seus planos de ação de modo que sua produtividade se mantenha no longo prazo. Já as DMUs com ineficiência forte, mesmo com o IPM demonstrando avanço no decorrer dos anos, suas perdas estão impactando a Rede Federal como um todo, necessitando de planos de curto prazo, com ações mais imediatas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo buscou analisar como as instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica no Brasil se diferenciam em termos de alocação de recursos financeiros e humanos. Utilizou-se como método a Análise Envoltória de Dados (DEA), com retornos variáveis de escala (BCC) e orientação para os *outputs*, em conjunto com Índice de Produtividade de Malmquist (IPM). Foram criados dois modelos de análise como forma de refletir o sistema produtivo de uma instituição de ensino e, como consequência, possibilitar o alcance dos objetivos específicos propostos no estudo.

O primeiro modelo (MOD 1) buscou analisar o atendimento das demandas vindas da sociedade e das organizações, utilizando como *outputs* os quantitativos de vagas, cursos profissionalizantes, cursos superiores e cursos de pós-graduação (*lato e stricto sensu*) ofertados, além dos projetos de pesquisa e extensão, e o número de patentes/*softwares* registrados. O segundo modelo (MOD 2) utilizou a relação de alunos concluintes por matrícula efetiva, no sentido de demonstrar o papel destas instituições na entrega da mão de obra qualificada para atuar frente aos avanços econômicos e tecnológicos.

Ambos os modelos tiveram como insumos os recursos financeiros e humanos alocados para cada período analisado. Após a coleta e validação dos dados, conforme critérios e etapas definidas na metodologia, o MOD 1 foi composto por 31 DMUs, analisadas de 2017 a 2019 e o MOD 2 foi dividido em duas análises, uma com 34 DMUs para o período de 2011 a 2015 e outra com 41 DMUs de 2016 a 2019. Como resposta ao primeiro objetivo específico de obter o nível de eficiência na alocação de recursos financeiros e humanos da Rede Federal EPCT nos períodos propostos, o MOD 1 demonstrou melhor posicionamento das instituições na fronteira eficiente quanto à alocação dos recursos financeiros, em que 21 DMUs apresentaram EFT maior ou igual a 0,90 em ao menos um período.

Na alocação de recursos humanos, embora o número de DMUs consideradas eficientes ou com ineficiência fraca tenha sido um pouco menor (19 DMUs), a

eficiência média das instituições da Rede Federal na alocação de ambos os recursos se manteve próxima (0,85). Este fato se deve à redução no número de DMUs que apresentaram ineficiência forte, ou seja, nível de EFT menor que 0,7, fazendo com que a média da amostra não sofresse alterações expressivas. As DMUs IFAC, IFCE, IFES, IFGOIANO, IFMA, IFNMG e IFSULDEMINAS, demonstraram-se eficientes tanto na alocação de recursos financeiros quanto nos recursos humanos, destacando-se o MOD 1 sobre as demais.

No MOD 2, o comportamento das instituições em relação à fronteira eficiente se demonstrou contrário ao anterior. Foram identificadas 19 DMUs com níveis de EFT maiores ou iguais a 0,90 para a alocação de recursos financeiros e 13 DMUs para recursos humanos, em ao menos um período. Embora seja um quantitativo próximo do MOD 1, para o MOD 2 foram realizadas dezoito análises no total. Este resultado reflete maior diversidade de instituições eficientes ao longo dos anos, porém, sem a permanência delas por mais de um período. Apenas o ano de 2018 apresentou um maior número de DMUs nesta situação (8 DMUs). Nos demais, oscilou de 3 a 6 DMUs com EFT maior que 0,90.

A eficiência média das análises do MOD 2 não apresentou variação expressiva, demonstrando um aumento apenas para a alocação dos recursos humanos (EFT média de 0,49) quando comparado à análise dos recursos financeiros (EFT média de 0,43). Esta diferença se deu em função de uma menor oscilação de DMUs na fronteira eficiente, mantendo os níveis de eficiência técnica acima de 0,90 por mais períodos. Para este modelo, as DMUs IFAP e IFSULDEMINAS foram os destaques, sendo consideradas eficientes em treze das dezoito análises realizadas.

As demais instituições, consideradas eficientes, não conseguiram manter seus resultados, garantindo uma ótima relação insumos/produtos, oscilando entre os níveis de eficiência iguais a 1,00 (eficiência) e 0,90 (ineficiência forte). Quanto à eficiência de escala, as operações das instituições da Rede Federal se comportaram com retornos decrescentes de escala. Ou seja, o aumento na alocação dos recursos financeiros e humanos está causando um acréscimo em menor proporção nos resultados produzidos.

A exceção foi apenas para a análise na alocação de recursos humanos do MOD 2, em que a maioria das DMUs apresentou retornos crescentes de escala. Neste caso, o maior consumo dos *inputs* pelas instituições está causando um aumento mais que proporcional na produção. Este fato refletiu em um maior número de DMUs na fronteira e, em consequência, numa eficiência técnica média maior. Em ambos os casos, devido à ineficiência forte apresentada por grande parte das DMUs, a indicação é de que as instituições planejem suas atividades objetivando maior economia dos insumos financeiros e melhor alocação de sua força de trabalho, ao mesmo tempo que elevam sua produtividade.

O método DEA possibilita também a indicação das DMUs consideradas benchmarks para aquelas que não alcançaram a eficiência máxima para o modelo e conjunto de variáveis propostos, respondendo assim ao segundo objetivo específico deste estudo. No MOD 1, o IFCE, IFGOIANO e IFSULDEMINAS foram considerados como referências para um maior número de instituições. Quanto ao MOD 2, apenas o IFSULDEMINAS se destacou devido ao grande número de instituições ineficientes neste modelo. Esta identificação é importante no contexto organizacional, uma vez que contribui para a definição das estratégias das DMUs para alcançar a fronteira eficiente, pois o método aponta as instituições eficientes que mais se assemelham quanto ao processo produtivo. No entanto, destaca-se que esta análise se baseou apenas nos *inputs* e *outputs* utilizados no estudo, sendo necessário maior aprofundamento para comparações mais assertivas.

A partir dos *benchmarks* o modelo define as metas que poderiam ser alcançadas para que as DMUs ineficientes elevem seu nível de EFT, sendo este o terceiro objetivo específico proposto. Identificou-se que a Rede Federal poderia projetar um aumento médio de 87% em seus resultados no MOD 1 e 262% no MOD 2. Este aumento considera a manutenção dos recursos alocados, o que torna esta análise importante em um cenário em que as instituições atuam com orçamentos reduzidos. Outro fator é a possibilidade de os gestores buscarem com seus *benchmarks*, na própria Rede Federal, ações que possam ser replicadas, além da troca de experiência entre as instituições.

O quarto objetivo específico propôs uma análise da evolução da produtividade das DMUs dos modelos. Os resultados do MOD 1 demonstraram queda de 6% na relação insumo/produto da amostra na alocação de recursos financeiros e aumento de 4% para recursos humanos. O primeiro resultado foi influenciado negativamente pela mudança de tecnologia, ou seja, as DMUs estão consumindo mais recursos ao longo dos períodos avaliados, mas sem refletir em aumento da produtividade. Em contrapartida, o MOD 2 apresentou altos níveis na mudança de tecnologia para todas as DMUs, demonstrando avanço na produtividade ocasionado por inovações tecnológicas, utilizando menos insumos.

Ao responder ao último objetivo específico de analisar o contexto de eficiência, no curto e longo prazo, em que se encontram as instituições da Rede Federal, notou-se que as instituições que compuseram a amostra do MOD 1 possuem maior eficiência. Ou seja, atendem às demandas vindas da sociedade e das organizações, respondendo com a disponibilização de vagas e cursos para o desenvolvimento dos profissionais e com as soluções resultantes dos projetos de pesquisa, extensão e inovação. No entanto, os gestores precisam ficar atentos aos planos de longo prazo, uma vez que o índice de produtividade de Malmquist da amostra indicou aumento de insumos sem ganhos proporcionais nas entregas entre os períodos avaliados. Caso este cenário permaneça, ocorrerá redução nos níveis de eficiência (EFT) das instituições com IPM abaixo de 1,00.

O MOD 2 apresentou maior evolução nos ganhos de produtividade sem aumento proporcional dos insumos nos anos de 2016 a 2019. Embora tenha demonstrado este resultado favorável para a análise de longo prazo, as instituições ainda demandam maior atenção dos gestores com ações de curto prazo, pois os níveis de eficiência nos anos de 2011 a 2019 permaneceram na classificação de ineficiência forte (abaixo de 0,70). A Rede Federal se mostrou ineficiente para o modelo proposto, em que avalia a entrega de profissionais qualificados para atuar frente às mudanças e avanços tecnológicos.

