

Mensurando a Eficiência dos Institutos Federais: Uma análise do período 2017-2021 a partir dos dados da Plataforma Nilo Peçanha

Aluno Mestrado/MSc. Student Dayane de Oliveira Gomes, Doutor/Ph.D. Valter da Silva Faia

Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brazil

Aluno Mestrado/MSc. Student Dayane de Oliveira Gomes

Programa de Pós-Graduação/Course

Programa de Pós-graduação em Ciências Contábeis

Doutor/Ph.D. Valter da Silva Faia

Programa de Pós-Graduação/Course

Programa de Pós-graduação em Ciências Contábeis

Resumo/Abstract

O objetivo deste estudo foi analisar a eficiência dos institutos federais, no período entre 2017 e 2021, por meio dos dados consolidados pela Plataforma Nilo Peçanha. Os institutos federais constituem a maior parte da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. Utilizando a técnica de Análise Envoltória de Dados, observou-se que, entre 2017 e 2021, os institutos federais alcançaram uma eficiência média de 63% com tendência de queda no período analisado. Os resultados demonstraram que essas instituições têm encontrado dificuldades em combinar os recursos a sua disposição para gerar resultados educacionais equivalentes ao investimento realizado. Em relação às implicações teóricas, o estudo contribui com a literatura sobre os institutos federais e eficiência dos investimentos em educação, reforçando achados anteriores que sugerem a inexistência de uma relação linear entre gastos e desempenho educacional, visto que para produzir resultados efetivos, os investimentos em educação devem estar atrelados à alocação eficiente de recursos e gestão racional das instituições. Nos aspectos metodológicos, distingue-se das anteriores ao analisar os índices de eficiência por meio da análise de agrupamentos. Nos aspectos sociais, os achados indicam direções para os agentes públicos discutirem melhorias na alocação de recursos, gestão das instituições de ensino e consolidação de políticas públicas para a educação profissional e tecnológica.

Modalidade/Type

Artigo Científico / Scientific Paper

Área Temática/Research Area

Controladoria e Contabilidade Gerencial (CCG) / Management Accounting

Mensurando a Eficiência dos Institutos Federais: Uma análise do período 2017-2021 a partir dos dados da Plataforma Nilo Peçanha

Resumo: O objetivo deste estudo foi analisar a eficiência dos institutos federais, no período entre 2017 e 2021, por meio dos dados consolidados pela Plataforma Nilo Peçanha. Os institutos federais constituem a maior parte da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. Utilizando a técnica de Análise Envoltória de Dados, observou-se que, entre 2017 e 2021, os institutos federais alcançaram uma eficiência média de 63% com tendência de queda no período analisado. Os resultados demonstraram que essas instituições têm encontrado dificuldades em combinar os recursos a sua disposição para gerar resultados educacionais equivalentes ao investimento realizado. Em relação às implicações teóricas, o estudo contribui com a literatura sobre os institutos federais e eficiência dos investimentos em educação, reforçando achados anteriores que sugerem a inexistência de uma relação linear entre gastos e desempenho educacional, visto que para produzir resultados efetivos, os investimentos em educação devem estar atrelados à alocação eficiente de recursos e gestão racional das instituições. Nos aspectos metodológicos, distingue-se das anteriores ao analisar os índices de eficiência por meio da análise de agrupamentos. Nos aspectos sociais, os achados indicam direções para os agentes públicos discutirem melhorias na alocação de recursos, gestão das instituições de ensino e consolidação de políticas públicas para a educação profissional e tecnológica.

Palavras-chave: Eficiência; Institutos Federais; Análise Envoltória de Dados.

1 Introdução

Adequar a relação entre a demanda e oferta de ensino exige que os responsáveis pela elaboração e implantação de políticas públicas repensem e diversifiquem os modelos de instituições educacionais. Foi nesta perspectiva que, a partir de 2004, o governo federal brasileiro passou a apoiar a reforma das políticas públicas de educação profissional e tecnológica (EPT). Em 2008, houve a reestruturação na Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (Rede Federal) com a criação de 38 Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (institutos federais). Naquele ano, essas novas instituições foram equiparadas às universidades e habilitadas a fornecer educação superior, básica e profissional, com o objetivo de ampliar a oferta de cursos e programas de qualificação profissional, formação técnica de nível médio, graduação e pós-graduação, atrelados à indissociabilidade do ensino, pesquisa e extensão (Pacheco, 2011).

Em 2021, os institutos federais contavam com aproximadamente 1,4 milhão de matrículas em mais de 10,3 mil cursos, representando um gasto total de cerca de 16,8 bilhões anuais para os cofres públicos brasileiros (Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica – SETEC, 2021). No entanto, diante da escassez de recursos, das restrições orçamentárias como a instituída pela Emenda Constitucional nº 95/2016 (lei do teto de gastos), das mudanças nas políticas macroeconômicas e das novas leis e regulamentações que priorizam a transparência das finanças públicas, “fazer mais com menos” se transformou num imperativo para o setor público educacional (Agasisti, 2017, p. 187). Dessa forma, a demanda para discutir o aprimoramento da gestão e alocação dos recursos públicos aumentou (Hammes et al., 2020; Dutra & Brisolla, 2020; Rossi & Dweck, 2016; Santos & Chaves, 2020), como também aumentou a necessidade de disponibilização regular de informações sobre o desempenho e cumprimento de metas das instituições públicas, o que além de promover a transparência na aplicação desses recursos, também é útil para o levantamento de potenciais ganhos de eficiência, especialmente na área da educação (Veiderpass & McKelvey, 2016).

No contexto dos institutos federais, a Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC) aprimorou a disponibilização das informações estatísticas da Rede Federal com a origem da Plataforma Nilo Peçanha (PNP) em 2018. A plataforma está disponível no ambiente virtual e disponibiliza, de forma padronizada, uma ampla série de dados informados pelos institutos federais (ex. execução orçamentária, número de matrículas, número de formandos). A partir destas ações, a SETEC proporcionou maior robustez técnica ao processo metodológico de apuração dos indicadores de gestão dessas instituições e maior confiabilidade às informações estatísticas oficiais da Rede Federal (SETEC, 2019).

O debate sobre a eficiência das atividades educacionais atinge seu valor potencial quando utilizado para definir conceitos mais abrangentes de desempenho e cumprimento das metas institucionais das instituições de ensino (Athanassapoulos & Shale, 1997). Nesse contexto, vários estudos se dedicaram a identificar e avaliar o nível de eficiência de universidades em todo o mundo (e.g., Agasisti & Dal Bianco, 2009; Andersson et al., 2017; Athanassapoulos & Shale, 1997; Gralka, 2018; Hammes et al., 2020; Johnes, 2006; Johnes & Johnes, 2009; Johnes, 2013; Johnes & Tone, 2017; Melonio & Lucas, 2019; Nazarko & Šaparauskas, 2014; Robst, 2001; Rolim et al., 2020; Thanassoulis et al., 2011; Wu et al., 2020) e, em alguns casos, comparar dados de desempenho dessas instituições entre os países pesquisados (e.g., Agasisti & Haelermans, 2016; Veiderpass & McKelvey, 2016; Wolszczak-Derlacz & Parteka, 2011).

Em termos teóricos, a literatura ainda é incipiente e apresenta algumas limitações e divergências nos resultados de eficiência dos institutos federais. Aplicando o método de Análise Envoltória de Dados (DEA), a análise de uma amostra de 19 institutos federais no período de 2012 e 2013, indicou que apenas 31% dessas instituições podiam ser consideradas eficientes por apresentarem maior número de alunos concluintes e menor gasto por aluno matriculado (Furtado & Campos, 2015). A análise dos dados de 2010 a 2017 apontou o crescimento médio de 35,5% no nível de eficiência dos institutos federais (Parente et al., 2021). Este último resultado confronta a literatura anterior que defende que os processos de expansão da educação geram perda na qualidade do ensino (Cavalcante & Andriola, 2012; Furtado & Campos, 2015).

