

Administração Pública, Governo e Terceiro Setor
**EFICIÊNCIA DOS CAMPI DA REDE FEDERAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL,
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO BRASIL¹**

36º ENANGRAD

¹ Agradecemos o apoio da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP, pelo fornecimento dos recursos financeiros e bolsa de estudos, Edital n° 07/2023 – Pró-Humanidades.

Resumo

Este estudo analisou a evolução e os diferenciais de eficiência dos campi da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (EPCT) no período entre 2017 e 2023. A amostra compreendeu 593 *campi* dos 38 Institutos Federais brasileiros, totalizando 3.673 observações. Utilizando a Análise Envoltória de Dados (DEA), foram examinadas a evolução temporal e as diferenças regionais de eficiência. Os resultados mostraram variações entre os *campi* e ao longo do tempo, incluindo queda acentuada em 2020, possivelmente associada à pandemia da Covid-19, seguida de recuperação. Verificou-se que a distribuição de recursos é heterogênea, possivelmente associada a estratégias de gestão e contextos institucionais. Embora maiores investimentos estejam relacionados a maior número de concluintes, a associação entre recursos e eficiência não se mostrou linear, ressaltando a importância da gestão eficaz. A análise regional revelou discrepâncias: *campi* do Sudeste exibiram, em média, os melhores índices, enquanto Nordeste e Sul registraram os menores escores. Os achados contribuem para a literatura ao incorporar dimensões temporais e regionais na análise da eficiência educacional e oferecem subsídios para gestores e formuladores de políticas na otimização da alocação de recursos.

Palavras-chave: Eficiência; Educação Profissional; Análise Envoltória de Dados.

Abstract

This study analyzed the evolution and differences in efficiency among campuses of the Federal Network of Professional, Scientific, and Technological Education (EPCT) between 2017 and 2023. The sample comprised 593 campuses from the 38 Brazilian Federal Institutes, totaling 3,673 observations. Using Data Envelopment Analysis (DEA), both temporal evolution and regional differences in efficiency were examined. The results revealed variations across campuses and over time, including a sharp decline in 2020, possibly associated with the Covid-19 pandemic, followed by recovery. Resource allocation was found to be heterogeneous, possibly linked to management strategies and institutional contexts. Although higher investments were associated with a greater number of graduates, the relationship between resources and efficiency was not linear, underscoring the importance of effective management. The regional analysis revealed discrepancies: campuses in the Southeast displayed, on average, the highest efficiency scores, while those in the Northeast and South registered the lowest. The findings contribute to the literature by incorporating temporal and regional dimensions into the analysis of educational efficiency and provide insights for managers and policymakers to optimize resource allocation.

Keywords: Efficiency; Vocational Education; Data Envelopment Analysis.

36° ENANGRAD

1 INTRODUÇÃO

Instituída pela Lei n.º 11.892/2008, a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (EPCT), doravante Rede Federal de EPCT, representa um marco na história da educação profissional pública brasileira e cumpre um papel estratégico ao articular a democratização do ensino, da pesquisa e da extensão ao crescimento socioeconômico local, regional e nacional (Furtado & Campos, 2015; Santos *et al.*, 2024).

Ao promover soluções técnicas e tecnológicas direcionadas para as demandas da sociedade, a Rede Federal consolida-se como um agente de desenvolvimento sustentável (Oliveira & Escott, 2015). Ressalta-se que a construção dessa rede transcende as necessidades imediatas do mercado, fomentando uma educação que integra trabalho–ciência–cultura, concentrando-se na emancipação humana e no fortalecimento da cidadania (Pacheco *et al.*, 2010).

A expansão da Rede Federal de EPCT teve início com a promulgação da Lei n.º 11.195/2005, que revogou a proibição de criação de novas unidades de ensino profissional federais, prevista no § 5º do artigo 3º da Lei n.º 8.948/1994. O plano de expansão, estruturado em três fases, priorizou a implantação de unidades em regiões desfavorecidas, promovendo a interiorização e ampliação da oferta de vagas em todas as unidades federativas do país. Conforme dados da Plataforma Nilo Peçanha (PNP)², a Rede Federal tem 64 instituições e 656 unidades.

As instituições da Rede Federal de EPCT dispõem de características que as diferenciam das escolas tradicionais e das universidades brasileiras (Parente *et al.*, 2020). Com autonomia administrativa, patrimonial, financeira, didático-pedagógica e disciplinar, conforme § único do artigo 1º da Lei n.º 11.892/2008, essas instituições possuem estrutura *multicampi* e pluricurricular, oferta de uma educação verticalizada e integração do tripé ensino, pesquisa e extensão (Furtado & Campos, 2015; Gouveia, 2016; Magalhães & Castioni, 2019; Oliveira & Escott, 2015; Parente, 2023).

Estudos investigaram os fatores determinantes da eficiência nas instituições federais brasileiras de EPCT (Furtado & Campos, 2015; Parente, 2023; Silva *et al.*, 2024), destacando que características acadêmicas, socioeconômicas e financeiras exercem influência significativa sobre a eficiência. Outras pesquisas apontam também para a existência de diferenças regionais e temporais na eficiência e produtividade dessas instituições (Parente, 2023; Parente *et al.*, 2021). Essas evidências sugerem que, embora compartilhem um modelo institucional equivalente, essas instituições operam em diferentes contextos que modelam seu desempenho. Portanto, diferenças estruturais, disponibilidade de recursos, perfil da comunidade acadêmica e dinâmicas socioeconômicas locais podem afetar os níveis de eficiência, resultando em variações nos insumos empregados e nos resultados obtidos.

Diante desse contexto, este estudo tem o objetivo de analisar a evolução e os diferenciais de eficiência dos *campi* da Rede Federal de EPCT. Em primeiro lugar, analisa-se a evolução da eficiência dessas instituições no período de 2017 a 2023, o que permite avaliar o efeito da pandemia de Covid-19, causada pelo vírus SARS-CoV-2. Em seguida, analisa-se a existência de diferenças de eficiência entre os *campi*, considerando variações entre as regiões do país.

A eficiência na gestão dos recursos públicos constitui um tema central para a administração educacional, sobretudo no âmbito da Rede Federal de EPCT. Nesse contexto, diferenças regionais e conjunturais podem influenciar de forma significativa tanto a alocação de recursos quanto os resultados institucionais. Embora existam

² Os dados sobre as instituições da Rede Federal estão disponíveis em <https://www.gov.br/mec/pt-br/pnp>. Acesso realizado em 12/01/2025.

pesquisas direcionadas à eficiência na educação pública, ainda persiste uma lacuna na literatura no que se refere à análise comparativa e evolutiva da eficiência dos *campi* da Rede Federal de EPCT, especialmente diante de fatores como ciclos políticos e a pandemia de Covid-19.