O IFSULDEMINAS foi a única instituição que se destacou em ambos os modelos, demonstrando maior eficiência na alocação dos seus recursos financeiros e humanos. Embora também tenha se destacado como melhor prática, é importante que os

gestores das DMUs ineficientes busquem avaliar quais instituições mais se assemelham às suas realidades. Desse modo, as práticas exitosas identificadas não demandarão esforços em demasia para adaptação. Ademais, as instituições, por comporem uma rede de educação profissional e tecnológica no país, podem propor ações institucionais a nível nacional para fortalecer sua sinergia e atuação nas regiões em que se encontram.

Diante das discussões apresentadas, verificou-se que os objetivos propostos para esta pesquisa foram alcançados. Como contribuição teórica desta pesquisa, cita-se a utilização da Análise Envoltória de Dados em conjunto com o Índice Produtividade de Malmquist para avaliar dois modelos distintos, sob a ótica de duas categorias de insumos, utilizando variáveis que melhor refletem a realidade da produção educacional. Dessa forma, fez-se emergir diferentes contextos de eficiência para as instituições da Rede Federal. Contextos estes que apenas um conjunto de *inputs* e *outputs* não possibilitariam sua análise, colaborando com os estudiosos que tenham interesse neste tipo fomento.

Como contribuição prática, destaca-se a possibilidade de descrever tanto uma visão de curto prazo quanto um panorama no horizonte de longo prazo das instituições em ambos os modelos propostos. Nesse sentido, os resultados encontrados e analisados nesta pesquisa podem auxiliar os gestores na identificação dos pontos críticos no processo de gerenciamento das instituições, avaliando a alocação dos seus recursos financeiros e da forma como é realizada a distribuição da força de trabalho (recursos humanos) entre suas respectivas unidades vinculadas. Maior eficiência da Rede Federal reflete em maiores impactos na economia dos municípios sede destas unidades de ensino, além daqueles considerados parte de sua abrangência territorial.

A importância atribuída à Rede Federal no Brasil é reconhecida e sua capilaridade possibilita a interiorização da educação, absorvendo as demandas das diversas regiões do país. No entanto, é importante destacar a ausência de indicadores em recortes temporais maiores, sendo uma das limitações desta pesquisa. Aponta-se também a indisponibilidade dos dados pelas instituições, impossibilitando uma análise de todas que compõem a Rede Federal. Outra limitação se deu ao contexto

pandêmico causado pelo novo coronavírus, que impossibilitou uma análise com dados mais recentes.

Diante do escopo proposto nesta pesquisa, torna-se importante indicar estudos futuros no sentido de ampliá-los para novos achados. Sugere-se um estudo que avalie as unidades que compõem as instituições ineficientes, aprofundando suas especificidades, analisando outros fatores que interferem em sua produtividade. O cenário vivido na pandemia do novo coronavírus também desperta a possibilidade de estudos para analisar como este contexto de grande instabilidade pode ter afetado a produtividade destas instituições.

O conjunto de variáveis reflete quais aspectos se pretende analisar. Neste sentido, recomenda-se não somente a aplicação dos modelos utilizados nesta pesquisa em outras instituições além das pertencentes à Rede Federal, mas, também, a inclusão de novas variáveis, inclusive qualitativas, no sentido de captar outras dimensões que estas possam assumir. Por fim, tendo em vista a presença de estudos internacionais voltados à educação profissional e tecnológica, sugere-se uma análise comparativa entre essas instituições, no sentido de identificar *benchmarks* em outros países.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, M.; DOUCOULIAGOS, C. Technical and scale efficiency of vocational education and training institutions: The Case of the New Zealand polytechnics. **New Zealand Economic Papers**, v. 34, n. 1, p. 1–24, 2000.

ABBOTT, M.; DOUCOULIAGOS, C. A data envelopment analysis of the efficiency of Victorian TAFE Institutes. **Australian Economic Review**, v. 35, n. 1, p. 55–69, 2002.

ABU-SHAWISH, R. K.; ROMANOWSKI, M. H.; AMATULLAH, T. Policy borrowing and developing knowledge economies in GCC countries: a critique from a Human Capital Theory perspective. **Asia Pacific Education Review**, v. 22, n. 1, p. 77–88, 1 mar. 2021.

ACHI, A. The efficiency of public vocational institutions by DEA: case of VTACs of Batna province, Algeria. **International Journal of Management in Education**, v. 14, n. 4, p. 352, 2020.

AGASISTI, T.; ZOIDO, P. The efficiency of schools in developing countries, analysed through PISA 2012 data. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 68, 2019.

ALIU, J.; AIGBAVBOA, C. Examining the Roles of Human Capital Theory. What next for Construction Industry? **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1378, p. 022057, dez. 2019.

ALVES, J. L. P. **Orçamento público: a real aplicabilidade dos recursos na melhoria da produtividade em uma Instituição Federal de Ensino Profissional e Tecnológica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)—Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2015.

ARANTES, V. A.; CUPERTINO, S. A. Eficiência e Alocação dos Recursos Públicos no Sistema Educacional de Minas Gerais. **Revista Horizontes Interdisciplinares da Gestão**, v. 4, n. 2, p. 45–65, 28 out. 2020.

ARAUJO, A. K.; BARBIRATO, J. M. R. C. **Análise Envoltória de Dados (DEA): um estudo bibliométrico sobre a produção científica internacional nos últimos dez anos (2006-2016)**. . In: ENEGEP 2017 - ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. JOINVILLE/SC - BRASIL: 15 nov. 2017. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/publicacoes/artigo.asp?e=enegep&a=2017&c=32993>>. Acesso em: 28 jan. 2021

ARAUJO, A. B. DE. Educação tecnológica para a indústria brasileira. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, v. 1, n. 1, p. 161, 2008.

AZEVEDO, L. A.; SHIROMA, E. O.; COAN, M. As políticas públicas para a educação profissional e tecnológica: sucessivas reformas para atender a quem? **Boletim Técnico do SENAC**, v. 38, p. 27–40, 2012.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078–1092, set. 1984.

BASTIDAS, C. B.; GEBERA, O. T. La formación en investigación y su incidencia en la producción científica del profesorado de educación de una universidad pública de Ecuador. **PUBLICACIONES**, v. 50, n. 2, p. 167–185, 15 maio 2020.

BECKER, G. S. **Human capital: a theoretical and empirical analysis, with special reference to education**. 3rd ed ed. Chicago: The University of Chicago Press, 1993.

BELLONI, J. A. **Uma Metodologia de Avaliação da Eficiência Produtiva de Universidades Federais Brasileiras**. Tese (Doutorado)—Florianópolis: UFSC, 2000.

BERNARDES, B.; SILVA, C.; SOARES, J. O impacto econômico da implantação de uma Instituição Federal de ensino em Pedro II, município piauiense do nordeste brasileiro. **CIAIQ2016**, v. 3, 7 jul. 2016.

BİRİNCİ, N.; TELATAR, O. M. THE EFFECT OF SOCIO-ECONOMIC VARIABLES ON PUBLIC SECTOR PERFORMANCE: AN EMPIRICAL ANALYSIS ON PUBLIC EXPENDITURE IN TURKEY. **M U İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, v. 42, n. 2, p. 202–222, 12 jan. 2021.

BOGETOFT, P.; WITTRUP, J. Apples to oranges: benchmarking vocational education and training programmes. **School Effectiveness and School Improvement**, v. 28, n. 2, p. 191–216, 2017.

BRASIL. Lei n 378 de 13 de jan. de 1937. Dá nova, organização ao Ministerio da Educação e Saude Publica. . 1937.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. **Brasília, DF**. out. 1988.

BRASIL. **Ministério da Educação**. Brasília: Realizações do Ministério da Educação: período 85/90, 1990.

BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dez. de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Brasília, DF**. dez. 1996.

BRASIL. **Instituto Federal - Histórico**. Disponível em: <<http://redefederal.mec.gov.br/historico>>. Acesso em: 16 jul. 2020a.

BRASIL. **Pronatec**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/pronatec>>. Acesso em: 30 maio. 2020b.

BRASIL. **Expansão da Rede Federal**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/setec-programas-e-aco/es/expansao-da-rede-federal>>. Acesso em: 2 set. 2020c.

BRASIL. **Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/rede-federal-inicial/>>. Acesso em: 12 jul. 2020.

CARVALHO, L. B. **Análise não-paramétrica da eficiência das unidades do IFTO: Aplicação de um modelo DEA**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional)—Palmas: Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional, 2014.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429–444, nov. 1978.