Diante da divergência de resultados anteriores e do aprimoramento na disponibilização das informações com o advento da Plataforma Nilo Peçanha, o objetivo deste estudo foi analisar a eficiência dos institutos federais, no período entre 2017 e 2021, por meio dos dados consolidados pela PNP. Por meio da compreensão das estruturas de custos que sustentam a oferta educacional, fatores importantes para ampliação do acesso à educação, como a expansão do número de vagas, favorecem a identificação de potencial de melhoria do desempenho (Thanassoulis et al., 2011). Neste cenário de restrições orçamentárias, comparar a eficiência entre as instituições estimula a melhoria da qualidade da educação ofertada e favorecem discussões quanto a melhor alocação de recursos, aperfeiçoamento da gestão (Nazarko & Šaparauskas, 2014) e proposição de indicadores de qualidade dos gastos públicos em cursos superiores (Hammes et al., 2020).

Os resultados comparativos contribuem para as discussões quanto a melhor alocação de recursos e aperfeiçoamento da gestão. Consequentemente, podem orientar ações para diminuição da ineficiência das instituições (Nazarko & Šaparauskas, 2014) e propor indicadores de qualidade dos gastos públicos em cursos superiores (Hammes et al., 2020). Nesse sentido, torna-se relevante estudar o desempenho dos institutos federais (Parente et al., 2021).

2 Fundamentação Teórica

2.1 Financiamento e dados empíricos dos institutos federais

Em 2008, com a reestruturação da Rede Federal, houve expressivo aumento do número de campi e municípios atendidos, e crescimento das matrículas ofertadas pelos institutos

federais, demandando equivalente aporte orçamentário para garantir o pagamento das despesas com a expansão da oferta de EPT em todo o país, nos diversos níveis e modalidades de ensino (Parente et al., 2021; Santos & Chaves, 2020). Os dados da execução do orçamento da União apontam que o total de gastos com esta área da educação mais que triplicou nos 10 anos após a criação dos institutos federais, saindo de 4,5 bilhões de reais em 2008 (Pereira, 2019) para 15,8 bilhões em 2018 (Santos & Chaves, 2020).

Quanto à natureza das despesas, o maior gasto dessas instituições se concentra no grupo de Pessoal e Encargos Sociais, que em 2018 representava mais de 83% do orçamento total dos institutos federais (Santos & Chaves, 2020). Na sequência, o grupo de Outras Despesas Correntes saiu de aproximadamente 718 milhões de reais em 2008 (Pereira, 2019) para 2,5 bilhões em 2018 (Santos & Chaves, 2020). As despesas classificadas como Investimentos também registraram um salto substancial entre 2008 e 2013, partindo de 145 milhões de reais em 2008 para 1,7 bilhões em 2013 (Pereira, 2019). No entanto, esse tipo de gasto começou a recuar a partir de 2014, com queda acentuada em 2015 quando registrou 375 milhões, e chegando a pouco mais de 86 milhões em despesas com investimentos em 2018 (Santos & Chaves, 2020).

A literatura também se ocupou de identificar o nível de desempenho dos institutos federais. A Tabela 1 apresenta os principais resultados identificados em relação às variáveis observadas. Notou-se que o estudo dos dados de 2012 e 2013 indicou que apenas 31% dos institutos federais analisados foram considerados eficientes por apresentarem maiores resultados de alunos concluintes e menores gastos por alunos matriculados (Furtado & Campos, 2015). Outra pesquisa que analisou essas instituições por um período mais ampliado, de 2010 a 2017, identificou um crescimento médio de 35,5% no nível de eficiência dos institutos federais (Parente et al., 2019). Além disso, constatou-se que os institutos federais pesquisados apresentavam diferenças entre seus orçamentos devido à variedade de cursos ofertados por cada unidade, o que demandava diversas estruturas de laboratórios. E ainda, que a Rede Federal contava com o valor médio de 23 alunos por professor, aproximando-se da meta projetada pelo Plano Nacional da Educação (PNE) de 20 alunos-equivalentes para cada docente de cursos técnicos e de qualificação profissional (Parente et al., 2019).

Tabela 1. Dados sobre o desempenho dos institutos federais

Autores	Inputs [outputs]	Metodologia	Principais resultados
Furtado & Campos (2015)	Gastos correntes p/ aluno; titulação do corpo docente; quantitativo de alunos [Relação de concluintes p/ aluno matriculado]	DEA	31% dos institutos federais considerados eficientes entre 2012 e 2013.
Prado et al. (2017)	- [Pedidos de propriedades intelectuais apresentados pelos institutos federais]	Estudo de múltiplos casos	Crescimento dos pedidos de propriedade intelectual e patentes entre 2009 e 2015.
Dutra et al. (2019)	- [Resultado das avaliações do ENEM]	Análise descritiva, correlação e teste de médias	Evolução positiva dos alunos dos no ENEM entre 2011 e 2015.
Parente et al. (2019)	Gastos correntes p/ aluno; titulação do corpo docente; quantitativo de alunos [Relação de concluintes p/ aluno matriculado]	DEA	A média de eficiência de 73,7%, crescimento médio de 35,5% no nível de eficiência técnica entre 2010 e 2017.
Nascimento et al. (2020)	- [Resultado das avaliações do ENEM]	Análise multivariada de dados	Desempenho dos alunos dos institutos federais similar ao dos alunos das escolas privadas.

Com foco específico na pesquisa sobre o desempenho no ensino básico, o resultado das avaliações do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) foi utilizado para medir o desempenho dos institutos federais. De uma amostra formada por 295 campi instalados em

todas as regiões do país, identificou-se uma evolução positiva e significativa, entre 2011 e 2015, dos resultados médios obtidos pelos alunos dos institutos federais (Dutra et al., 2019). Ainda tendo por base o ENEM, a análise da média dos candidatos nas provas objetivas concluiu que em 2016, os alunos dos institutos federais tiveram desempenho superior aos das escolas estaduais e similar aos das escolas privadas, apesar de terem menor índice socioeconômico médio. Em contrapartida, os professores dos institutos possuíam formação mais elevada e melhores condições de trabalho (Nascimento et al., 2020).

Contudo, o cenário de restrição orçamentária prolongado por 20 anos concomitante com a evolução das despesas com Pessoal e Encargos Sociais sugere que os institutos federais têm a sua frente um conjunto de desafios de gestão, políticos e econômicos, para garantir a manutenção operacional de toda a estrutura educacional em funcionamento nas unidades (Santos & Chaves, 2020). Consequentemente, a redução da previsão orçamentária com Outras Despesas de Custeio e Investimentos (manutenção e expansão) vem exigindo que no processo decisório, os gestores públicos estejam cada vez mais atentos à eficiência dos gastos autorizados (Parente et al. 2021).

2.2 Mensuração da eficiência na educação

Na área da educação, a identificação do nível de eficiência se concentra em medir os resultados entregues pelas instituições de ensino de acordo com recursos disponibilizados e os custos para consecução dos objetivos educacionais (Athanasopoulos & Shale, 1997). Conceitualmente, ser eficiente está relacionado à capacidade de combinar os insumos disponíveis e os métodos de produção. Por meio da execução adequada das tarefas, o objetivo se centra em minimizar perdas e otimizar recursos com vistas em alcançar a quantidade máxima de produtos e/ou serviços a serem entregues (Hammes et al., 2020).