Este estudo busca preencher essa lacuna por meio da aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA), avaliando o desempenho dos *campi* ao longo do tempo e em diferentes contextos regionais. Os resultados obtidos podem contribuir para a literatura acadêmica ao aprofundar a compreensão da eficiência no âmbito da EPCT, incorporando variações temporais e regionais. Para os gestores públicos, a pesquisa pode fornecer evidências que auxiliam no aprimoramento da alocação de recursos e na identificação de práticas de gestão mais eficazes. Além disso, permite avaliar se a expansão resultou em ganhos de eficiência ou se desafios estruturais e operacionais limitaram seu desempenho. Para formuladores de políticas públicas, o estudo oferece subsídios relevantes para o desenvolvimento de critérios objetivos de financiamento e de avaliação, contribuindo para um planejamento mais eficiente e equitativo da Rede Federal de EPCT.

2 REVISÃO DE LITERATURA E HIPÓTESES

2.1 Eficiência na educação pública

A análise econômica da educação pode assumir a forma de uma função de produção (Worthington, 2001). A instituição de ensino pode ser vista como análoga a uma empresa que converte entradas/recursos (*inputs*) em saídas/produtos (*outputs*) mediante um processo de produção. Enquanto as entradas são definidas por variáveis relacionadas aos alunos, às famílias e às instituições de educação; as saídas são definidas por variáveis pautadas no desempenho estudantil, nas ações de pesquisa, nos resultados acadêmicos e no sucesso dos egressos no mercado de trabalho.

A eficiência pode ser definida como a capacidade das instituições de ensino maximizar seus resultados a partir dos recursos que lhes são disponibilizados, o que permite medir seu desempenho no processo produtivo. Existem diversas abordagens empíricas para mensurar a eficiência das instituições de ensino. Essa medição torna-se notável em razão da limitação dos recursos públicos, do crescimento do custo da educação, do aumento da conscientização sobre eficiência no setor público e do efeito sobre o desenvolvimento econômico (De Witte & López-Torres, 2015).

Parte representativa das abordagens metodológicas visam estimar a fronteira de eficiência aplicando métodos de otimização matemática (não) paramétricos. Tais abordagens emergiram na década de 1970, como, por exemplo, o método paramétrico *Stochastic Frontier Analysis* (SFA), proposta por (Aigner *et al.*, 1977). Posteriormente, foram formulados os métodos não paramétricos como a *Data Envelopment Analysis* (DEA) (Banker *et al.*, 1984; Charnes *et al.*, 1978).

Tais métodos favoreceram a expansão dos estudos científicos sobre eficiência na Educação. O conceito de fronteira expressa as características fundamentais da mensuração da eficiência, uma vez que avalia o desempenho institucional a partir da diferença entre o potencial de maximização dos produtos e o uso mínimo de recursos (De Witte & López-Torres, 2015). Embora amplamente utilizadas, essas abordagens apresentam tanto vantagens quanto limitações.

Os métodos não paramétricos permitem empregar múltiplas entradas e saídas, enquanto a maioria das abordagens estocásticas requer a escolha de apenas uma única variável explicativa. Adicionalmente, os métodos não paramétricos não exigem nenhuma suposição sobre a sua forma funcional, enquanto os métodos estocásticos precisam dessas suposições. Por fim, as abordagens não paramétricas assumem que

todos os desvios da fronteira estão relacionados à ineficiência. Como consequência, os limites das estimativas não podem ser facilmente identificados e a significância estatística não pode ser determinada.

Dos modelos disponíveis, a DEA tem sido amplamente empregada no contexto de avaliação da eficiência de atividades, instituições e sistemas educacionais (De Witte & López-Torres, 2015; Worthington, 2001). Há duas formulações matemáticas para aplicação da DEA: Retornos Constantes de Escala (*Constant Returns to Scale* – CRS) e Retornos Variáveis de Escala (*Variable Returns to Scale* – VRS). A primeira, introduzida por Charnes *et al.* (1978), identifica as unidades tomadoras de decisão (*Decision Maker Unit* – DMU) eficientes, pressupondo retornos constantes de escala, ou seja, uma variação nas entradas produz uma mudança proporcional nas saídas. Por sua vez, a segunda, posta por Banker *et al.* (1984), propõem retornos variáveis de escala crescentes e/ou decrescentes, ou seja, uma variação na entrada pode produzir uma mudança proporcional maior/menor nas saídas.

Para uma mesma DMU, os modelos com retornos constantes (CRS) e variáveis (VRS) de escala apresentam escores de eficiência diferentes. Enquanto o modelo CRS calcula a eficiência global, o modelo VRS identifica a eficiência técnica da DMU. Logo, é possível identificar se uma determinada DMU está operando em escala ideal. Para isso, calcula-se o escore de eficiência de escala, determinado pela razão entre a eficiência global e a técnica.

Além disso, os modelos podem ser especificados quanto à orientação: entrada (*input*) ou saída (*output*). No modelo orientado ao *input*, o objetivo é avaliar a eficiência a partir da maximização dos insumos, mantendo os produtos constantes. Esse modelo é indicado quando se pretende identificar quanto recurso público pode ser reduzido, mantendo constante os produtos educacionais. Em modelo orientado ao *output*, a proposta é avaliar a eficiência a partir da maximização dos produtos, mantendo os insumos constantes. Essa modelagem é indicada quando se pretende maximizar os produtos educacionais, mantendo constantes os recursos públicos.

Revisões sistemáticas da literatura mostram que estudos sobre eficiência em educação empregam diferentes alternativas metodológicas junto à DEA (De Witte & López-Torres, 2015; Worthington, 2001), que incluem, por exemplo, a análise de dois estágios, a utilização de estimadores robustos e a abordagem dinâmica da eficiência mediante o índice de Malmquist. Essa diversidade de métodos favoreceu o avanço de pesquisas sobre eficiência educacional em diferentes contextos de análise (escolas, universidades, municípios, estados ou países).

2.2 Criação e expansão da Rede Federal e impactos na gestão educacional

A Rede Federal de EPCT tem origem na criação das Escolas de Aprendizes e Artífices, em 1909, durante o governo do presidente da República Nilo Peçanha. Nos anos seguintes, essas instituições passaram a ser denominadas Liceus Profissionais, Escolas Industriais e Técnicas, Escolas Técnicas Federais, Escolas Agrotécnicas Federais e Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFETs). Além da mudança de nomenclatura, sofreram alterações em sua estrutura, como a ampliação da oferta de cursos em diferentes áreas do conhecimento, a expansão do ensino profissional em distintos níveis e a conquista de autonomia didática e de gestão. Em 2008, por meio da Lei n.º 11.892, foi instituída a Rede Federal de EPCT, que criou os Institutos Federais (IF) de Educação, Ciência e Tecnologia.