CHEN, E.-L. et al. Test system of the front-end readout for an application-specific integrated circuit for the water Cherenkov detector array at the large high-altitude air shower observatory. **Nuclear Science and Techniques**, v. 28, n. 6, 2017.

CHERNOVA, E. et al. Higher Education Funding Models and Institutional Effectiveness: Empirical Research of European Experience and Russian Trends. **Voprosy obrazovaniya / Educational Studies Moscow**, n. 3, p. 37–82, 2017.

CHLEBOUNOVÁ, D. Determination the efficiency of secondary schools in the Pardubice region. In: **IMPORTANCIA DE LAS TIC EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE: ESTUDIOS EN LA EDUCACIÓN MEDIA Y SUPERIOR**. Investigación. IV ed. Bogotá: Universidad Sergio Arboleda, 2019. p. 222.

COASE, R. H. The Nature of the Firm. **Economica**, v. 4, n. 16, p. 386–405, nov. 1937.

COELLI, T. J. et al. **An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis**. 2. ed. New York: Springer US, 2005.

COLLIS, J.; HUSSEY, R. **Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

CONIF. **Diretrizes para elaboração de planos de contingência para o retorno às atividades presenciais nas instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica** Conselho Nacional das Instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, , 2020. Disponível em: <<http://portal.conif.org.br/images/publicacoes/Conif-publica-protocolos-de-volta-as-aulas-na-Rede-Federal.pdf>>. Acesso em: 5 set. 2020

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. **Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software**. 1. ed. Boston, MA: Springer US, 2000.

CORDERO, J. M.; SANTÍN, D.; SIMANCAS, R. Assessing European primary school performance through a conditional nonparametric model. **Journal of the Operational Research Society**, v. 68, n. 4, p. 364–376, abr. 2017.

CUNHA, L. A. O ensino industrial-manufatureiro no Brasil. **Revista Brasileira de Educação**, p. 20, 2000a.

CUNHA, L. A. Ensino médio e ensino técnico na América Latina: Brasil, Argentina e Chile. **Cadernos de Pesquisa**, n. 111, p. 47–69, dez. 2000b.

DEPRINS, D.; SIMAR, L.; TULKENS, H. Measuring Labor-Efficiency in Post Offices. In: CHANDER, P. et al. (Eds.). . **Public goods, environmental externalities and fiscal competition**. Boston, MA: Springer US, 1984. p. 285–309.

DOURADO, L. F.; OLIVEIRA, J. F. DE. A qualidade da educação: perspectivas e desafios. **Cadernos CEDES**, v. 29, n. 78, p. 201–215, ago. 2009.

EMROUZNEJAD, A.; YANG, G. A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978–2016. **Socio-Economic Planning Sciences**, Recent developments on the use of DEA in the public sector. v. 61, p. 4–8, 1 mar. 2018.

ESPINOZA-PARRA, O.; COLLINS, C. S. Individual and institutional factors that contribute to student learning among Latina and Latino undergraduate students. **Journal of Latinos and Education**, v. 19, n. 4, p. 325–337, 1 out. 2020.

EVANOFF, D. D.; ISRAILEVICH, P. R. Productive efficiency in banking. **Economic Perspectives**, v. 15, n. Jul, p. 11–32, 1991.

FARE, R. et al. Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries. **American Economic Review**, v. 84, n. 1, p. 66–83, 1994.

FARRELL, M. J. The Measurement of Productive Efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)**, v. 120, n. 3, p. 253, 1957.

FERRO, G.; D'ELIA, V. Higher Education Efficiency Frontier Analysis: A Review of Variables to Consider. **Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science**, v. 13, n. 3, p. 140–153, 30 set. 2020.

FIEGER, P. et al. Two dimensional efficiency measurements in vocational education: Evidence from Australia. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 66, n. 2, p. 196–215, 13 fev. 2017.

FIGUEIREDO, D. S. DE; MELLO, J. C. C. B. S. DE. Índice híbrido de eficácia e eficiência para lojas de varejo. **Gestão & Produção**, v. 16, n. 2, p. 286–300, jun. 2009.

FRIED, H. O.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, S. S. (EDS.). **The measurement of productive efficiency: techniques and applications**. New York: Oxford University Press, 1993.

FRIED, H. O.; LOVELL, C. A. K.; TURNER, J. A. An analysis of the performance of university-affiliated credit unions. **Computers and Operations Research**, v. 23, n. 4, p. 375–384, 1996.

FURTADO, L. L. **Análise da eficiência técnica dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia**. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis)—Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2014.

GADOTTI, M. **Qualidade na educação: Uma nova abordagem**. São Paulo: Editora e Livraria Instituto Paulo Freire, 2010. v. 5

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2019.

GILLIES, D. State Education as High-Yield Investment: Human Capital Theory in European Policy Discourse. **Journal of Pedagogy / Pedagogický časopis**, v. 2, n. 2, p. 224–245, 1 jan. 2011.

GONÇALVES, N. G. **Constituição histórica da educação no Brasil**. 1. ed. Curitiba: InterSaberes, 2014.

GONZÁLEZ-GARAY, A. et al. Assessing the performance of UK universities in the field of chemical engineering using data envelopment analysis. **Education for Chemical Engineers**, v. 29, p. 29–41, 2019.

GRONBERG, T.; JANSEN, D.; TAYLOR, L. The Impact of Facilities on the Cost of Education. **National Tax Journal**, v. 64, p. 193–218, 1 abr. 2011.

GUIDI, R. L. S. DA S. **Relações institucionais e educação profissional e tecnológica: uma análise da eficiência institucional**. Tese (Doutorado em Administração) - Centro de Ciências Sociais Aplicadas—Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2016.

HAELERMANS, C.; RUGGIERO, J. Estimating technical and allocative efficiency in the public sector: A nonparametric analysis of Dutch schools. **European Journal of Operational Research**, v. 227, n. 1, p. 174–181, 2012.

HOLBOROW, M. Language skills as human capital? Challenging the neoliberal frame. **Language and Intercultural Communication**, v. 18, n. 5, p. 520–532, 3 set. 2018.

IKESHOJI, E. A. B.; TERÇARIOL, A. A. DE L.; AZEVEDO, M. L. N. DE. Educação profissional e tecnológica: **Revista de Educação Popular**, v. 16, n. 3, p. 50–66, 2017.

JING, Q.; SHEN, F. **An Empirical Research on the Efficiency of Vocational Education in China's Agricultural Human Resources**. 2011 International Conference on Management and Service Science. **Anais...** In: 2011 INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT AND SERVICE SCIENCE (MASS 2011). Wuhan, China: IEEE, ago. 2011. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/5998063/>>. Acesso em: 26 jan. 2021

JOHNES, J. Operational Research in education. **European Journal of Operational Research**, v. 243, n. 3, p. 683–696, jun. 2015.

JOHNES, J.; PORTELA, M.; THANASSOULIS, E. Efficiency in education. **Journal of the Operational Research Society**, v. 68, n. 4, p. 331–338, abr. 2017.

JUNIOR, H. R.; SCHIMIGUEL, J. Histórico e contexto econômico dos cursos superiores de tecnologia no Brasil. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, n. 152, 2011.

KAROLCZAK, M. E.; SOUZA, Y. S. RECURSOS HUMANOS PARA A ECONOMIA DO CONHECIMENTO NA ÓTICA DA TEORIA DO CAPITAL HUMANO. **Revista Alcance**, v. 24, n. 1 (Jan-Mar), p. 066–080, 11 maio 2017.

KAUR, H.; BHALLA, G. S. Evaluating the resource use efficiency of government colleges in Punjab (India): A data envelopment analysis. **International Journal of Law and Management**, v. 60, n. 3, p. 804–813, 1 jan. 2018.

KRIESER, A. et al. Eficiência técnica dos Institutos Federais por meio da análise envoltória de dados (DEA) / Technical efficiency of the Federal Institutes through the data envelopment analysis (DEA). **Brazilian Journal of Development**, v. 4, n. 1, p. 145–166, 19 mar. 2018.

KROTH, D. C.; GONÇALVES, F. DE O. O impacto dos gastos públicos municipais sobre a qualidade da educação: uma análise de variáveis instrumentais entre 2007 e 2011. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 53, 2020.

LEAL, G. DOS S. et al. Análise envoltória de dados e sua sensibilidade quanto a seleção de variáveis na análise de eficiência de unidades acadêmicas da Universidade Federal de Juiz de Fora. **Revista Horizontes Interdisciplinares da Gestão**, v. 2, n. 2, p. 106–134, 2018.

LINS, M. P. E.; MOREIRA, M. C. B. Método I-O Stepwise para Seleção de Variáveis em Modelos de Análise Envoltória de Dados. **Pesquisa Operacional**, n. 19, p. 39–50, 1999.