Portanto, a eficiência se caracteriza como uma medida relativa definida a partir da razão entre o produto ou serviço produzido (*outputs*) por uma Unidade Tomadora de Decisão (DMU) e a quantidade de recursos/insumos despendidos no processo de produção (*inputs*). Na mensuração da eficiência relativa de várias DMUs, a medida de eficiência de uma DMU deve ser comparada de forma equivalente com a medida de eficiência de outras DMUs que desenvolvem atividades semelhantes por um determinado período (Melonio & Lucas, 2020; Rolim et al., 2020; Veiderpass & McKelvey, 2016). Para isso, a Análise de Fronteira Estocástica (SFA) e a Análise Envoltória de Dados (DEA) se destacam como os dois principais métodos escolhidos para modelar estruturas de custo e medir a eficiência das instituições de ensino (Agasisti & Dal Bianco, 2009; Coco & Lagravinese, 2014; Thanassoulis et al., 2011)

Ambas as abordagens apresentam vantagens e desvantagens de forma que os resultados obtidos por elas podem ser significativamente diferentes (Agasisti & Dal Bianco, 2009). Enquanto a SFA permite identificar ruídos nos dados e possibilita inferências estocásticas, a DEA assume que os dados são livres de distorções. No entanto, a SFA requer suposições paramétricas para a forma funcional ligando *outputs* e suposições distribucionais para ruído e ineficiência, enquanto a DEA é um método não paramétrico (Thanassoulis et al., 2011) que permite a captação de diferente *inputs* e *outputs*.

A principal desvantagem da DEA implica no risco de unidades serem consideradas eficientes (ou ineficientes) apenas porque são diferentes de outras no conjunto de dados (Johnes & Johnes, 2009). Já a SFA é uma ferramenta de análise controversa. A sua aplicação exige definir anteriormente a função de produção sem que haja métodos ou critérios estabelecidos para escolher a função mais apropriada. Isso cria algumas dificuldades analíticas para a análise de inferência estatística dos resultados, fazendo com que os métodos não paramétricos sejam a opção mais utilizada (Agasisti & Dal Bianco, 2009; Wu et al., 2020). A Tabela 2 demonstra que a DEA foi utilizada por diversos estudos que tinham como objetivo mensurar a eficiência de instituições de ensino superior e institutos federais.

Tabela 2. Estudos de mensuração de eficiência das instituições de ensino

Autores	Amostra [período]	Inputs	Outputs
Furtado & Campos (2015)	19 institutos federais brasileiros [2012-2013]	Gastos correntes com alunos; Índice de titulação docente; Relação de quantidade de alunos por docente	Relação de concluintes por aluno matriculado
Veiderpass & McKelvey (2016)	944 instituições de ensino superior de 17 países europeus [2008]	Gastos com bens e serviços no ano; N.º de funcionários não acadêmicos; N.º de funcionários acadêmicos	Diplomas concedidos por grau de instrução
Andersson et al. (2017)	30 instituições suecas de ensino superior [2005-2008]	N.º de pesquisadores graduados e/ou professores; outra equipe; outros recursos; N.º de alunos de graduação; N.º de alunos de pós-graduação	Desempenho anual de graduação e educação avançada; N.º de diplomas de doutor em filosofia e licenciatura; N.º ponderado de publicações científicas
Johnes & Tone (2017)	118 universidades inglesas [2013-2014]	Despesas totais, exceto residência e alimentação	Aluno em tempo integral; aluno de pesquisa em tempo integral
Melonio & Lucas (2019)	63 universidades federais brasileiras [2015]	Custo corrente/aluno; aluno/professor; funcionário/professor; grau de participação estudantil; grau de envolvimento com pós-graduação; índice de qualificação do corpo docente	Conceito CAPES/MEC para pós-graduação; taxa de sucesso na graduação
Parente et al. (2019)	38 institutos federais brasileiros [2010-2017]	Gastos correntes com alunos; Índice de titulação docente; Relação de aluno por docente	Relação de concluintes por aluno matriculado
Hammes et al. (2020)	59 universidades federais brasileiras [2013-2017]	Despesas em educação; N.º de professores	Taxa de serviço no ensino superior (vagas); taxa de graduados
Rolim et al. (2020)	62 universidades federais brasileiras [2015]	Total de gasto corrente das universidades; N.º de docentes ativos; N.º de técnicos-administrativos	N.º de matrículas; índice geral de cursos
Wu et al. (2020)	universidades de 31 províncias chinesas [2016]	N.º de matrículas; N.º de professores; gastos com educação	N.º de alunos da pós-graduação stricto sensu; N.º de patentes concedidas
Este estudo (2022)	38 institutos federais brasileiros [2010-2017]	Gastos totais, exceto inativos e pensionistas; N.º de professores; N.º de técnicos administrativos; N.º de matrículas	N.º de vagas ofertadas; N.º de alunos concluintes

3 Modelo de Mensuração da Eficiência

O método DEA foi utilizado para mensurar a eficiência dos 38 institutos federais brasileiros. A DEA é considerada uma técnica adequada para mensurar a eficiência dos serviços públicos, especialmente na área da educação, em razão da ausência de parâmetros para determinar a função de produção mais apropriada para instituições de ensino (Andersson et al., 2017). Para aplicação deste método, faz-se necessário avaliar se as organizações a serem analisadas atuam em condições semelhantes de mercado, realizam as mesmas tarefas para atingir objetivos similares e, ainda, se é possível observar as mesmas variáveis dentro do conjunto amostral, as quais se diferenciam apenas no nível de intensidade ou relevância (Thanassoulis, 2001). As características de identidade, missão e funcionamento dos institutos federais atendem estes critérios básicos a serem observados na decisão pela aplicação da DEA.

A DEA permite calcular individualmente a eficiência relativa das DMUs de acordo com os recursos utilizados (*inputs*) e os resultados obtidos (*outputs*), utilizando conceitos de programação matemática para projetar uma fronteira de eficiência para essas instituições (Charnes et al., 1978; Cooper et al., 2007). As DMUs que ficam acima da fronteira são consideradas eficientes e as que ficam abaixo são ineficientes (Melonio & Lucas, 2020). Para este estudo, utilizou-se o modelo DEA-BCC (Banker et al., 1984), pois, embora os institutos federais funcionem em condições semelhantes, eles possuem diferenças estruturais entre si, principalmente em relação ao orçamento previsto, número de alunos e cursos ofertados. Estas características tornam conveniente para a análise identificar separadamente a eficiência técnica e a eficiência de escala das DMUs, uma vez que nesse caso o tamanho da instituição não é opção do gestor. Entendeu-se também que a orientação aos *outputs* (Rolim et al., 2020) é mais apropriada para o estudo de eficiência dos institutos federais, pois essas instituições têm seu orçamento predeterminado pelo governo federal, não lhes sendo possível alterá-lo a partir de decisão do gestor.

Os dados foram coletados entre os meses de dezembro de 2021 e abril de 2022 na página oficial da Plataforma Nilo Peçanha (PNP), onde foram observados os anos base de 2017 a 2021, totalizando um período de cinco anos. Foram aplicados filtros para levantamento das informações dos 38 institutos federais. Quanto à fonte de financiamento, optou-se em observar apenas os resultados gerados a partir de recursos orçamentários livres destinados regularmente por meio da Lei Orçamentária Anual, os quais garantem o funcionamento e manutenção dos institutos federais. Dessa forma, filtrou-se as informações associadas aos recursos “sem programa associado”, desconsiderando-se as fontes de financiamento de outros programas associados como: E-TEC; Aprenda Mais; MedioTec; Outros MOOC; e UAB.