A Rede Federal de EPCT compreende 38 Institutos Federais (IF) de Educação, Ciência e Tecnologia, a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), os Centros Federais de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ)

e de Minas Gerais (CEFET/MG), 24 Escolas Técnicas vinculadas às Universidades Federais e o Colégio Pedro II, conforme a Lei n.º 11.892/2008. Para consolidar essa rede, o Ministério da Educação (MEC) iniciou, em 2005, o plano de expansão, com o objetivo de ampliar a distribuição espacial dessas instituições e, assim, universalizar o acesso à EPCT no Brasil. Essa expansão se materializou com a proposição do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), instituído pelo Decreto-Lei n.º 6.094/2007, que estabeleceu metas para a implementação de programas e ações de assistência técnica e financeira voltados à educação profissional e tecnológica.

Com a institucionalização da Rede Federal de EPCT, o processo de expansão ocorreu em três fases: a primeira, de 2008 a 2010; a segunda, de 2011 a 2012; e a terceira, de 2013 a 2014. Desde sua criação, em 2008, a quantidade de instituições aumentou 366,4%, totalizando, em 2019, 653 *campi* distribuídas em todos os estados brasileiros e atendendo 1,02 milhão de alunos matriculados, segundo a Plataforma Nilo Peçanha. Nesse mesmo período, o orçamento das instituições cresceu 415,5%, correspondendo a 4,03 vezes o aumento do Produto Interno Bruto (PIB), de 103,2%. Um aspecto inovador do plano de expansão foi a priorização de critérios técnicos em detrimento de critérios políticos (ou clientelísticos), recorrentes na gestão de políticas públicas no Brasil (Pacheco *et al.*, 2010).

A Rede Federal apresenta particularidades em relação às demais instituições de educação no Brasil. Em primeiro lugar, oferece um portfólio de cursos distribuídos em todas as etapas da educação profissional e tecnológica, assegurando a educação verticalizada. Em segundo lugar, organiza-se em estrutura *multicampi*, possibilitando a interiorização dos *campi*, amplia o acesso à educação e atende às especificidades de cada microrregião. Em terceiro lugar, adota uma configuração institucional que integra o tripé ensino–pesquisa–extensão, atendendo às demandas socioeconômicas locais e regionais e fortalecendo o aprendizado pela articulação entre teoria e prática. Por fim, por ser uma autarquia federal, possui autonomia administrativa, patrimonial, financeira, didático-pedagógica e disciplinar, definido pela Lei n.º 11.892/2008, o que assegura aos gestores discricionariedade no processo de tomada de decisões.

Com essa estrutura, a vocação da Rede Federal de EPCT, segundo o Decreto n.º 6.095/2007, concentra-se em: (i) formar e qualificar profissionais para os diferentes setores econômicos, em estreita articulação com os setores produtivos e a sociedade; (ii) desenvolver a educação profissional para atender demandas sociais e regionais; (iii) ofertar programas de extensão, priorizando a difusão do conhecimento científico e tecnológico; (iv) estimular pesquisa, cultura, cooperativismo e empreendedorismo; e (v) fomentar processos educativos voltados à geração de trabalho e renda.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 População e amostra

A população deste estudo é representativa às instituições pertencentes à Rede Federal, que inclui Institutos Federais, Escolas Técnicas Vinculadas às Universidades, os Centros Federais de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca e de Minas Gerais, a Universidade Tecnológica Federal do Paraná e o Colégio Pedro II. Ao todo, a Rede Federal compreende 64 instituições e 656 unidades.

Neste estudo, o cálculo e a análise da eficiência foram realizados apenas nos *campi* dos Institutos Federais. Isso se deve ao fato de que um dos pressupostos da DEA é que as DMUs sejam comparáveis em termos de funções e objetivos. Diante disso, a amostra compreende 38 Institutos Federais, totalizando 593 *campi*. Dado o período de análise, de 2017 a 2023, a presente pesquisa partiu de uma amostra de 4.151 observações. Dessa amostra, foram excluídos os *campi* com dados ausentes e

outliers, resultando em uma amostra final de 3.673 observações, organizadas em um painel desbalanceado.

3.2 Coleta de dados e a estimação da eficiência

Os dados deste estudo foram obtidos na Plataforma Nilo Peçanha (PNP), que fornece dados acadêmicos e indicadores de gastos, no site <https://www.gov.br/mec/pt-br/pnp>. A DEA envolve a seleção da orientação – *input* ou *output* – e o tipo de retorno à escala. Nesta estudo, aplicam-se modelos orientados para *output* com a suposição de retornos de escala variáveis (VRS) e constantes (CRS), que mensura a eficiência a partir da maximização dos produtos, mantendo-se constantes os insumos. O modelo orientado para *output* avalia quanto a produção pode ser majorada mantendo os insumos fixos. Esta é uma suposição razoável no contexto da eficiência para os *campi* dos Institutos Federais, devido às normas que fixam os custos em educação.

O modelo de programação linear, assumindo uma estrutura orientada ao *output*, deve ser resolvido para a k – ésima DMU. Nesse caso, as DMU são os *campi*, que transformam o vetor de entrada $X_k = (x_{1k} \dots x_{jk}) \in R_+^J$ em um vetor de saída $Y_k = (y_{1k} \dots y_{Sk}) \in R_+^S$. Para formular o modelo de eficiência, torna-se necessário realizar algumas suposições sobre o processo produtivo dos *campi*. Nessa etapa, considera-se essas instituições como organizações de múltiplos produtos que utilizam diferentes insumos para produzir diferentes resultados.

A eficiência (θ) representa a distância de um campus da fronteira eficiente. Dessa forma, um campus tecnicamente eficiente tomará $\theta = 1$, enquanto um campus ineficiente exibirá um $\theta < 1$. Essa abordagem não paramétrica é amplamente utilizada em estudos sobre a eficiência em instituições de ensino, pois permite a consideração de múltiplos *inputs* e *outputs*, dispensa suposições sobre a especificação do termo de erro e assume que todos os desvios da fronteira são atribuídos à ineficiência.

Nesse trabalho, optou-se por uma medida objetiva de eficiência, que considera a inclusão de apenas duas variáveis de entrada e uma variável de saída. Esse estudo assume que a tecnologia de produção dos *campi* possui dois insumos. Ambos os *insumos* estão associados aos recursos financeiros dispendidos pelas instituições. Enquanto o primeiro insumo se refere aos gastos correntes que o *campus* tem por aluno matriculado (*GCR*), o segundo é relativo aos gastos com pessoal (*GPR*), que o campus tem com os docentes. Esta pesquisa assume que a tecnologia de produção dos *campi* possui apenas um produto, que reflete o objetivo principal da instituição: o número de alunos concluintes (*CON*). Neste estudo, a eficiência foi estimada para CRS (*ECRS*), VRS (*EVRS*) e a razão entre CRS e VRS, que se configura como o retorno de escala (*EESC*).