LIZOTE, S. A. et al. Capital humano e sua relação com o desempenho organizacional em empresas prestadoras de serviços contábeis. **REVISTA CATARINENSE DA CIÊNCIA CONTÁBIL**, v. 16, n. 48, 22 ago. 2017.

LOBO, M. S. C. et al. Impacto da reforma de financiamento de hospitais de ensino no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, n. 3, p. 437–445, jun. 2009.

LU, J.; LAUX, C.; ANTONY, J. Lean Six Sigma leadership in higher education institutions. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 66, n. 5, p. 638–650, 12 jun. 2017.

MACHMUD, A.; NANDIYANTO, A. B. D.; DIRGANTARI, P. D. Technical Efficiency Chemical Industry in Indonesia: Stochastic Frontier Analysis (SFA) Approach. **Pertanika Journal of Science & Technology**, v. 26, n. 3, p. 12, 2018.

MAJADA, C. P. **Eficiência em educação profissional, científica e tecnológica: um estudo sobre os Institutos Federais brasileiros**. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede Nacional - PROFIAP)—Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 30 out. 2019.

MARGINSON, S. Limitations of human capital theory. **Studies in Higher Education**, v. 44, n. 2, p. 287–301, fev. 2019.

MATIAS, A. B. et al. Níveis de Gastos e Eficiência Pública em Educação: Um Estudo de Municípios Paulistas Utilizando Análise Envoltória de Dados. **Revista de Administração da UFSM**, v. 11, n. 4, p. 1051, 23 fev. 2019.

MATIAS-PEREIRA, J. **Manual de Gestão Pública Contemporânea**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

MINCER, J. Investment in Human Capital and Personal Income Distribution. **Journal of Political Economy**, v. 66, n. 4, p. 281–302, 1958.

MOHANTY, R. K.; BHANUMURTHY, N. R. Assessing public expenditure efficiency at the subnational level in India: Does governance matter? **Journal of Public Affairs**, v. 21, n. 2, 2020.

NASCIMENTO, M. M.; CAVALCANTI, C.; OSTERMANN, F. Dez anos de instituição da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica: o papel social dos institutos federais. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 101, n. 257, 1 abr. 2020.

NÓBREGA, E. F. DA; SOUZA, F. DAS C. S. EDUCAÇÃO PROFISSIONAL NO BRASIL: uma trajetória de dualidade e exclusão. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 1, n. 3, p. 266–276, 2015.

NORMAN, M.; STOKER, B. **Data Envelopment Analysis: The Assessment of Performance**. 1st Edition ed. Chichester ; New York: Wiley, 1991.

PACHECO, E. M. **Os institutos federais : uma revolução na educação profissional e tecnológica**. Natal: IFRN, 2010.

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

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, n. 1, p. 83–106, mar. 2008.

PEÑA, C. R.; GOMES, E. B. P. Eficiência e produtividade no setor público : conceitos e medidas. In: MADURO-ABREU, A. (Ed.). **GESTÃO JUDICIÁRIA: conteúdos e disciplinas**. Brasília: IABS, 2018. p. 188–249.

PRATES, C. L. **Avaliação de eficiência em instituições de ensino público: um estudo nas unidades do Instituto Federal do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia de Produção)—Bento Gonçalves: Universidade de Caxias do Sul, 2018.

RAY, S. C.; BHADRA, D. Nonparametric Tests of Cost Minimizing Behavior: A Study of Indian Farms. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 75, n. 4, p. 990–999, 1993.

RODRIGUES, A. DE C.; MUYLDER, C. F. D.; GONTIJO, T. S. Eficiência das unidades do CEFET-MG: uma avaliação por data envelopment analysis. **ForScience**, v. 6, n. 3, 27 nov. 2018.

RZĄDZIŃSKI, L.; SWOROWSKA, A. Parametric and Non Parametric Methods for Efficiency Assessment of State Higher Vocational Schools in 2009-2011. **Entrepreneurial Business and Economics Review**, v. 4, n. 1, p. 95–112, 2016.

SALAS-VELASCO, M. Measuring and explaining the production efficiency of Spanish universities using a non-parametric approach and a bootstrapped-truncated regression. **Scientometrics**, v. 122, n. 2, p. 825–846, 2020.

SANTOS, A. C. DOS; GOMES, A. P.; ERVILHA, G. T. Eficiência e Desigualdade em Educação no Estado de Minas Gerais: uma análise da primeira etapa do PMDI. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 45, 2 jun. 2015.

SANTOS, A. DOS; CASA NOVA, S. P. DE C. Proposta de um modelo estruturado de análise de demonstrações contábeis. **RAE eletrônica**, v. 4, n. 1, jun. 2005.

SANTOS, J. P. P. DOS. **Análise da eficiência de unidades de ensino: um comparativo da evolução do desempenho entre os campi do Instituto Federal Farroupilha**. Dissertação (Mestrado em Gestão de Organizações públicas)—Rio Grande do Sul: Universidade Federal de Santa Maria, 2018.

SCHULTZ, T. W. Investment in Human Capital. **The American Economic Review**, v. 51, n. 1, p. 1–17, 1961.

SCHULTZ, T. W. Investment in Humans and Material Progress. **Challenge**, v. 12, n. 9, p. 20–24, jun. 1964.

SENRA, L. F. A. DE C. et al. Estudo sobre métodos de seleção de variáveis em DEA. **Pesquisa Operacional**, v. 27, n. 2, p. 191–207, ago. 2007.

SILVA, E. L. DA; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. e atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2005.

SIMAR, L.; WILSON, P. W. Central limit theorems and inference for sources of productivity change measured by nonparametric Malmquist indices. **European Journal of Operational Research**, v. 277, n. 2, p. 756–769, 1 set. 2019.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 8ª edição ed. São Paulo: Atlas, 2018.

THANASSOULIS, E. et al. Costs and efficiency of higher education institutions in England: A DEA analysis. **Journal of the Operational Research Society**, v. 62, n. 7, p. 1282–1297, 2011.

TURMENA, L.; AZEVEDO, M. L. N. DE. A expansão da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica: os Institutos Federais em questão. **Revista Diálogo Educacional**, v. 17, n. 54, p. 1067–1084, 27 set. 2017.

VALERO, A.; VAN REENEN, J. The economic impact of universities: Evidence from across the globe. **Economics of Education Review**, v. 68, p. 53–67, 1 fev. 2019.

VIAMONTE, P. F. V. S. Ensino Profissionalizante e Ensino Médio: novas análises a partir da LDB 9394/96. **Educação em Perspectiva**, v. 2, n. 1, 2011.

VISBAL-CADAVID, D.; MARTÍNEZ-GÓMEZ, M.; GUIJARRO, F. Assessing the efficiency of public universities through DEA. A case study. **Sustainability (Switzerland)**, v. 9, n. 8, 2017.

WITTE, K. DE; LÓPEZ-TORRES, L. Efficiency in education: a review of literature and a way forward. **Journal of the Operational Research Society**, v. 68, n. 4, p. 339–363, 1 abr. 2017.

WOLSZCZAK-DERLACZ, J. Assessment of TFP in European and American higher education institutions - Application of malmquist indices. **Technological and Economic Development of Economy**, v. 24, n. 2, p. 467–488, 2017.

WOODHALL, M. Cost Analysis in Education. In: PSACHAROPOULOS, G. (Ed.). . **Economics of Education**. 1. ed. Oxford ; New York: Pergamon Press, 1987. p. 393–399.

YANG, C.; WANG, T.-P. Productivity comparison of European airlines: bootstrapping Malmquist indices. **Applied Economics**, v. 48, n. 52, p. 5106–5116, 2016.

YANG, G.-L.; FUKUYAMA, H.; SONG, Y.-Y. Measuring the inefficiency of Chinese research universities based on a two-stage network DEA model. **Journal of Informetrics**, v. 12, n. 1, p. 10–30, 2018.