Cada instituto federal correspondeu a uma DMU. Partindo dessa premissa, a definição do quantitativo de variáveis (*inputs* e *outputs*) a serem observadas no modelo de eficiência considerou que devido à baixa capacidade da DEA em ordenar as DMUs, quanto maior a quantidade de variáveis em relação ao quantitativo de DMUs, maior será a tendência de mais DMUs ficarem posicionadas na fronteira de eficiência (Senra et al., 2007). Para contornar esta deficiência do método, o número de DMUs deve ser igual ou maior que o triplo da soma no número de variáveis ou igual ou maior que o produto do número de *inputs* e número de *outputs*, priorizando o critério que indique o maior número de DMUs (Banker et al., 1989). Nesse estudo, a amostra foi composta por 38 institutos federais brasileiros, ou seja, 38 DMUs. Assim, o número total da soma de *inputs* e *outputs* não deveria ultrapassar 12 variáveis ($n = 38/3$).

Na sequência, com o objetivo de identificar uma relação causal (entrada → saída) entre as variáveis do modelo de mensuração de eficiência dos institutos federais, os dados da PNP foram classificados de acordo com a sua finalidade metodológica, resultando no total de 15 variáveis. Para reduzir este número e filtrar aquelas que apresentam informações semelhantes, utilizou-se a análise de correlação. Conforme identificado na Figura 1, as variáveis: Cursos; Ingressantes; Inscritos; e Matrículas estão associadas a quantidade de alunos e apresentaram

alta correlação. Dessa forma, optou-se por incluir no modelo apenas a variável *input*: Matrícula (MATRIC) (Andersson et al., 2017; Johnes, 2006; Wolszczak-Derlacz & Parteka, 2011).

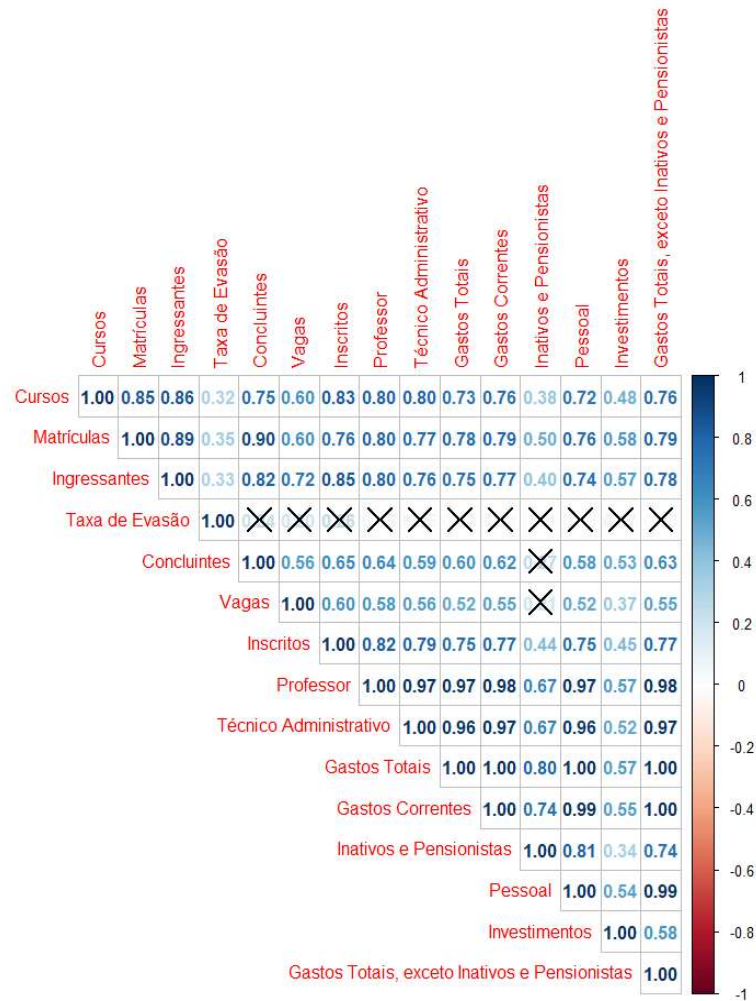


Figura 1. Gráfico de correlações significativas com $\alpha = 0,05$.

Nota. O X indica correlação não significativa.

Os Gastos Correntes; Gastos Totais; Inativos e Pensionistas; Investimentos; Pessoal; e Gastos totais, exceto Inativos e Pensionistas também estão altamente correlacionadas e trazem informações sobre os custos de manutenção das instituições da Rede Federal. Dentre estas, decidiu-se por considerar apenas a variável *input*: Gastos totais, exceto Inativos e Pensionistas (GT_DIRETOS), cujos valores compreendem todos os gastos diretos das instituições com o desenvolvimento de suas atividades e que, portanto, podem impactar nos resultados alcançados por elas. Considerou-se ainda que o número de professores e técnicos administrativos estão altamente relacionados com a capacidade de oferta de vagas nas instituições de ensino. Assim, de acordo com a frequência em que aparecem na literatura, foram selecionadas as variáveis *inputs*: Professor (PROF) (Anderson et al., 2017; Hammes et al., 2020; Johnes, 2006; Nazarko & Šaparauskas, 2014; Rolim et al. 2020; Veiderpass & McKelvey, 2016; Wolszczak-Derlacz & Parteka, 2011; Wu et al., 2020); e Técnicos Administrativos em Educação (TAE) (Anderson et al., 2017; Nazarko & Šaparauskas, 2014; Rolim et al.; 2020; Veiderpass & McKelvey, 2016).

Como variáveis *outputs* foram selecionados: o número de vagas ofertadas (VAGA), por representarem o produto ofertado pelas instituições de ensino resultante da utilização dos insumos a sua disposição; e o número de alunos concluintes (CONCL), que indicam a conclusão

do objetivo educacional (Athanasopoulos & Shale, 1997; Johnes, 2006; Johnes, 2013; Furtado & Campos 2015; Parente et al., 2019; Veiderpass & McKelvey, 2016). Por fim, o modelo de mensuração de eficiência apresentou um total de seis variáveis, sendo quatro *inputs* e dois *outputs*. Como o número de DMUs é 6,3 vezes maior que o número de variáveis [$n = 38/6$], o modelo escolhido atendeu a recomendação empírica de Banker et al. (1989) para o método DEA, e é sintetizado na Figura 2.

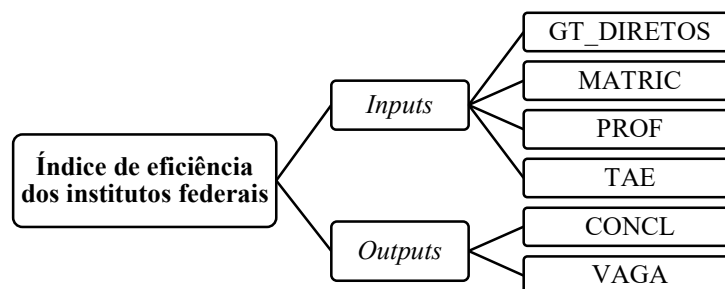


Figura 2. Modelo de mensuração de eficiência dos institutos federais.

Nota. GT_DIRETOS = gastos totais diretos, exceto inativos e pensionistas; MATRIC = número de matrículas; PROF = número de professores; TAE = número de técnicos administrativos; CONCL: número de alunos concluintes; VAGA: número de vagas ofertadas.