3.3 Análise dos dados

Dado que os escores de eficiência foram estimados utilizando a técnica DEA para cada ano no período entre 2017 e 2023, empregou-se técnicas estatísticas que permitissem atingir o objetivo proposto – de analisar a evolução e os diferenciais de eficiência dos *campi* da Rede Federal de EPCT. Inicialmente, realizou-se uma análise descritiva das variáveis do estudo para identificar padrões de posição e distribuição dos dados. Foram calculadas estatísticas de tendência central e de dispersão, que permite compreender a diversidade entre os *campi* em termos de *GCR*, *GPR* e *CON*.

Em seguida, foi aplicada a análise de correlação por meio dos coeficientes de Pearson e Spearman, para investigar a relação entre *GCR*, *GPR*, *CON* e os escores de eficiência (*ECRS*, *EVRS* e *EESC*). Essa etapa visou verificar possíveis associações

entre as variáveis analisadas, explorando o efeito do volume de recursos sobre a eficiência e os resultados educacionais.

Para examinar a evolução da eficiência entre 2017 e 2023, foram conduzidos testes de comparação de medianas e médias, usando tanto o teste de Kruskal-Wallis quanto a Análise de Variância (ANOVA), para identificar variações nos escores de eficiência ao longo dos anos. Além disso, o teste de tendência de Jonckheere-Terpstra foi empregado para avaliar a existência de padrões crescentes ou decrescentes na eficiência dos *campi* ao longo do período analisado.

Por sua vez, a persistência da eficiência dos *campi* foi examinada por meio da Matriz de Transição de Markov, permitindo a análise da probabilidade de permanência ou mudança entre diferentes níveis de eficiência no período analisado. Esse método permitiu identificar padrões de estabilidade e mobilidade dos escores de eficiência nos *campi*, fornecendo evidências sobre variações significativas no desempenho.

Além disso, foram estimados modelos econométricos para explorar a relação dos níveis de eficiência dos *campi*. Empregou-se o modelo Arellano-Bond, adequado para dados em painel dinâmicos, visando capturar efeitos de dependência temporal na eficiência. Nesse modelo, a eficiência no período $t - 1$ foi incluída como variável explicativa para avaliar a persistência da eficiência ao longo do tempo, permitindo detectar se os *campi* mais eficientes em determinado ano tendem a manter esse desempenho nos anos seguintes.

Adicionalmente, foi aplicado o modelo Logit, no qual a variável dependente foi categorizada como “1” para *campi* eficientes ($\theta = 1$) e “0” para *campi* com eficiência inferior a 1 ($\theta < 1$). Essa abordagem permitiu modelar a probabilidade de determinado campus alcançar plena eficiência ($\theta = 1$), analisando os fatores que influenciam sua permanência ou transição para esse grupo.

Por fim, buscou-se identificar diferenças regionais na eficiência dos *campi*, por meio de testes de comparação de mediana e médias entre as regiões brasileiras, utilizando os testes Kruskal-Wallis e ANOVA. Essa análise possibilitou verificar se a eficiência dos *campi* varia significativamente conforme sua localização geográfica, sugerindo uma possível influência de fatores estruturais e socioeconômicos sobre o desempenho dos *campi*.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Análise descritiva e de correlação

A [Tabela 1](#) apresenta a estatística descritiva das variáveis da pesquisa – *GCP*, *GPR*, *CON*, *ECRS*, *EVRS* e *EESC*. A análise descritiva revela uma expressiva variação nos gastos e na eficiência dos *campi* da Rede Federal. O *GCR* apresentou uma média de R\$ 20,54 milhões (com desvio-padrão de R\$ 13,43 milhões), enquanto o *GPR* registrou uma média de R\$ 20,67 milhões (com desvio-padrão de R\$ 13,57 milhões). A alta dispersão dos valores observados sugere que a distribuição dos recursos financeiros entre os *campi* não ocorre de forma homogênea, refletindo distintos níveis de investimento. A observação de valores máximos elevados (R\$ 137,56 milhões para *GCR* e R\$ 207,24 milhões para *GPR*) indica a existência de *campi* que concentram um volume maior de recursos, possivelmente devido a diferenças estruturais, estratégicas ou institucionais na alocação orçamentária.

Em relação ao *CON*, a análise demonstra uma média de 131,86 formandos por campus (com desvio-padrão de 160,84), evidenciando variações entre as unidades. A mediana de 108 concluintes sugere que metade dos *campi* possuem um número de formandos abaixo desse valor, enquanto o terceiro quartil (170 concluintes) indica que apenas 25% das unidades superam esse patamar. O valor máximo registrado (6.655

concluientes) demonstra a presença de *campi* de grande porte, sobretudo localizados em capitais ou que oferecem uma maior diversificação de cursos.

Tabela 1 – Estatística descritiva

Variável	Obs.	Média	DP	Mínimo	1º Quartil	2ª Quartil	3º Quartil	Máximo
<i>GCR</i>	3.673	R\$ 20,54	R\$ 13,43	R\$ 0,00	R\$ 12,17	R\$ 18,18	R\$ 25,74	R\$ 137,56
<i>GPR</i>	3.673	R\$ 20,67	R\$ 13,57	R\$ 0,00	R\$ 12,36	R\$ 19,10	R\$ 25,52	R\$ 207,24
<i>CON</i>	3.673	131,86	160,84	0,00	55,00	108,00	170,00	6.655,00
<i>ECRS</i>	3.673	0,5614	0,2741	0,0047	0,3514	0,5442	0,7706	1,0000
<i>EVRS</i>	3.673	0,6869	0,2840	0,0051	0,4762	0,7104	1,0000	1,0000
<i>EESC</i>	3.673	0,8305	0,2015	0,0119	0,7353	0,9095	0,9852	1,0000

Nota: Gastos em milhões de reais. **Legenda:** *Obs.*: Número de observações; *DP*: Desvio-padrão; *GCR*: Gasto corrente rateado, *GPR*: Gasto pessoal rateado, *CON*: Total de concluientes; *ECRS*: Eficiência com retornos constantes de escala; *EVRS*: Eficiência com retornos variáveis de escala; *EESC*: Eficiência com retornos de escala. **Fonte:** Elaborada pelos autores (2025).

A análise dos índices de eficiência revela diferenças significativas entre os *campi*. A *ECRS* demonstrando uma média de 0,5614 (com desvio-padrão de 0,2741), indicando que os *campi* operam com 56,14% da eficiência máxima possível sob essa perspectiva. Já a *EVRS* registrou uma média superior, de 0,6869, sugerindo que, ao considerar ajustes na escala operacional, os *campi* apresentam um desempenho mais eficiente. O terceiro quartil dessa métrica é 1,0000, evidenciando que pelo menos 25% das unidades atingem eficiência total nesse critério. Quanto à *EESC*, a média foi de 0,8305 (com desvio-padrão de 0,2015), reforçando que diversos *campi* podem refinar seu desempenho mediante ajustes no tamanho da operação.