ZHU, J. **Quantitative models for performance evaluation and benchmarking: data envelopment analysis with spreadsheets**. 3. ed. Cham: Springer, 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE A – DADOS COLETADOS MODELO 1

DMU Nº	2017								
	OUTPUT					INPUT			
	VAG	PRO	SUP	POS	PEI	DOC	TAE	GAT	ATT
1	2401	88	17	4	242	332	337	102979520,00	54543911,72
2	6761	164	41	7	223	938	462	377304847,00	439851783,85
3	20996	208	35	22	256	941	900	357962620,00	537154,70
5	7258	160	30	3	171	493	539	176472140,00	201514092,41
6	11113	229	39	3	47	1339	1081	539023359,00	512956754,42
7	7043	189	15	15	228	660	1054	287324311,00	252259676,39
8	8798	186	39	14	881	905	848	354900790,00	547481058,07
9	21562	425	151	18	1165	1688	1512	605225489,00	646562184,18
10	14313	203	66	28	1180	1450	1328	617494633,00	764604134,93
13	5394	162	64	9	423	1103	882	438628356,00	577817637,69
14	7195	208	42	21	772	659	637	302451577,00	277987773,98
15	12103	382	72	15	1184	1633	1341	559519830,00	399712421,31
17	7553	196	19	11	184	526	580	175679319,00	199180227,79
18	13727	198	66	14	342	1032	840	426886378,00	412519672,67
19	7729	403	46	8	272	629	648	251229808,00	388844352,19
20	9074	418	88	21	135	1197	1008	401096684,00	621762413,88
22	9974	227	32	6	292	1136	1003	500624781,00	376837591,36
23	8022	244	56	24	408	1126	940	387154092,00	279545423,46
24	13617	303	44	15	437	1102	885	353177297,00	415437050,49
25	6728	114	21	15	142	1036	865	401010650,00	154479337,69
26	19718	387	75	29	422	1379	1192	564517888,00	617563593,83
27	11310	146	21	12	82	547	562	195699699,00	251375039,03
28	1351	54	23	2	113	289	370	136209202,00	113546974,16
32	5382	183	30	5	258	434	532	169380056,00	123512510,76
34	4025	136	28	10	124	573	623	287077549,00	188371209,77
36	19812	166	45	18	273	528	508	271549470,00	262521831,63
37	4536	104	32	11	585	554	546	231215659,00	198425614,26
38	4997	110	33	3	210	603	574	232496563,00	222385671,40
39	6175	115	19	17	205	886	659	458145332,00	276441175,00
40	5287	96	33	16	259	842	635	399188535,00	279886062,49
41	6233	95	4	7	132	1187	975	659451169,69	685710710,60

DMU Nº	2018								
	OUTPUT					INPUT			
	VAG	PRO	SUP	POS	PEI	DOC	TAE	GAT	ATT
1	2300	57	18	4	253	347	380	112069434,00	69860489,84
2	7090	185	51	8	238	959	531	409340636,00	475734575,00
3	5686	196	34	28	277	927	860	378736833,00	548548,52
5	9757	181	31	4	183	664	565	219785759,00	225543595,86
6	10652	190	55	6	163	1460	1086	571248890,00	555677664,21
7	7048	180	21	19	243	783	1059	321443024,00	256780607,62
8	7464	152	44	18	1044	897	858	368814582,00	512934916,08
9	24390	490	169	27	1266	1685	1585	696349669,00	747295562,28
10	14376	219	70	41	1197	1455	1344	662212441,00	780495002,52
13	6992	157	69	16	536	1119	882	451951673,00	649610761,30
14	7199	174	53	26	907	673	645	342500620,00	334857635,50
15	13392	409	84	18	1386	1654	1357	601461420,00	457063718,81
17	6671	165	26	16	554	546	572	184925766,00	168660655,96

18	8186	211	67	23	426	1040	835	444373803,00	444386448,03
19	12779	356	55	12	289	626	679	268768373,00	389218055,33
20	8149	377	92	28	368	1256	1013	487171119,00	411972490,16
22	9800	242	33	8	308	1169	1019	572843951,00	402955262,33
23	9068	261	64	28	556	1235	932	424630401,00	322905195,45
24	13798	277	52	20	446	1173	928	392889196,00	513332579,26
25	6239	107	22	22	200	1044	874	422328991,00	185166627,76
26	22847	421	81	31	532	1463	1256	608567739,00	584517402,62
27	7217	137	26	12	130	613	558	222829648,00	246044477,02
28	2480	62	26	4	122	283	374	133440056,00	130660231,19
32	4757	165	32	4	282	435	523	207437663,00	164952768,84
34	4496	165	33	13	125	588	628	292307605,00	218258345,09
36	23456	193	48	22	287	537	549	282480285,00	293556445,04
37	6341	132	37	14	576	564	567	239571299,00	212084735,08
38	5175	108	34	5	338	624	581	244417798,00	231900832,63
39	4216	121	21	17	173	946	663	464387507,00	307451828,18
40	4694	97	43	15	211	844	620	416674822,00	315736360,29
41	5466	110	4	15	158	1143	1002	684682595,44	715534772,71

DMU Nº	2019								
	OUTPUT					INPUT			
	VAG	PRO	SUP	POS	PEI	DOC	TAE	GAT	ATT
1	2763	48	19	6	363	350	389	120719607,50	98020486,55
2	7057	130	43	11	216	988	596	438847320,92	383871444,95
3	5915	184	36	23	301	888	837	394823519,45	574264388,54
5	9724	141	33	7	244	697	1148	248495903,07	229268964,86
6	11331	202	66	8	183	1464	1093	635094714,41	579211590,17
7	12998	220	23	27	94	782	1045	329898838,87	268126340,07
8	6117	114	46	25	774	912	868	395159378,55	488406089,51
9	28250	517	184	34	423	1945	1569	762243217,03	727660722,66
10	14088	219	60	50	1265	1491	1357	715969082,65	842892532,82
13	6763	119	70	19	391	1122	889	490519285,27	671374327,49
14	6993	124	63	32	1013	720	661	338544173,28	341500204,61
15	12943	405	86	21	1241	1735	1427	671130999,46	490404863,44
17	8078	143	31	18	267	581	603	213039622,07	184630298,64
18	8604	151	67	20	399	1053	846	465801853,28	424615905,63
19	12205	256	58	9	377	648	675	287861260,02	398923441,21
20	8959	305	86	28	332	1317	1046	496109829,38	406673266,66
22	10507	224	44	14	363	1191	1010	622915853,87	437787146,36
23	10722	235	70	27	340	1288	918	453744398,72	339804829,58
24	13149	224	72	21	436	1221	922	450121695,98	554464589,71
25	5855	80	25	32	303	1033	854	447702902,26	194574934,12
26	22877	385	80	31	488	1473	1292	645683923,28	603543652,83
27	10170	139	31	21	102	627	567	236502201,10	282663829,11
28	2818	53	23	5	138	267	371	146331099,60	139956539,24
32	4409	128	34	6	264	429	519	195509213,95	177297285,99
34	5078	114	34	17	131	620	647	317116504,97	232120748,70
36	19618	173	52	20	275	557	530	289281398,46	384387882,92
37	5278	108	35	15	533	574	556	252086525,82	213881892,71
38	7787	102	39	6	341	645	586	256820364,39	236903664,65
39	5655	116	23	22	210	959	642	485307792,38	245925005,56
40	5424	85	47	15	270	839	605	435140222,27	329815542,93
41	6263	86	4	17	191	1197	981	736455856,27	631437174,68

APÊNDICE B – DADOS COLETADOS MOD 2

DMU Nº	2011				
	OUTPUT	INPUT			
		RECURSOS HUMANOS		RECURSOS FINANCEIROS	
RCM	TCD	TCT	GCA	ATM	
1	0,026	1	0,8	15294,3	89960,8
2	0,056	3,2	1	10679,3	54184,8
3	0,109	1,9	0,5	7669	13822,2
4	0,097	1,1	0,7	9275,3	69454,6
5	0,138	3,1	1	9333,4	95293,9
6	0,09	3,1	1,1	10242	1133,7
7	0,2	1,7	0,6	12660,1	26061
8	0,2412	3,7	0,6	15901,1	87974,6
9	0,117	3,3	1,1	6192,6	11541,1
11	0,064	3,1	1,2	7116,6	35828,8
13	0,149	2,3	0,7	8996,3	23391,2
14	0,177	2,4	1,6	7763	40504,1
16	0,183	2	0,4	8396,6	47763,7
17	0,008	3,1	1,5	4125,7	40935,4
18	0,13	2,5	0,6	8642,1	12276,6
19	0,134	1,6	0,4	8997,3	10351,5
20	0,063	3,1	0,8	5336,8	6409,5
21	0,098	3,6	1,2	8774,5	52644,3
23	0,146	2,9	0,4	5472,7	8154,3
24	0,174	3,5	1,2	1385,2	2342,9
25	0,148	1,9	0,4	8896,8	5028,4
26	0,2	3,2	0,9	4033,1	28138,1
27	0,038	2,1	1,7	6739,6	50220,6
28	0,189	2,2	0,5	7621,2	12447,1
29	0,258	1,5	0,5	7357,9	6322,3
32	0,19	1,7	0,4	6272,2	6779,1
33	0,085	3,6	1,1	5287,1	4153,3
34	0,258	1,9	0,5	8043,6	9230
35	0,181	2,4	0,5	9270,9	6194,1
36	0,471	2,1	0,5	3338,3	4984,9
38	0,08	1,7	0,6	6249,3	11634,9
39	0,177	3,7	1,7	10469,4	58560
40	0,088	3,8	0,6	7029	34865,3
42	0,046	3,4	2,0	53608,6	12867,8