Após definido o modelo de mensuração e apurados os índices de eficiência dos institutos no período de 2017 a 2021, utilizou-se os índices médios de eficiência padrão para realizar uma análise de agrupamentos (*clusters*). A análise de *clusters* visa identificar comportamentos semelhantes entre as instituições observadas e, a partir disso, formar agrupamentos que considerem homogeneidade interna no grupo e heterogeneidade entre os grupos (Fávero & Belfiore, 2017). Para estabelecer o esquema de aglomeração dos *clusters*, optou-se em utilizar o método hierárquico de encadeamento completo, recomendado para os casos em que se tenha a necessidade de identificar heterogeneidade entre as observações que não estejam consideravelmente afastadas entre si (Fávero & Belfiore, 2017). Como solução única, definiu-se previamente a formação de três *clusters* a serem agrupados de acordo com a distância euclidiana entre as observações. O objetivo foi identificar os institutos federais eficientes (*Cluster 1*), e aqueles com média ineficiência (*Cluster 2*) e alta ineficiência (*Cluster 3*).

Por fim, considerando que o objetivo da pesquisa consiste em identificar o índice de eficiência dos institutos federais num período de cinco anos (entre 2017 e 2021), para analisar a variação dos índices de eficiência ao longo do tempo foi calculado o índice de produtividade Malmquist (IPM), orientado para os *outputs*. O IPM permite mensurar a variação intertemporal da produtividade que afeta o nível de eficiência (Thanassoulis et al., 2008; Andersson et al., 2017; Parente et al., 2021). O índice avalia bianualmente a produtividade por meio da relação *output/input* e decompõe o resultado em índices que permitem distinguir as variações na produtividade que geraram aumento da eficiência técnica das variações tecnológicas (Andersson et al., 2017; Parente et al., 2021). Índices superiores à 1, indicam que houve melhora no nível de produtividade; iguais à 1, indicam que o nível de produtividade se manteve inalterado; e menores que 1 indicam que houve diminuição do nível de produtividade.

4 Apresentação e Análise dos Resultados

As principais medidas descritivas dos variáveis do modelo de eficiência estão descritas na Tabela 3. No período analisado houve um aumento médio de 21% nos gastos totais diretos dos institutos federais, subindo de R\$ 330.250.429,00 em 2017 para R\$ 399.805.946,00 em 2021. De maneira similar, o número de matrículas e vagas ofertadas aumentaram em aproximadamente 23% durante o período. Entretanto, o número médio de alunos concluintes

diminuiu de 5.605 em 2017 para 5.511 em 2021. Preliminarmente, a análise sugere que ao longo de 5 anos, os institutos federais utilizaram mais recursos orçamentários e, conseqüentemente, conseguiram viabilizar a oferta de mais vagas, mas houve menos alunos concluintes.

Além disso, os resultados indicam uma alta variabilidade em todos os *inputs* disponibilizados aos institutos federais (GT_DIRETOS, MATRIC, PROF e TAE). Em se tratando de GT_DIRETOS, por exemplo, em 2021 houve uma variação de mais de 852 milhões entre os gastos mínimo e o máximo dessas instituições.

Tabela 3. Medidas descritivas das variáveis do modelo de mensuração da eficiência

Variável	Mínimo	1º quartil (25%)	Mediana	Média	3º quartil (75%)	Máximo	Desvio padrão
2017							
GT_DIRETO	84.126,487	232.243,59	334.484,77	330.250,42	389.739,75	776.221,78	143.367,79
S		5	6	9	7	6	3
MATRIC	4.477	15.897,25	21.568,50	24.942	30.990,75	62.355	13.930
PROF	269	634	1.026,50	1.033	1.254,25	2.859	510
TAE	306	594,50	830,50	837	999,00	1.824	323
CONCL	982	2.869,25	4.165	5.605	6.227,25	21.801	4.443
VAGA	1.351	5.468,75	7.641	12.012	13.238,50	64.639	12.297
2018							
GT_DIRETO	102.403,26	244.085,65	351.761,69	358.131,60	429.186,79	846.009,65	156.014,23
S	4	5	8	9	8	0	1
MATRIC	4.859	15.213,50	18.250,50	21.891	25.332,50	61.367	12.162
PROF	312	703	1.035,50	1.073	1.301,75	2.955	524
TAE	323	595,25	854,50	849	1.006,50	1.843	327
CONCL	898	2.519,25	3.120	4.230	4.538,50	15.998	3.169
VAGA	2.250	6.313,50	7.725,50	10.569	10.199,75	42.346	8.451
2019							
GT_DIRETO	110.235,41	252.881,23	375.830,39	380.128,89	442.810,48	912.901,26	169.815,22
S	4	7	5	8	5	2	6
MATRIC	4.628	15.968,25	20.907	24.310	28.848,50	82.916	15.791
PROF	310	712,50	1.068	1.107	1.366,25	3.004	545
TAE	333	657,50	859	859	962,75	1.880	327
CONCL	695	2.087	2.987,50	4.959	4.517,25	39.847	6.690
VAGA	2.254	5.965,50	8.997	12.230	12.758,50	68.620	12.123
2020							
GT_DIRETO	101.239,83	250.858,24	394.007,49	383.156,67	449.452,77	922.771,51	172.362,44
S	7	4	5	6	2	7	2
MATRIC	5.566	16.045,50	23.088	36.211	35.045,25	454.434	70.771
PROF	267	699,75	1.041,50	1.088	1.373	2.982	538
TAE	335	618,75	862,50	863	1.011	1.901	331
CONCL	635	1.598,25	3.006	13.620	5.359	369.955	59.476
VAGA	2.070	5.107,25	8.977,50	21.916	14.706,25	430.005	68.407
2021							
GT_DIRETO	109.782,06	270.704,79	411.245,70	399.805,94	473.453,46	962.028,08	179.568,00
S	8	2	6	6	3	1	0
MATRIC	5.350	17.720,25	23.598,50	30.590	34.086,25	167.008	27.040
PROF	316	706,25	1.056,50	1.101	1.382,25	2.996	542
TAE	331	615,75	853	861	999,50	1.933	335
CONCL	800	2.490,50	3.447	5.511	6.333,75	29.151	5.750
VAGA	2.062	5.911,50	8.623,50	14.828	15.650,50	135.229	21.765

Nota. GT_DIRETOS = gastos totais diretos, exceto inativos e pensionistas; MATRIC = número de matrículas; PROF = número de professores; TAE = número de técnicos administrativos; CONCL: número de alunos concluintes; VAGA: número de vagas ofertadas.

A Figura 3 aponta que ao longo dos anos observados, os GT_DIRETOS das instituições seguiram uma tendência de crescimento. Na análise por período, observou-se que em 2018 os

institutos federais aumentaram a média de professores, técnicos administrativos e de gastos totais diretos, mas em contrapartida houve redução no número médio de alunos concluintes, de matrículas e de vagas ofertadas. Em 2019, houve aumento na média de matrículas, de concluintes e vagas ofertadas, mas somente a média de vagas ofertadas superou o ano de 2017. Em 2020, a variação mais significativa foi no número de alunos concluintes que mais que dobrou a sua média, saindo de 4.959 no ano anterior para 13.620 no ano seguinte.