A [Tabela 2](#) apresenta a matriz de correlação. A análise de correlação entre as variáveis revela relações significativas entre os gastos e a eficiência dos *campi* da Rede Federal. A forte correlação positiva entre *GCR* e *GPR* ($r = 0,777$) indica que os *campi* com maiores gastos correntes também apresentam maiores gastos com pessoal. Esse achado sugere que uma parcela significativa dos recursos destinados ao funcionamento das instituições está vinculada ao pagamento de pessoal.

Tabela 2 – Matriz de correlação

Variável	<i>GCR</i>	<i>GPR</i>	<i>CON</i>	<i>ECRS</i>	<i>EVRS</i>	<i>EESC</i>
<i>GCR</i>	1,000	0,777 ***	0,569 ***	0,034 **	-0,029 *	-0,056 ***
<i>GPR</i>	0,761 ***	1,000	0,568 ***	0,025	-0,069 ***	-0,038 **
<i>CON</i>	0,454 ***	0,394 ***	1,000	0,555 ***	0,400 ***	0,189 ***
<i>ECRS</i>	0,013	0,007	0,329 ***	1,000	0,756 ***	0,499 ***
<i>EVRS</i>	0,063 ***	0,043 ***	0,292 ***	0,780 ***	1,000	0,010
<i>EESC</i>	-0,103 ***	-0,077 ***	0,091 ***	0,465 ***	-0,158 ***	1,000

Nota: Correlação de Pearson e de Spearman na diagonal inferior e superior, respectivamente. **Legenda:** *Obs.*: Número de observações; *DP*: Desvio-padrão; *GCR*: Gasto corrente rateado, *GPR*: Gasto pessoal rateado, *CON*: Total de concluientes; *ECRS*: Eficiência com retornos constantes de escala; *EVRS*: Eficiência com retornos variáveis de escala; *EESC*: Eficiência com retornos de escala. ***, ** e * indicam significância ao nível de 1%, 5% e 10%, respectivamente. **Fonte:** Elaborada pelos autores (2025).

Além disso, as correlações positivas entre *GCR* e *CON* ($r = 0,569$ ***), bem como entre *GPR* e *CON* ($r = 0,568$ ***), indicam que os *campi* com maiores recursos

financeiros tendem a apresentar mais concluintes. Embora essa relação não implique necessariamente causalidade, sugere que um maior volume de recursos pode estar associado à ampliação da capacidade de formação de alunos. Esse resultado reforça a importância da alocação eficiente dos recursos na promoção de melhores resultados acadêmicos.

Por outro lado, as correlações entre *ECRS* e os gastos (*GCR* e *GPR*) foram pouco significativas ($r = 0,013$ e $r = 0,007$, respectivamente), sugerindo que a eficiência sob a perspectiva de retornos constantes de escala não está diretamente associada ao volume de recursos alocados. No entanto, a correlação entre *ECRS* e *CON* ($r = 0,329 *$ **) indica que a eficiência está mais associada ao desempenho acadêmico medido pelo número de concluintes do que necessariamente pelos investimentos financeiros realizados.

A análise exibe ainda uma forte correlação entre *ECRS* e *EVRS* ($r = 0,756 ***$), indicando que os *campi* mais eficientes sob retornos constantes de escala também tendem a ser eficientes sob retornos variáveis de escala. Esse resultado sugere que ajustes operacionais e estratégias de gestão de recursos exercem um papel crucial na otimização dos resultados acadêmicos e financeiros. Ademais, a correlação entre *ECRS* e *EESC* ($r = 0,499 ***$) reforça a ideia de que a eficiência operacional pode ser aprimorada por meio de ajustes na escala de operação.

Por fim, a correlação negativa entre *ECRS* e *GCR* ($r = -0,029 *$) parece sugerir que, em alguns casos, *campi* mais eficientes em termos de escala não alocam mais recursos correntes. Esse achado desafia a concepção de que maiores investimentos resultam em melhores resultados acadêmicos, ressaltando a relevância de estratégias eficazes de gestão de recursos para maximizar a eficiência institucional.

4.2 Evolução da eficiência dos campi Rede Federal de EPCT

A [Tabela 3](#) apresenta a estatística sobre os testes de comparação de Kruskal–Wallis e da Análise de Variância (ANOVA) a partir do ano. A análise da relação entre a *ECRS* e o ano revelou diferenças estatisticamente significativas em ambos os testes aplicados. O teste de Kruskal–Wallis indicou um valor de $\chi^2 = 47,441$ ($p < 0,01$), evidenciando variações na eficiência dos *campi* ao longo dos anos. Da mesma forma, a ANOVA apresentou um valor de $F = 8,10$ ($p < 0,01$), reforçando a constatação de que a *ECRS* comportou alterações expressivas no período analisado. Esses achados sugerem que mudanças nas estratégias e na gestão dos recursos podem influenciar diretamente o desempenho dos *campi*, refletindo ajustes em políticas educacionais ou modificações no modelo de alocação de recursos.

Tabela 3 – Comparação da eficiência por ano

Comparação	Teste	χ^2/F	Prob. χ^2/F
<i>ECRS</i> contra <i>ANO</i>	Kruskal–Wallis	47,441	0,000 ***
<i>EVRS</i> contra <i>ANO</i>	Kruskal–Wallis	37,278	0,000 ***
<i>EERS</i> contra <i>ANO</i>	Kruskal–Wallis	4,073	0,667
<i>ECRS</i> contra <i>ANO</i>	ANOVA	8,10	0,000 ***
<i>EVRS</i> contra <i>ANO</i>	ANOVA	9,75	0,000 ***
<i>EERS</i> contra <i>ANO</i>	ANOVA	0,49	0,813

Nota: Teste de comparação paramétrico (ANOVA) e não paramétrico (Kruskal–Wallis). **Legenda:** *ECRS*: Eficiência com retornos constantes de escala; *EVRS*: Eficiência com retornos variáveis de escala;

EESC: Eficiência com retornos de escala. *** indica significância ao nível de 1%. **Fonte**: Elaborada pelos autores (2025).

No que se refere à *EVRS*, os resultados apontaram diferenças significativas ao longo dos anos. O teste de Kruskal-Wallis mostrou um $Chi^2 = 37,278$ ($p < 0,01$), enquanto a ANOVA registrou um teste $F = 9,75$ ($p < 0,01$), indicando que a eficiência dos *campi*, quando analisada sob a ótica dos retornos variáveis de escala, também apresentou variações substanciais. Esses resultados sugerem que os *campi* têm maior flexibilidade e capacidade de adaptação a diferentes contextos e disponibilidade de recursos, o que impactou diretamente sua eficiência operacional.