DMU Nº	2012				
	OUTPUT	INPUT			
		RECURSOS HUMANOS		RECURSOS FINANCEIROS	
RCM	TCD	TCT	GCA	ATM	
1	0,067	3,0	0,9	8655,6	45605,7
2	0,061	3,4	1,0	10211,5	64074,8
3	0,086	2,0	0,5	6090,3	11197,7
4	0,06	1,1	0,7	7917,1	61881,7
5	0,118	2,9	1,0	6257,8	67053,9
6	0,056	3,6	1,3	8456,5	3374,5
7	0,131	1,7	0,6	12143,5	21235,8
8	0,22	3,8	0,9	12192,2	74550,8
9	0,054	3,2	1,2	8190,5	16781,5
11	0,13	3,1	1,3	6740,8	38619,5
13	0,082	2,3	0,6	10494,8	20680,8

14	0,117	3,8	1,6	7411,0	58307,8
16	0,179	2,1	0,5	9132,1	57013,7
17	0,006	3,3	1,6	4314,7	32877,4
18	0,087	2,8	0,6	8118,4	12495,7
19	0,189	3,4	0,4	8218,5	11071,1
20	0,184	3,2	0,9	6337,9	17528,9
21	0,078	3,7	1,2	8748,8	54447,1
23	0,095	2,9	0,4	4911,6	8129,0
24	0,175	3,6	1,4	2120,8	3891,0
25	0,124	3,9	0,4	8957,6	6047,4
26	0,421	3,4	1,3	3907,3	27832,8
27	0,036	2,5	1,7	5482,9	40548,7
28	0,147	3,3	0,7	6233,6	9203,3
29	0,144	4,0	0,5	7969,4	9113,0
32	0,232	3,1	0,4	4653,3	4644,4
33	0,084	3,8	1,3	5055,7	4388,4
34	0,163	4,0	0,5	7009,6	7619,7
35	0,168	3,6	0,5	7765,9	5405,0
36	0,438	3,8	1,2	2959,3	6102,3
38	0,084	1,7	0,7	6177,4	10778,0
39	0,145	3,9	2,0	9684,4	69848,9
40	0,118	3,8	0,8	6492,3	47880,7
42	0,0453	3,7	2,1	60200,8	14867,7

DMU Nº	2013				
	OUTPUT	INPUT			
		RECURSOS HUMANOS		RECURSOS FINANCEIROS	
RCM	TCD	TCT	GCA	ATM	
1	0,0646	3,0	1,2	9295,6	50045,5
2	0,0509	3,4	1,2	10473,9	65425,6
3	0,0955	3,3	0,6	6941,8	12146,1
4	0,2817	3,0	0,7	6009,3	46851,9
5	0,1624	3,5	1,1	7345,2	66169,2
6	0,0666	3,7	1,4	8073,5	4961,0
7	0,1433	3,9	0,6	13535,7	17869,5
8	0,1899	3,9	0,9	14703,4	85397,7
9	0,0884	3,4	1,3	8217,4	17266,2
11	0,1758	3,2	1,5	8032,8	46949,2
13	0,1305	3,9	1,1	10567,1	25394,6
14	0,1057	3,9	2,6	6099,1	44942,8
16	0,1954	3,9	0,7	10860,4	18817,5
17	0,0262	3,6	1,9	4973,7	34533,2
18	0,0884	3,7	0,7	7487,4	11164,9
19	0,0592	3,4	0,5	2929,4	9524,6
20	0,0875	3,2	1,1	7723,2	25241,6
21	0,0669	3,9	1,4	9297,3	57783,1
23	0,1173	3,2	0,4	5542,8	8243,2
24	0,1364	3,7	1,6	3263,8	5818,7
25	0,1204	3,9	0,4	11520,8	8819,4
26	0,2205	3,4	1,5	6797,6	46576,0
27	0,099	3,2	1,7	5731,5	41842,1
28	0,0614	3,3	0,7	8997,4	15206,2
29	0,1619	4,1	1,4	9898,4	11281,2
32	0,21	3,1	0,5	6792,9	6051,8
33	0,1125	4,0	1,4	6382,5	5988,1
34	0,159	3,9	1,0	8427,6	10824,0
35	0,0889	3,8	0,8	9359,9	7758,8
36	0,298	3,9	1,4	4114,7	8867,7

38	0,0914	3,1	0,7	7401,8	13577,0
39	0,1623	3,8	2,2	14475,5	84098,0
40	0,0743	4,0	1,0	7313,2	48720,7
42	0,0474	4,0	2,3	65500,5	22979,4

DMU Nº	2014				
	OUTPUT	INPUT			
		RECURSOS HUMANOS		RECURSOS FINANCEIROS	
RCM	TCD	TCT	GCA	ATM	
1	0,0327	3,1	1,3	12225,2	69965,1
2	0,0331	3,6	1,3	11972,6	66469,4
3	0,0635	3,1	0,9	8443,5	21235,5
4	0,3925	3,2	0,7	5374,3	37948,0
5	0,1679	3,5	1,5	9793,5	70207,2
6	0,0534	3,5	1,5	10100,1	6949,6
7	0,1375	4,0	0,9	19531,7	25608,8
8	0,1587	3,8	1,7	18021,8	100548,4
9	0,087	3,6	1,5	10012,0	21625,6
11	0,0477	3,5	1,6	12220,1	58268,9
13	0,1141	3,9	1,2	17303,8	37365,8
14	0,0781	4,1	2,4	12312,6	83318,0
16	0,1515	3,5	0,9	15252,3	20450,7
17	0,0731	3,7	1,7	17188,1	112824,0
18	0,096	3,8	0,9	13438,8	19422,3
19	0,0962	3,5	0,5	11163,3	34640,1
20	0,1504	3,4	1,3	10722,6	34344,2
21	0,0418	3,9	1,5	12165,5	62142,1
23	0,0725	3,3	0,4	10033,4	13305,0
24	0,0889	3,8	1,9	7844,6	13337,9
25	0,0981	4,0	0,5	14787,6	10536,9
26	0,1081	2,7	1,7	8554,5	48284,2
27	0,103	3,4	1,3	13465,6	93546,4
28	0,0505	3,5	0,7	13309,1	14908,2
29	0,1422	3,9	1,3	11974,8	13711,3
32	0,1332	3,4	0,6	11964,6	10533,5
33	0,0802	3,9	1,5	9469,1	8318,1
34	0,1367	3,6	1,5	15171,4	20412,5
35	0,0983	3,7	1,5	15488,4	12064,6
36	0,5341	3,9	1,5	7074,4	14404,3
38	0,1138	3,2	0,8	10837,7	16838,0
39	0,1507	3,8	2,2	13827,1	79342,0
40	0,1022	3,9	1,1	9089,4	53767,4
42	0,0446	4,2	2,3	86434,6	22376,3

DMU Nº	2015				
	OUTPUT	INPUT			
		RECURSOS HUMANOS		RECURSOS FINANCEIROS	
RCM	TCD	TCT	GCA	ATM	
1	0,0727	3,2	1,3	14808,8	9515,3
2	0,0364	3,7	1,5	12230,5	9996,1
3	0,0633	3,3	1,4	10300,6	20661,2
4	0,3071	3,3	1,1	6310,6	6855,9
5	0,1821	3,7	1,8	9800,7	14799,5
6	0,0513	3,7	1,5	11593,6	13370,6
7	0,0876	3,8	1,4	18209,8	23032,2
8	0,1308	4,0	2,0	19481,3	37264,7
9	0,0661	3,8	1,6	12116,0	16888,0
11	0,0566	3,7	1,7	14001,9	10567,2

13	0,1009	4,0	1,2	19062,9	34706,5
14	0,1411	4,1	2,6	12677,4	15456,2
16	0,084	3,9	1,1	15280,8	18892,7
17	0,0637	3,8	1,9	14340,3	27790,2
18	0,0653	3,8	1,6	13227,8	15553,6
19	0,1386	3,7	1,8	11028,1	23725,8
20	0,0927	3,6	1,5	10856,6	24722,9
21	0,0411	3,9	1,6	13132,3	13509,0
23	0,0419	3,4	1,7	11885,0	12102,4
24	0,2242	3,9	2,2	6094,9	9571,7
25	0,0835	4,1	0,7	15116,5	8341,7
26	0,086	3,9	1,7	10128,6	16616,3
27	0,1032	3,5	1,6	16486,2	18504,7
28	0,0992	3,3	1,0	15324,8	17722,0
29	0,1218	4,0	1,3	14936,8	14379,1
32	0,1912	3,6	1,4	12174,4	13469,0
33	0,2041	4,0	1,7	11300,4	9852,4
34	0,0983	4,0	1,6	14029,9	12624,9
35	0,0473	3,9	1,8	12960,4	12049,2
36	0,4694	4,1	1,6	9393,5	11584,8
38	0,0794	3,5	1,6	12265,6	14374,1
39	0,1204	4,0	2,2	14097,1	11956,4
40	0,1245	4,0	1,3	10536,9	11514,0
42	0,0427	4,3	2,4	39434,9	22463,5