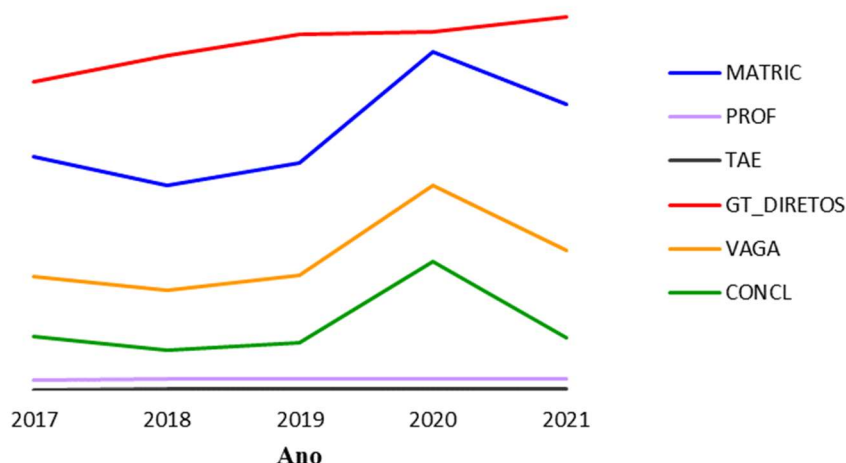


Figura 3. Gráfico de tendência das variáveis observadas.

Nota. GT_DIRETOS = gastos totais diretos, exceto inativos e pensionistas; MATRIC = número de matrículas; PROF = número de professores; TAE = número de técnicos administrativos; CONCL: número de alunos concluintes; VAGA: número de vagas ofertadas. Fonte: Plataforma Nilo Peçanha.

Para entender os motivos dessa alta variação ocorrida em 2020 no número de vagas, matrículas e alunos concluintes, realizou-se uma análise adicional por instituição que, por sua vez, apontou o IFRS como maior responsável pelos números expressivos em relação aos períodos anteriores. Em 2020, o IFRS ofertou mais de 430 mil vagas e obteve quase 370 mil alunos concluintes, representando mais de 50% do total de vagas ofertadas e concluintes dos demais institutos federais (SETEC, 2021).

Apesar da discrepância do IFRS em relação aos demais institutos federais e às médias dos anos anteriores, optou-se por manter os dados na análise a fim de tentar identificar possíveis estratégias criadas pela instituição para aumentar consideravelmente seus *outputs*. Dessa forma, os dados de 2020 foram filtrados por “modalidade de ensino” e “tipo de curso”, o que indicou que o IFRS se utilizou da oferta de ensino na modalidade de educação a distância (EAD), sendo que das mais de 430 mil vagas ofertadas naquele ano, 424,6 mil foram por meio da EAD em cursos de qualificação profissional (SETEC, 2021). Por fim, em 2021 houve uma redução na média de matrículas apesar de se manter alta em relação aos dois anos anteriores, e ainda reduções significativas nas vagas e no número de concluintes, retornando os *outputs* dos institutos federais a valores mais próximos daqueles alcançados no período de 2017 a 2019.

4.1 Mensuração da eficiência dos institutos federais

Observando o intervalo de 0 a 1, as DMUs que obtiveram índice igual a 1 (um) foram consideradas eficientes e formaram a fronteira padrão de eficiência em relação à medida de ineficiência das demais DMUs que apresentaram o índice abaixo de 1 (um). A Tabela 4 discrimina os índices de eficiência padrão dos institutos federais no período de 2017 a 2021. Para fins comparativos e ranqueamento, adicionalmente calculou-se a eficiência média apresentada por instituição e por ano.

Dentre as 190 observações da pesquisa, somente 29 foram consideradas eficientes por alcançaram índice igual a 1 ou 100%, o que representa somente 18% ao longo de 5 anos (2017

a 2021). Uma análise preliminar indica que a média de institutos federais eficientes diminuiu em relação aos dados observados entre 2010 e 2017 (Furtado & Campos, 2015; Parente et al., 2021). A queda da eficiência dos institutos federais também é evidenciada na análise de média por ano. Depois de apresentar índice de 0,6864 em 2017 e um pequeno aumento em 2018, a partir de 2019 a média anual passou a diminuir, chegando a 0,6033 em 2021. Esses achados contrariam a literatura anterior que até 2017 indicava uma tendência de crescimento na eficiência dessas instituições (Parente et al., 2021).

Em 2017, os dados revelam que 21% (n=8) dos institutos federais analisados alcançaram índice de eficiência igual a 1. São eles: IFAP, IFRR, IFSULDEMINAS, IFRS, IFAC, IFSP, IFRN e IFNMG. Também com coeficiente acima de 0,90 (mais próximo de 1), cabe destaque à eficiência alcançada pelo IFPR e IFRO, que apresentaram índices de 0,9633 e 0,9458, respectivamente. Os resultados sugerem que essas instituições fizeram o maior uso possível dos insumos que tinham disponíveis para obter os resultados inerentes à sua missão institucional. O mesmo não ocorreu, por exemplo, com o IFG, IFTO, IFMA, IFPA, IFSUL e IFPB, que apresentaram os piores índices de eficiência chegando a menos de 50% em relação aos institutos com melhores desempenho.

Tabela 4. Índice de eficiência padrão dos institutos federais

DMU	2017	2018	2019	2020	2021	Média	Mediana	Desvio padrão
IFAP (1)	1	1	1	1	1	1	1	0,0000
IFRR (2)	1	1	1	1	1	1	1	0,0000
IFSULDEMINAS (3)	1	1	1	0,7301	1	0,9460	1	0,1207
IFRS (4)	1	1	1	1	0,5203	0,9041	1	0,2145
IFAC (5)	1	1	0,9790	0,4814	0,6420	0,8205	0,9790	0,2431
IFSP (6)	1	1	0,7583	0,5103	0,6445	0,7826	0,7583	0,2170
IFRN (7)	1	1	0,6588	0,5437	0,6046	0,7614	0,6588	0,2216
IFSC (8)	0,7462	0,9855	0,7926	0,5645	0,6728	0,7523	0,7462	0,1562
IFMS (9)	0,6366	0,6383	0,8284	0,8104	0,8130	0,7453	0,8104	0,0987
IFNMG (10)	1	0,7305	0,6605	0,6100	0,6765	0,7355	0,6765	0,1540
IFFARROUPILHA (11)	0,6864	1	0,5488	0,5723	0,8399	0,7295	0,6864	0,1901
IFSERTÃO-PE (12)	0,7152	1	0,6721	0,5396	0,5314	0,6917	0,6721	0,1903
IFRO (13)	0,9458	0,5483	0,6608	0,5510	0,7241	0,6860	0,6608	0,1634
IFES (14)	0,6834	1	0,5679	0,4633	0,6485	0,6726	0,6485	0,2017
IFSUL (15)	0,3630	0,5021	0,5486	0,8109	1	0,6449	0,5486	0,2563
IFBAIANO (16)	0,5942	0,7920	0,8159	0,3491	0,5795	0,6261	0,5942	0,1894
IFTM (17)	0,6375	0,7359	0,6423	0,4839	0,6141	0,6227	0,6375	0,0905
IFB (18)	0,5392	0,6881	0,7028	0,4513	0,654	0,6071	0,6540	0,1082
IFCE (19)	0,5405	0,8085	0,6276	0,4423	0,5522	0,5942	0,5522	0,1367
IFMG (20)	0,6651	0,5875	0,6371	0,5098	0,5229	0,5845	0,5875	0,0683
IFG (21)	0,4890	0,6452	0,5622	0,3849	0,8198	0,5802	0,5622	0,1646
IFS (22)	0,7003	0,5259	0,5843	0,3418	0,6642	0,5633	0,5843	0,1413
IFPI (23)	0,6578	0,5654	0,5024	0,5205	0,5175	0,5527	0,5205	0,0633
IFPE (24)	0,5632	0,6684	0,4884	0,4536	0,5531	0,5453	0,5531	0,0824
IFTO (25)	0,4741	0,5302	0,6412	0,633	0,4431	0,5443	0,5302	0,0903
IFSUDESTE-MG (26)	0,5661	0,6807	0,5351	0,3848	0,5102	0,5354	0,5351	0,1065
IFPR (27)	0,9633	0,4602	0,5544	0,2979	0,3552	0,5262	0,4602	0,2634
IFAM (28)	0,6419	0,6070	0,4511	0,3816	0,4693	0,5102	0,4693	0,1100
IFF (29)	0,5022	0,5381	0,5317	0,5086	0,4615	0,5084	0,5086	0,0303
IFGOIANO (30)	0,6731	0,4473	0,4964	0,5042	0,3800	0,5002	0,4964	0,1086
IFC (31)	0,6679	0,5602	0,4494	0,363	0,4465	0,4974	0,4494	0,1183
IFRJ (32)	0,5884	0,5676	0,4926	0,2631	0,5157	0,4855	0,5157	0,1301
IFPA (33)	0,4208	0,6628	0,5237	0,3490	0,4374	0,4787	0,4374	0,1202
IFMT (34)	0,5268	0,5803	0,4509	0,2934	0,4370	0,4577	0,4509	0,1087
IFBA (35)	0,5216	0,5182	0,4622	0,4022	0,3634	0,4535	0,4622	0,0701
IFAL (36)	0,5843	0,4928	0,4572	0,2727	0,4158	0,4446	0,4572	0,1144
IFMA (37)	0,4584	0,4868	0,4496	0,3039	0,4435	0,4284	0,4496	0,0716