Todavia, a análise da *EESC* não demonstrou diferenças significativas ao longo do tempo. O teste de Kruskal-Wallis mostrou um valor de $Chi^2 = 4,073$ ($p = 0,667$), e a ANOVA apresentou um valor de $F = 0,49$ ($p = 0,813$), indicando que a eficiência geral dos *campi* com relação aos retornos de escala manteve-se estável durante o período analisado. Esse resultado sugere que, no que se refere à escala operacional, os *campi* não experimentaram variações substanciais na eficiência.

A análise descritiva por ano revela mudanças graduais na alocação de recursos e nos indicadores de eficiência ao longo do período analisado. Em 2017, os valores médios de *GCR* e *GPR* foram relativamente menores, com tendência de aumento nos anos seguintes, atingindo um patamar mais elevado em 2023, o que pode indicar uma ampliação dos investimentos nos *campi*. Além disso, o número médio de *CON* também exibiu variações significativas, com redução em 2020, possivelmente devido aos impactos da pandemia da COVID-19, e recuperação nos anos seguintes, ecoando a adaptação dos *campi* a novas realidades e desafios operacionais. Quanto às métricas de eficiência, a eficiência com *ECRS* e *EVRS* oscilaram ao longo dos anos, com menor desempenho em 2020, impactado pela pandemia e por restrições operacionais, mas tiveram sinais de recuperação nos anos seguintes, sugerindo que os *campi* ajustaram suas estratégias para otimizar seus resultados.

A **Tabela 4** apresenta a análise de tendência da eficiência ao longo do período. A análise da tendência da eficiência, a partir do teste de Jonckheere–Terpstra, revelou padrões distintos para as diferentes métricas avaliadas. A *ECRS* apresentou um teste $z = 0,781$ ($p = 0,435$), indicando a ausência de uma tendência significativa ao longo do período. Esses achados indicam que a eficiência dos *campi* permaneceu estável entre 2017 e 2023, sem evidências de mudanças decorrentes de políticas ou ajustes na gestão. O mesmo foi observado para a *EESC*.

Por outro lado, a *EVRS* obteve um teste $z = 1,855$ ($p = 0,064$), apontando para uma tendência positiva marginalmente significativa ao nível de 10%. Esses achados sugerem uma possível melhora gradual na eficiência com retornos variáveis de escala no período, refletindo uma adaptação dos *campi* e uma otimização de suas operações, impulsionadas por ajustes na alocação de recursos e estratégias de gestão.

Tabela 4 – Tendência da eficiência entre 2017 e 2023

Tendência	Teste <i>z</i>	Prob. <i>z</i>
<i>ECRS</i> contra <i>ANO</i>	0,781	0,435
<i>EVRS</i> contra <i>ANO</i>	1,855	0,064 *
<i>EERS</i> contra <i>ANO</i>	-1,305	0,192

Nota: Teste estatístico de tendência de Jonckheere–Terpstra. **Legenda**: *ECRS*: Eficiência com retornos constantes de escala; *EVRS*: Eficiência com retornos variáveis de escala; *EESC*: Eficiência com retornos de escala. * indica significância ao nível de 10%. **Fonte**: Elaborada pelos autores (2025).

Em seguida, a [Tabela 5](#) exibe a matriz de transição e probabilidade de Markov. A análise da matriz de transição de Markov para *ECRS*, *EVRS* e *EERS* revela padrões distintos de mobilidade entre os níveis de eficiência ao longo do tempo, oferecendo *insights* sobre a dinâmica da eficiência nos *campi* da Rede Federal.

Tabela 5 – Matriz de transição de Markov

PAINEL A – Matriz de transição e probabilidade para *ECRS*

Eficiência ($t - 1$ para t)	Plena (%)	Alta (%)	Média (%)	Baixa (%)	Total (%)
Plena	73 (2,4)	52 (1,7)	125 (4,0)	113 (3,7)	363 (11,7)
Alta	36 (1,2)	24 (0,8)	95 (3,1)	70 (2,3)	225 (7,3)
Média	116 (3,8)	83 (2,7)	476 (15,4)	453 (14,6)	1.128 (36,5)
Baixa	118 (3,8)	79 (2,6)	477 (15,4)	704 (22,8)	1.378 (44,5)
Total	343 (11,1)	238 (7,7)	1.173 (37,9)	1.340 (43,3)	3.094 (100,0)

PAINEL B – Matriz de transição e probabilidade para *EVRS*

Eficiência ($t - 1$ para t)	Plena (%)	Alta (%)	Média (%)	Baixa (%)	Total (%)
Plena	438 (14,6)	90 (2,9)	191 (6,2)	133 (4,3)	852 (27,5)
Alta	76 (2,5)	42 (1,4)	114 (3,7)	75 (2,4)	307 (9,9)
Média	192 (6,2)	107 (3,5)	452 (14,6)	305 (0,0)	1.056 (34,1)
Baixa	139 (4,5)	81 (2,6)	339 (11,0)	320 (10,3)	879 (28,4)
Total	845 (27,3)	320 (10,3)	1.096 (35,4)	833 (26,9)	3.094 (100,0)

PAINEL C – Matriz de transição e probabilidade para *EERS*

Eficiência ($t - 1$ para t)	Plena (%)	Alta (%)	Média (%)	Baixa (%)	Total (%)
Plena	86 (2,8)	208 (6,7)	109 (3,5)	27 (0,9)	430 (13,9)
Alta	192 (6,2)	845 (27,3)	394 (12,7)	39 (1,3)	1.470 (47,5)
Média	95 (3,1)	382 (12,4)	369 (11,9)	96 (3,1)	942 (30,5)
Baixa	29 (0,9)	53 (1,7)	89 (2,9)	79 (2,6)	250 (8,1)
Total	403 (13,0)	1.488 (48,1)	961 (31,1)	241 (7,8)	3.092 (100,0)

Legenda: *ECRS*: Eficiência com retornos constantes de escala; *EVRS*: Eficiência com retornos variáveis de escala; *EERS*: Eficiência com retornos de escala. **Fonte:** Elaborada pelos autores (2025).