DMU Nº	2016				
	OUTPUT	INPUT			
		RECURSOS HUMANOS		RECURSOS FINANCEIROS	
RCM	TCD	TCT	GCA	ATM	
1	0,0893	3,4	1,6	18716,0	9980,9
2	0,0714	3,8	1,5	15030,4	18784,9
3	0,0805	3,3	1,6	13276,2	20361,2
4	0,1534	3,4	0,8	12897,7	7607,6
5	0,0917	3,8	1,8	14345,0	14658,3
6	0,0723	3,8	1,6	14209,3	12508,2
7	0,118	4,0	1,8	18920,1	17882,2
8	0,1256	4,2	2,2	16440,1	33132,2
9	0,0983	3,8	1,8	14469,5	13966,4
10	0,1256	4,1	1,8	20107,2	24585,2
11	0,0917	3,8	1,8	13327,2	9077,7
12	0,1405	4,2	1,7	20000,4	16593,5
13	0,1016	4,0	1,3	20122,5	43451,9
14	0,19	4,2	2,6	14881,2	13266,7
15	0,0756	3,4	1,3	13846,6	11069,8
16	0,1036	4,0	1,2	16203,2	18378,1
17	0,1123	3,7	1,9	14167,1	19594,8
18	0,0931	3,8	1,7	14837,5	15714,1
19	0,1331	3,7	2,0	16526,6	26663,3
20	0,1745	3,6	1,6	14788,8	26460,1
21	0,037	4,0	1,7	16394,8	13554,1
22	0,0756	3,8	1,7	16242,8	9427,5
23	0,1034	3,5	1,8	14208,3	10019,3
24	0,1405	4,0	2,3	16694,2	13368,9
25	0,0729	4,2	1,0	21874,5	8518,8
26	0,1195	3,9	1,8	15216,8	11989,6
27	0,108	3,5	1,8	17496,3	22670,1
28	0,0698	3,4	1,2	23949,4	21670,6
29	0,1152	4,2	1,3	17348,7	13455,4

30	0,0464	3,9	1,5	19387,9	16276,4
32	0,1945	3,7	1,6	25584,5	11331,3
33	0,2652	4,1	1,8	17145,4	9386,2
34	0,0729	4,1	1,9	18870,3	12256,4
35	0,0961	4,0	1,9	18463,4	11765,4
36	0,1322	4,2	1,8	15653,3	12016,2
37	0,0973	4,1	2,0	21573,9	21090,2
38	0,1427	3,7	1,7	13075,9	13056,8
39	0,0579	4,4	2,4	20670,8	13361,9
40	0,0317	4,1	1,4	18182,5	14316,6
41	0,0316	3,7	1,5	26935,2	40006,7
42	0,0447	4,4	2,4	35853,3	21958,8

DMU Nº	2017				
	OUTPUT	INPUT			
		RECURSOS HUMANOS		RECURSOS FINANCEIROS	
RCM	TCD	TCT	GCA	ATM	
1	0,2499	3,5	1,6	16216,2	8959,2
2	0,1694	3,8	1,8	16785,2	23587,1
3	0,15	3,6	1,9	12889,9	22365,6
4	0,3207	3,5	2,1	14554,8	10662,5
5	0,1748	4,0	2,0	13001,8	15439,3
6	0,1312	3,9	2,1	15127,1	16312,8
7	0,1525	4,1	1,9	17042,6	15996,2
8	0,2123	4,2	2,3	17677,2	29529,7
9	0,1666	3,9	2,1	14407,3	17217,8
10	0,1951	4,2	2,5	19245,4	27492,9
11	0,1702	3,9	2,1	14061,7	9901,1
12	0,2247	4,2	2,1	19783,4	16674,9
13	0,1419	4,2	1,9	20235,2	30379,5
14	0,2311	4,3	2,7	16785,0	17569,7
15	0,1499	3,7	1,6	15735,7	12507,0
16	0,2164	4,1	1,9	17031,2	18400,1
17	0,1904	3,9	2,0	15845,3	18698,9
18	0,1709	3,9	2,0	14043,5	15923,1
19	0,3179	3,9	2,4	14720,4	25179,3
20	0,124	3,7	1,9	12361,4	22502,3
21	0,0872	4,1	2,2	16893,7	16781,0
22	0,1162	3,9	1,7	15313,2	14494,3
23	0,2223	3,6	2,1	14851,7	11987,9
24	0,2922	4,0	2,4	14460,7	18231,3
25	0,1486	4,3	1,9	21397,7	9531,1
26	0,353	4,1	2,2	12482,3	15586,4
27	0,2761	3,7	1,9	11499,9	15517,0
28	0,1454	3,6	2,0	26614,8	26030,9
29	0,25	4,3	2,3	17654,5	13432,5
30	0,2174	4,1	2,0	18028,3	21399,6
32	0,2063	3,8	2,0	21036,1	16389,7
33	0,2879	4,1	2,1	16903,9	12853,7
34	0,1547	4,2	2,6	19739,2	15219,5
35	0,0887	4,1	2,2	19384,8	14586,8
36	0,1776	4,3	2,5	12150,8	14212,6
37	0,1921	4,2	2,4	20025,0	19432,5
38	0,1319	3,8	2,3	13758,4	13827,4
39	0,1266	4,4	2,5	20516,2	15513,0
40	0,0637	4,2	2,1	15340,6	14721,5
41	0,2845	3,7	1,6	32660,7	34478,6
42	0,0475	4,4	2,5	47627,4	22145,7

DMU Nº	2018				
	OUTPUT	INPUT			
		RECURSOS HUMANOS		RECURSOS FINANCEIROS	
RCM	TCD	TCT	GCA	ATM	
1	0,1557	3,6	1,6	16284,2	17807,9
2	0,1467	3,8	1,7	16603,2	33450,6
3	0,1393	3,5	1,9	15915,5	39649,3
4	0,2582	3,4	2,1	13723,1	14810,7
5	0,1801	4,0	2,1	12277,4	23010,0
6	0,1435	3,9	2,1	13664,0	26219,9
7	0,2128	4,0	2,0	17957,7	28874,5
8	0,1647	4,2	2,4	18540,8	41858,6
9	0,1849	4,0	2,1	12877,9	23550,2
10	0,2468	4,2	2,4	17263,0	38550,6
11	0,1545	3,9	2,1	15439,2	30282,5
12	0,3115	4,2	2,1	19886,2	29303,4
13	0,1925	4,2	1,9	21106,5	60010,2
14	0,1014	4,3	2,9	15339,1	25113,1
15	0,1278	3,7	1,6	16201,0	17483,9
16	0,1765	4,1	1,9	18736,7	30603,1
17	0,1593	3,8	2,3	15841,3	24532,5
18	0,1506	3,9	2,0	15567,2	21055,0
19	0,1493	3,9	2,4	14304,3	23785,0
20	0,1972	3,7	1,9	16711,1	29466,6
21	0,0854	4,1	2,1	14542,3	21042,1
22	0,1875	3,9	1,8	15543,3	22926,4
23	0,1716	3,7	2,2	13679,7	19098,9
24	0,178	4,0	2,5	13651,2	23734,6
25	0,1728	4,3	2,0	19782,5	16980,0
26	0,269	4,1	2,1	14078,0	23762,8
27	0,1654	3,6	2,2	11602,1	19068,8
28	0,2626	3,7	1,9	24057,1	35767,9
29	0,2813	4,3	2,3	16558,3	20845,4
30	0,1569	4,1	2,0	19918,8	45201,0
32	0,2514	3,8	2,0	18343,2	29498,0
33	0,2588	4,1	2,1	15564,4	20513,9
34	0,1864	4,2	2,5	15135,9	23853,4
35	0,1654	4,1	2,3	15289,8	17173,8
36	0,2948	4,3	2,6	14244,7	26850,5
37	0,2097	4,2	2,6	18043,6	30082,9
38	0,1536	3,9	2,4	14169,7	26896,4
39	0,1471	4,4	2,6	18394,1	24951,5
40	0,0791	4,2	2,1	14223,2	19284,0
41	0,2369	3,8	1,7	31048,2	62832,3
42	0,0472	4,5	2,6	37354,9	23166,2