IFPB (38)	0,3296	0,3400	0,4458	0,3757	0,4513	0,3885	0,3757	0,0575
Média de eficiência por ano	0,6864	0,7077	0,6363	0,512	0,6033	0,6291	-	-

Em 2018, aumentou para 26% ($n=10$) o percentual de institutos federais eficientes. Além do IFAP, IFRR, IFSULDEMINAS, IFRS, IFAC, IFSP, IFRN, que mantiveram o índice de eficiência igual a 1, o IFFARROUPILHA, IFSERTÃO-PE e IFES também se mostraram eficientes à medida que aumentaram seus índices em mais de 39% em relação a 2017. Ainda foi possível notar uma melhoria no resultado do IFSC, que saltou de 0,7462 em 2017 para 0,9855 em 2018. Isso fez com que a instituição se posicionasse próxima da fronteira de eficiência formada pelas DMUs consideradas eficientes.

Quanto aos institutos federais mais ineficientes em 2018, o IFAL, IFMA, IFPR, IFGOIANO e IFPB apresentaram resultado abaixo de 0,50. Conforme ocorreu no ano anterior, o IFPB e IFMA mantiveram um baixo índice em relação às instituições posicionadas na fronteira de eficiência. Também chamou a atenção o desempenho do IFPR que despencou de 0,9633 em 2017 para 0,4602 em 2018, indicando uma queda de 52% na eficiência, e do IFRO que caiu de 0,9458 para 0,5483, representando uma diminuição de 42% do índice alcançado pela instituição no ano anterior.

O índice médio de eficiência dos institutos federais que era de 0,7077 em 2018, caiu para 0,6363 em 2019. Com isso, apenas o IFAP, IFRR, IFSULDEMINAS e IFRS se mantiveram na fronteira de eficiência durante 2019, seguidos pelo IFAC, que alcançou desempenho de 0,9790, registrando pequena redução em seu índice em relação ao ano anterior. Em contrapartida, houve um aumento no número de institutos federais com índice de eficiência abaixo de 0,50. São eles: o IFGOIANO, IFRJ, IFPE, IFBA, IFAL, IFAM, IFMT, IFMA, IFC e IFPB. Destaca-se que neste grupo estão novamente o IFMA e o IFPB, sendo que este último, pelo terceiro ano consecutivo, apresentou o desempenho mais baixo dentre todos os institutos observados até o momento.

Sobre 2020, preliminarmente, cumpre registrar que o ano foi marcado pelo início da pandemia COVID-19. Naquele ano, a índice médio de eficiência dos institutos federais chegou a 0,5120, apresentando redução de aproximadamente 24% em relação a 2019 e 38% em relação a 2018. Diante da atipicidade pandêmica, por um lado, somente o IFAP, IFRR e o IFRS conseguiram se manter na fronteira de eficiência. Por outro, mais da metade das DMUs apresentaram resultado abaixo de 0,50, somando o total de 20 institutos federais considerados mais ineficientes durante o período: IFTM, IFAC, IFES, IFPE, IFB, IFCE, IFBA, IFG, IFSUDESTE-MG, IFAM, IFPB, IFC, IFBAIANO, IFPA, IFS, IFMA, IFPR, IFMT, IFAL e IFRJ.

Ainda sob a influência da pandemia, em 2021 houve melhoria no índice médio de eficiência dos institutos federais que subiu para 0,6033, representando um aumento de cerca de 18% em relação a 2020. Nesse período, foram considerados eficientes o IFAP, IFRR, IFSULDEMINAS e IFSUL por apresentarem resultado igual a 1. Também houve diminuição dos institutos federais com desempenho abaixo de 0,50. Mesmo assim, 12 institutos federais ainda foram considerados mais ineficientes em 2021. São eles: IFAM, IFF, IFPB, IFC, IFMA, IFTO, IFPA, IFMT, IFAL, IFGOIANO, IFBA e IFPR.

Dessa forma, entre 2017 e 2021, apenas o IFAP e o IFRR mantiveram índice de eficiência igual a 1 em todos os períodos observados. Na sequência, sobressaíram-se o IFSULDEMINAS e o IFRS com índice acima de 0,90. Entretanto, o IFRS merece atenção, pois apesar de ter mantido eficiência de 100% nos 4 primeiros períodos analisados, apresentou redução brusca de 48% de 2020 para 2021. Na média geral, com resultados abaixo de 0,50 ficaram o IFC, IFRJ, IFPA, IFMT, IFBA, IFAL, IFMA e IFPB. Os desempenhos mais baixos foram apresentados pelo IFMA e IFPB, que obtiveram índice de eficiência abaixo de 0,50 em todos os anos em análise.

Do ponto de vista do investimento de recursos públicos na educação brasileira, considerando que os institutos federais são equiparados às universidades, o resultado alcançado pelos institutos federais não se revela melhor que o apresentado pelas universidades federais. Em um período de 5 anos (2013 a 2017), as universidades obtiveram 15% de observações eficientes (Hammes et. al., 2020) contra 18% dos institutos federais em um período também de 5 anos (2017 a 2021). No entanto, a média total do índice de eficiência dos institutos federais ficou em cerca de 0,63 (63%) enquanto as universidades alcançaram 0,73 (73%). Com a demanda por eficiência na área da educação, em se tratando da oferta de ensino superior, a literatura internacional indica uma ineficiência média de 10% a 13% (Andersson et al., 2017). Nessa perspectiva, o comparativo médio geral sugere que institutos e universidades federais brasileiras apresentam maiores dificuldades em combinar os *inputs* a sua disposição para produção de *outputs* correspondentes (Hammes et. al., 2020).

4.2 Análise de agrupamentos e das características das instituições

Visando ter uma melhor descrição dos institutos federais eficientes, foram gerados agrupamentos (*clusters*) por meio do método de encadeamento completo baseado nos índices médios de eficiência padrão. O objetivo foi identificar os institutos federais eficientes (*Cluster 1*), e aqueles com média ineficiência (*Cluster 2*) e alta ineficiência (*Cluster 3*). No *Cluster 1* foram agrupadas quatro instituições com eficiência média entre 1 e 0,9041; no *Cluster 2*, foi composto por 10 instituições com eficiência média entre 0,8205 e 0,6726; e no *Cluster 3*, ficaram 24 instituições que apresentaram eficiência média de 0,6449 e 0,3885 (ver Tabela 5).