Na *ECRS*, a maioria das instituições permaneceu nos estados de baixa (22,8%) e média eficiência (15,4%), enquanto a elevada probabilidade de permanência na categoria plena (73%) sugere estabilidade entre os *campi* mais eficientes. No entanto, a predominância de transições para níveis inferiores indica dificuldades na elevação da eficiência, possivelmente associadas a limitações estruturais ou gerenciais. Na *EVRS*, observou-se maior dinamismo, com uma parcela expressiva de *campi* migrando para a categoria plena (14,6%), mas também com variações significativas para os estados de baixa (10,3%) e média eficiência (14,6%). Esse comportamento demonstra maior sensibilidade da eficiência de escala a mudanças operacionais, reforçando a necessidade de estratégias mais eficazes na alocação dos recursos educacionais. Já a *EERS* destacou-se pela concentração de transições na categoria alta (27,3%) e na média (12,4%), além de movimentações relevantes para baixa eficiência (11,9%). O

número expressivo de transições ascendentes sugere que alguns campi conseguem aprimorar seu desempenho, embora a ocorrência de quedas evidencie a necessidade de esforços contínuos para a manutenção da eficiência.

Finalmente, a [Tabela 6](#) exibe a análise da persistência da eficiência no período entre 2017 e 2023. Para tanto, apresentam-se os coeficientes da regressão estimados por Arellano-Bond e Logit, disponíveis abaixo.

Tabela 6 – Regressão por Arellano-Bond e Logit

PAINEL A – Modelo Arellano-Bond				
Eficiência	Coeficiente	Erro-padrão	Z-Score	Valor-p
<i>ECRS</i>	−0,5289	0,0156	−33,75	0,000 ***
<i>EVRS</i>	−0,5270	0,0148	−35,37	0,000 ***
<i>EERS</i>	−0,4883	0,0196	−24,80	0,000 ***
PAINEL B – Modelo Logit				
Eficiência	Coeficiente	Erro-padrão	Z-Score	Valor-p
<i>ECRS</i>	−0,9605	0,1818	−5,28	0,000 ***
<i>EVRS</i>	−0,6737	0,1266	−5,32	0,000 ***
<i>EERS</i>	−1,0129	0,1690	−5,99	0,000 ***

Legenda: *ECRS*: Eficiência com retornos constantes de escala; *EVRS*: Eficiência com retornos variáveis de escala; *EERS*: Eficiência com retornos de escala. *** indica significância ao nível de 1%. **Fonte:** Elaborada pelos autores (2025).

Os achados dos modelos econométricos estimados fornecem evidências sobre a dinâmica da eficiência nos *campi* da Rede Federal. No modelo Arellano-Bond, a inclusão da eficiência no período anterior ($t - 1$) como variável explicativa revelou uma relação negativa e estatisticamente significativa com os níveis de eficiência atuais. Os coeficientes estimados para *ECRS* (−0,5289), *EVRS* (−0,5270) e *EERS* (−0,4883), todos com $p < 0,01$, indicam que a eficiência passada exerce um efeito redutor sobre a eficiência presente. Esse resultado sugere que *campi* mais eficientes em certo ano tendem a enfrentar dificuldades na manutenção dessa desempenho ao longo do tempo, talvez devido a desafios estruturais ou à dificuldade de sustentação de níveis ótimos de eficiência.

No modelo Logit, os coeficientes negativos expressivos para *ECRS* (−0,9605), *EVRS* (−0,6737) e *EERS* (−1,0129), todos estatisticamente significativos ao nível de 1%, indicam que a chance dos *campi* alcançar e manter plena eficiência diminui à medida que as variáveis explicativas aumentam. Isso parece sugerir que os fatores analisados podem atuar como barreiras à transição dos *campi* para um estado de eficiência plena, reforçando a necessidade de estratégias institucionais que facilitem a melhoria contínua do desempenho.

A convergência dos resultados reforça a consistência das estimativas e indica que a eficiência institucional não é estática, podendo variar ao longo do tempo. As dificuldades na manutenção da eficiência e o efeito negativo de determinados fatores sobre essa dinâmica ressaltam a necessidade de políticas de gestão mais eficazes, capazes de assegurar maior estabilidade e promover avanços nos níveis de eficiência dos campi da Rede Federal.

4.3 Diferenças regionais de eficiência dos campi da Rede Federal de EPCT

A [Tabela 7](#) apresenta os resultados dos testes de comparação de eficiência por região, utilizando tanto o teste paramétrico ANOVA quanto o não paramétrico Kruskal-Wallis. Os resultados enunciam diferenças estatisticamente significativas para as medidas de eficiência analisadas: *ECRS*, *EVRS* e *EERS*.

No caso da *ECRS*, as diferenças regionais foram evidentes, com o teste Kruskal-Wallis exibindo um $Chi^2 = 50,275$ ($p < 0,01$) e uma ANOVA de $F = 13,36$ ($p < 0,01$). Esses resultados sugerem que a *ECRS* varia significativamente entre as regiões, refletindo possíveis disparidades estruturais e gerenciais entre os *campi*. Tendência semelhante foi observada para a *EVRS*, com valores de $Chi^2 = 54,335$ e $F = 14,09$, ambos significativos. Já a *EERS*, embora tenha apresentado diferenças estatisticamente relevantes, registrou um impacto menor ($Chi^2 = 29,538$ e $F = 5,87$), ditando que a *EESC* apresenta variações menos intensas entre as regiões.

Tabela 7 – Comparação da eficiência por região

Comparação	Teste	Chi^2/F	Prob. Chi^2/F
<i>ECRS</i> contra <i>REG</i>	Kruskal–Wallis	50,275	0,000 ***
<i>EVRS</i> contra <i>REG</i>	Kruskal–Wallis	54,335	0,000 ***
<i>EERS</i> contra <i>REG</i>	Kruskal–Wallis	29,538	0,000 ***
<i>ECRS</i> contra <i>REG</i>	ANOVA	13,36	0,000 ***
<i>EVRS</i> contra <i>REG</i>	ANOVA	14,09	0,000 ***
<i>EERS</i> contra <i>REG</i>	ANOVA	5,87	0,000 ***

Nota: Teste de comparação paramétrico (ANOVA) e não paramétrico (Kruskal–Wallis). **Legenda:** *ECRS*: Eficiência com retornos constantes de escala; *EVRS*: Eficiência com retornos variáveis de escala; *EESC*: Eficiência com retornos de escala. *** indica significância ao nível de 1%. **Fonte:** Elaborado pelos autores (2025).

A análise das estatísticas descritivas reforça essas evidências. Os *campi* do Sudeste apresentam, em média, maior eficiência em todas as métricas, com *ECRS* (0,6027), *EVRS* (0,7155) e *EESC* (0,8508), sucedidos pelos *campi* do Norte e Centro-Oeste, que também registram médias elevadas. Já os *campi* das regiões Nordeste e Sul apresentam os menores níveis médios de eficiência, especialmente para *ECRS* e *EVRS*, sugerindo que enfrentam maiores desafios estruturais ou gerenciais. Ademais, o desvio-padrão relativamente alto nessas regiões indica maior heterogeneidade no desempenho dos *campi*.