DMU Nº	2019				
	OUTPUT	INPUT			
		RECURSOS HUMANOS		RECURSOS FINANCEIROS	
RCM	TCD	TCT	GCA	ATM	
1	0,1528	4,2	2,3	17054,4	22721,5
2	0,1496	4,4	2,0	16174,0	25460,7
3	0,2207	4,4	2,2	16558,1	44337,9
4	0,1519	4,0	2,4	14157,7	14194,8
5	0,2079	4,3	1,2	13691,8	18990,2
6	0,0949	3,7	2,2	15403,8	23866,3
7	0,3154	4,1	2,1	15996,2	21862,9

8	0,1956	3,7	2,5	18372,1	38740,9
9	0,2360	3,7	2,6	12656,2	19948,5
10	0,2582	4,1	2,6	19167,4	39734,7
11	0,2390	4,0	1,7	15038,7	34998,9
12	0,2266	4,3	2,1	19438,4	30733,4
13	0,1348	4,0	2,8	23522,3	57230,8
14	0,1331	4,3	2,9	14919,4	22662,4
15	0,1838	4,1	2,7	15381,3	17215,6
16	0,3874	4,3	2,8	16586,3	29549,1
17	0,2090	3,9	2,4	14880,1	20787,0
18	0,2552	4,3	2,4	15931,9	21511,5
19	0,2052	4,0	2,6	12638,8	22130,4
20	0,1651	4,0	2,3	16765,8	26184,6
21	0,1366	4,1	2,3	13991,1	20293,6
22	0,1187	3,9	2,0	15713,8	21205,5
23	0,1986	4,2	2,1	14615,2	17621,1
24	0,1885	4,0	2,6	12484,7	25162,9
25	0,1299	3,8	2,7	21356,5	16654,5
26	0,5373	4,2	2,4	14286,0	24948,1
27	0,2487	4,4	2,3	11186,5	19340,7
28	0,2841	4,2	2,3	25910,6	35858,7
29	0,4936	3,8	2,3	15177,2	12319,1
30	0,0959	3,8	2,3	20778,2	37805,2
32	0,1868	4,2	2,6	17394,5	27505,0
33	0,4496	4,3	2,4	15831,6	19571,5
34	0,1495	4,3	2,5	18235,4	24953,9
35	0,1351	4,2	2,2	16927,0	18919,7
36	0,6466	4,4	2,3	11076,5	28222,3
37	0,1768	4,3	2,4	18463,2	25024,2
38	0,1476	4,0	2,5	13379,4	19696,0
39	0,1446	4,5	2,7	19649,2	21530,8
40	0,0583	4,4	2,3	13540,3	19034,8
41	0,2065	3,8	1,8	28430,9	48109,5
42	0,0533	4,6	2,7	40187,0	24130,2

**APÊNDICE C – ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS DADOS COLETADOS –
MOD 1**

2017									
Estatística descritiva	OUTPUT					INPUT			
	VAG	PRO	SUP	POS	PEI	DOC	TAE	GAT	ATT
Média	9361	203	43	13	376	895	802	361970245	346586292
Desvio Padrão	5370	104	28	7	324	377	296	151580135	197356828
Valor mínimo	1351	54	4	2	47	289	337	102979520	537155
Valor máximo	21562	425	151	29	1184	1688	1512	659451170	764604135

2018									
Estatística descritiva	OUTPUT					INPUT			
	VAG	PRO	SUP	POS	PEI	DOC	TAE	GAT	ATT
Média	9103	203	48	17	444	927	817	391311084	365345116
Desvio Padrão	5697	107	31	9	353	382	301	163415803	199130385
Valor mínimo	2300	57	4	4	122	283	374	112069434	548549
Valor máximo	24390	490	169	41	1386	1685	1585	696349669	780495003

2019									
Estatística descritiva	OUTPUT					INPUT			
	VAG	PRO	SUP	POS	PEI	DOC	TAE	GAT	ATT
Média	9626	178	51	20	396	955	840	418547695	390787406
Desvio Padrão	5666	107	32	10	295	409	306	179212265	187694257
Valor mínimo	2763	48	4	5	94	267	371	120719608	98020487
Valor máximo	28250	517	184	50	1265	1945	1569	762243217	842892533

**APÊNDICE D – ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS DADOS COLETADOS –
MOD 2**

2011					
Estatística descritiva	OUTPUT	INPUT			
		RECURSOS HUMANOS		RECURSOS FINANCEIROS	
	RCM	TCD	TCT	GCA	ATM
Média	0,1414	2,6	0,9	9308,0	28866,3
Desvio Padrão	0,0875	0,8	0,4	8379,3	27308,2
Valor mínimo	0,0080	1,0	0,4	1385,2	1133,7
Valor máximo	0,4710	3,8	2,0	53608,6	95293,9

2012					
Estatística descritiva	OUTPUT	INPUT			
		RECURSOS HUMANOS		RECURSOS FINANCEIROS	
	RCM	TCD	TCT	GCA	ATM
Média	0,1331	3,2	1,0	8800,4	27797,0
Desvio Padrão	0,0926	0,7	0,5	9378,4	23514,4
Valor mínimo	0,0060	1,1	0,4	2120,8	3374,5
Valor máximo	0,4380	4,0	2,1	60200,8	74550,8

2013					
Estatística descritiva	OUTPUT	INPUT			
		RECURSOS HUMANOS		RECURSOS FINANCEIROS	
	RCM	TCD	TCT	GCA	ATM
Média	0,1247	3,6	1,2	9826,1	29033,4
Desvio Padrão	0,0651	0,3	0,6	10229,4	23570,1
Valor mínimo	0,0262	3,0	0,4	2929,4	4961,0
Valor máximo	0,2980	4,1	2,6	65500,5	85397,7

2014					
Estatística descritiva	OUTPUT	INPUT			
		RECURSOS HUMANOS		RECURSOS FINANCEIROS	
	RCM	TCD	TCT	GCA	ATM
Média	0,1186	3,6	1,3	14310,8	39088,8
Desvio Padrão	0,0971	0,3	0,5	13144,7	30072,2
Valor mínimo	0,0327	2,7	0,4	5374,3	6949,6
Valor máximo	0,5341	4,2	2,4	86434,6	112824,0

2015					
Estatística descritiva	OUTPUT	INPUT			
		RECURSOS HUMANOS		RECURSOS FINANCEIROS	
	RCM	TCD	TCT	GCA	ATM
Média	0,1153	3,8	1,6	13665,5	16306,9
Desvio Padrão	0,0865	0,3	0,4	5459,5	7091,0
Valor mínimo	0,0364	3,2	0,7	6094,9	6855,9
Valor máximo	0,4694	4,3	2,6	39434,9	37264,7

2016					
Estatística descritiva	OUTPUT	INPUT			
		RECURSOS HUMANOS		RECURSOS FINANCEIROS	
	RCM	TCD	TCT	GCA	ATM
Média	0,1048	3,9	1,7	17754,5	16956,9
Desvio Padrão	0,0470	0,3	0,4	4446,5	8026,3
Valor mínimo	0,0316	3,3	0,8	12897,7	7607,6
Valor máximo	0,2652	4,4	2,6	35853,3	43451,9

2017					
Estatística descritiva	OUTPUT	INPUT			
		RECURSOS HUMANOS		RECURSOS FINANCEIROS	
	RCM	TCD	TCT	GCA	ATM
Média	0,1885	4,0	2,1	17704,6	17845,7
Desvio Padrão	0,0710	0,3	0,3	6223,1	5848,5
Valor mínimo	0,0475	3,5	1,6	11499,9	8959,2
Valor máximo	0,3530	4,4	2,7	47627,4	34478,6

2018					
Estatística descritiva	OUTPUT	INPUT			
		RECURSOS HUMANOS		RECURSOS FINANCEIROS	
	RCM	TCD	TCT	GCA	ATM
Média	0,1833	4,0	2,1	17060,1	27632,9
Desvio Padrão	0,0590	0,3	0,3	4726,6	10424,5
Valor mínimo	0,0472	3,4	1,6	11602,1	14810,7
Valor máximo	0,3115	4,5	2,9	37354,9	62832,3

2019					
Estatística descritiva	OUTPUT	INPUT			
		RECURSOS HUMANOS		RECURSOS FINANCEIROS	
	RCM	TCD	TCT	GCA	ATM
Média	0,2173	4,1	2,3	17145,1	25872,4
Desvio Padrão	0,1253	0,2	0,3	5164,3	9448,0
Valor mínimo	0,0533	3,7	1,2	11076,5	12319,1
Valor máximo	0,6466	4,6	2,9	40187,0	57230,8