Os resultados mostram que os níveis de eficiência diferem significativamente a partir da localização geográfica. Fatores regionais — infraestrutura, disponibilidade de recursos, políticas educacionais locais e diferenças socioeconômicas — parecem exercer papel crucial no desempenho dos *campi*. A identificação dessas disparidades pode subvencionar na formulação de políticas públicas mais direcionadas para reduzir desigualdades regionais na eficiência institucional.

4.4 Discussão dos resultados

Os resultados desta pesquisa evidenciam que a eficiência dos *campi* é distinta no tempo e no espaço, em consonância com a literatura. A queda observada em 2020 confirma a vulnerabilidade das instituições a choques externos, como a pandemia de Covid-19, o que corrobora De Witte e López-Torres (2015) ao destacarem que fatores contextuais e institucionais afetam a eficiência educacional. A recuperação nos anos

seguintes indica capacidade de adaptação dos *campi* às restrições, em linha com a perspectiva de flexibilidade institucional discutida por Worthington (2001).

A elevada dispersão nos gastos correntes e de pessoal reforça os achados de Furtado e Campos (2015) e Parente (2023), que identificaram diferenças financeiras e estruturais como determinantes da eficiência. Embora maiores recursos estejam associados a mais concluintes, a ausência de correlação direta com a eficiência em CRS sugere que o fator decisivo não é a magnitude do investimento, mas a forma como é gerido. Esse resultado aproxima-se das evidências de Silva *et al.* (2024), para quem estratégias acadêmicas e gerenciais exercem papel central no desempenho.

A análise dinâmica, por meio das cadeias de Markov e do modelo Arellano-Bond, mostrou dificuldades na manutenção de elevados níveis de eficiência. O efeito negativo da eficiência passada sobre a presente indica instabilidade, convergindo com Parente *et al.* (2021), que apontam mobilidade nos níveis de produtividade. Esse padrão sugere que o desempenho não é estático e depende da adoção de práticas gerenciais consistentes para evitar quedas ao longo do tempo.

As diferenças regionais também se mostraram estatisticamente significativas. O maior desempenho no Sudeste e os menores valores no Nordeste e Sul confirmam disparidades estruturais e socioeconômicas já apontadas por Pacheco *et al.* (2010) e Oliveira e Escott (2015). Esses resultados dialogam ainda com a OECD (2019), que evidenciou o baixo percentual dos jovens brasileiros em cursos profissionalizantes em comparação internacional, sugerindo que a interiorização dos *campi* trouxe avanços, mas também novos desafios para a eficiência.

5 CONCLUSÃO E CONTRIBUIÇÕES

Este estudo atingiu o seu objetivo, que teve como objetivo analisar a evolução e os diferenciais de eficiência dos *campi* da Rede Federal de EPCT. Os resultados demonstraram que a eficiência não é homogênea ao longo do tempo nem entre as regiões, sendo influenciada por fatores estruturais, estratégicos e contextuais. Assim, foi possível compreender a dinâmica da eficiência e os desafios enfrentados pelas instituições no âmbito da educação profissional.

Os achados indicam que a alocação de recursos varia entre os *campi*, refletindo diferentes estratégias de gestão e contextos institucionais. Embora investimentos mais elevados estejam associados a um maior número de concluintes, a relação entre recursos e eficiência não se mostrou linear, sugerindo que uma gestão eficaz pode otimizar resultados independentemente do orçamento disponível. A análise temporal revelou oscilações na eficiência ao longo dos anos, com quedas significativas em 2020, devido à pandemia da Covid-19, seguidas de recuperação, o que sugere um processo de adaptação institucional.

A comparação entre regiões evidenciou diferenças significativas nos níveis de eficiência: os *campi* do Sudeste apresentaram, em média, os melhores resultados, enquanto as regiões Nordeste e Sul obtiveram os menores escores. Esses resultados indicam que fatores regionais estão associados com o desempenho institucional.

As contribuições deste estudo são relevantes para a literatura acadêmica e para a gestão educacional. O trabalho amplia a compreensão sobre a eficiência na Rede Federal ao incorporar variações temporais e regionais. Para os gestores, os resultados oferecem evidências que podem subsidiar políticas mais eficazes de alocação de recursos e implementação de boas práticas de gestão. Para formuladores de políticas públicas, os achados indicam a precisão de estratégias que considerem as especificidades regionais na busca por um sistema educacional mais eficiente.

Este estudo apresenta limitações. Em primeiro lugar, a eficiência foi mensurada com base em variáveis quantitativas, sem incluir indicadores qualitativos capazes de captar nuances do desempenho institucional. Pesquisas futuras podem avançar na análise ao incluir variáveis qualitativas, como a qualificação dos docentes, o impacto social dos egressos e os efeitos da digitalização no ensino, bem como ao expandir o escopo para outras instituições de educação profissional.

REFERÊNCIAS

- Aigner, D., Lovell, C. A. K., & Schmidt, P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 6(1), 21–37.
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078–1092.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444.
- Pacheco, E. M., Pereira, L. A. C., & Sobrinho, M. D. (1969). Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia: limites e possibilidades. *Linhas Críticas*, 16(30), 71–88.
- Furtado, L. L., & Campos, G. M. (2015). Grau de eficiência técnica dos institutos federais de educação, ciência e tecnologia e a relação dos custos, indicativos de expansão e retenção junto aos escores de eficiência. *Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade*, 9(3), 295–312.
- Gouveia, F. P. S. (2016). A expansão dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia no território brasileiro: Entre o local e o nacional. *Espaço e Economia*, (9).
- Magalhães, G. L., & Castioni, R. (2019). Educação profissional no Brasil – Expansão para quem? *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 27(105), 732–754.
- Oliveira, A. R. M. de, & Escott, C. M. (2015). Políticas públicas e o ensino profissional no Brasil. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 23(88), 717–738.
- Parente, P. H. N. (2023). Determinantes da eficiência nas instituições federais de educação profissional brasileiras. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 31(121).
- Parente, P. H. N., Maria, C. C., Dutra, R. S., & Paulo, E. (2021). Eficiência e produtividade nos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia do Brasil. *Administração Pública e Gestão Social*, 13(1), 1–18.
- Santos, E. C. R., Prazeres, R. V., Monte, M. B. S., Cruz, N. J. T., & Dantas, A. B. (2024). Ensino remoto: A eficiência da rede federal de educação profissional no ano da pandemia de Covid-19. *Revista Ambiente Contábil*, 16(2), 1–23.
- Silva, S. W., Benedicto, G. C., & Carvalho, F. M. (2024). Fatores determinantes da eficiência relativa dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia brasileiros. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior*, 29.
- Witte, K. D., & López-Torres, L. (2017). Efficiency in education: A review of literature and a way forward. *Journal of the Operational Research Society*, 68(4), 339–363.
- Worthington, A. C. (2001). An empirical survey of frontier efficiency measurement techniques in education. *Education Economics*, 9(3), 245–268.