Tabela 5. Clusters formados pelo método de encadeamento completo

Clusters	DMUs	Eficiência	
		Máximo	Mínimo
(1) Eficiente	IFAP; IFRR; IFSULDEMINAS; IFRS.	1	0,9041
(1) Média Ineficiência	IFAC; IFSP; IFRN; IFSC; IFMS; IFNMG; IFFARROUPILHA; IFSERTÃO-PE; IFRO; IFES.	0,8205	0,6726
(1) Alta Ineficiência	IFSUL; IFBAIANO; IFTM; IFB; IFCE; IFMG; IFG; IFS; IFPI; IFPE; IFTO; IFSUDESTE-MG; IFPR; IFAM; IFF IFGOIANO; IFC; IFRJ; IFPA; IFMT; IFBA; IFAL; IFMA; IFPB.	0,6449	0,3885

Nota. Distâncias entre os clusters: *Cluster 1*: 1 a 0,9041 (n=4:10,5%); *Cluster 2*: 0,8205 a 0,6726 (n=10: 26,3%); *Cluster 3*: 0,6449 a 0,3885 (n=24: 63,2%).

O *Cluster 1*, formado pelo IFAP, IFRR, IFSULDEMINAS e IFRS, representa 10,5% da amostra total de institutos federais e foram as instituições mais bem posicionadas na fronteira de eficiência, isto é, as que alcançaram maiores índices em relação as demais. Na sequência, formou-se o *Cluster 2*, onde foram agrupadas as instituições com ineficiência média, representando 26,3% da amostra. Por fim, o *Cluster 3* foi formado pelas instituições consideradas altamente ineficientes e contempla 63,2% da amostra. Para tentar compreender os motivos que podem ter influenciado os resultados das instituições, analisou-se a média das variáveis por *clusters* que são apresentados na Tabela 6.

Em relação aos *inputs* do modelo, observou-se que os institutos federais eficientes (*Cluster 1*) são também aqueles que apresentaram as menores médias de gastos totais diretos, e tem as menores médias de números de professores e de técnicos administrativos. No entanto, esse *cluster* se sobressai em relação ao alto número médio de matrículas que representam mais de 30% do observado no *Cluster 2* e de 40% do observado no *Cluster 3*. Conseqüentemente, a alta no número médio de matrículas do *Cluster 1* reflete nos *outputs*, de modo que as vagas ofertadas e número de concluintes desse *cluster* são em média 73% maiores que as apresentadas pelos outros dois *clusters*.

Num primeiro momento, esses achados sugerem que quanto menores os gastos totais diretos e número de pessoal, maiores serão os índices de eficiência das instituições. Entretanto,

verificou-se também que desvio padrão dos *clusters* indica muita dispersão do conjunto de dados analisados, especialmente nos números de matrículas, vagas e concluintes do *Cluster 1*, em que as médias são menores que o desvio padrão da amostra. Dessa forma, considerando que no *Cluster 1* está o IFRS, o qual figura como maior responsável pelos números expressivos em relação a matrículas, vagas e alunos concluintes em 2020, resolveu-se aprofundar a análise das variáveis e características dos institutos federais considerados eficientes.

Tabela 6. Média das variáveis observadas nos institutos federais por clusters

		<i>Inputs</i>				<i>Outputs</i>	
		GT_DIRETOS	MATRIC	PROF	TAE	VAGA	CONCL
<i>Cluster 1</i>	Média	227.175.167,10	42.741,50	633,45	556,45	37.399,35	25.248,30
	Desvio padrão	51.014.920,56	55.657,62	464,56	292,61	55.924,83	40.550,91
<i>Cluster 2</i>	Média	388.520.460,71	29.227,58	1.153,74	900,40	15.322,66	6.617,44
	Desvio padrão	247.705.876,80	17.581,42	797,58	467,84	10.568,76	4.414,91
<i>Cluster 3</i>	Média	386.553.907,22	24.380,42	1.124,11	883,75	10.041,65	3.777,63
	Desvio padrão	110.555.768,37	11.102,72	371,11	243,07	7.210,59	1.715,25

Nota. *Inputs*: GT_DIRETOS = gastos totais diretos, exceto inativos e pensionistas; MATRIC = número de matrículas; PROF = número de professores; TAE = número de técnicos administrativos. *Outputs*: CONCL: número de alunos concluintes; VAGA: número de vagas ofertadas.

Observou-se que o IFAP foi a instituição que teve os menores gastos diretos durante todo o período, além de contar com o menor número de professores e técnicos administrativos. A mesma tendência é observada no IFRR, que teve seu conjunto de valores alocados antes do primeiro quartil das medidas observadas. O IFSULDEMINAS e IFRS foram os institutos federais que se posicionaram mais próximos da fronteira de eficiência com índices de 0,9460 e 0,9041, respectivamente. Quando se comparou a média do IFSULDEMINAS com a média geral de todas as instituições, observou-se que, enquanto os gastos diretos, número de professores e de técnicos administrativos ficaram mais próximas do primeiro quartil, o número de alunos concluintes e vagas subiram para o terceiro quartil. Esse achado indica que ao longo do período observado, o IFSULDEMINAS conseguiu apresentar mais resultados (*outputs*) com menos recursos (*inputs*). O mesmo ocorreu com o IFRS, que possui os maiores valores dentro do *Cluster 1*.

Como os recursos orçamentários destinados à área da educação são temas de recorrentes debates no cenário nacional e internacional, para prosseguir com o estudo, realizou-se uma análise de correlação com intuito de identificar se os gastos totais diretos estariam afetando negativamente o índice de eficiência dos institutos federais. O coeficiente de correlação, apesar de negativo, não foi significativo considerando um intervalo de confiança de 95% ($r = -0,297$, $p = 0,071$). O resultado encontrado corrobora com a literatura anterior que sugere que não existe uma relação linear entre gastos e desempenho educacional (Agasisti, 2014).

4.3 Índice de produtividade Malmquist-DEA

Para melhor identificar as mudanças na eficiência dos institutos federais, calculou-se o IPM. Este índice decompõe o resultado permitindo uma análise dinâmica por meio da distinção das mudanças de eficiência técnica e de eficiência tecnológica e, portanto, mensurando a variação intertemporal da produtividade que afeta o nível de eficiência (Thanassoulis et al., 2011; Andersson et al., 2017; Parente et al., 2021). A tabela 7 demonstra a variação na produtividade dos institutos federais em séries temporais. Assim, os resultados do IPM resumidos por médias anuais apontaram que, entre 2017 e 2021, tanto a eficiência técnica (-4,2%) quanto a eficiência tecnológica (-3,6%) apresentaram variações médias negativas. Com isso, houve um decréscimo médio de 7,6% na produtividade dessas instituições. Esse resultado negativo diverge da literatura anterior de 2010 e 2017 que indicou um IPM de 13,7% e tendência

de crescimento na relação *input/output* dos institutos federais (Parente et al., 2021). Além disso, observou-se que a variação de produtividade dos institutos federais oscilou durante o período, registrando queda e crescimento de forma intercalada.

Tabela 7. *Índice de produtividade de Malmquist para os institutos federais, por ano*

Ano	Variação na eficiência técnica	Variação na eficiência tecnológica	IPM
2017-2018	1,006	0,820	0,825
2018-2019	0,857	1,133	0,971
2019-2020	0,783	1,187	0,930
2020-2021	1,249	0,785	0,980
Média	0,958	0,964	0,924
Desvio padrão	0,2056	0,2081	0,0711

Ainda, para auxiliar a compreensão do cenário de redução na produtividade dos institutos federais, calculou-se os resultados do IPM médio por DMU referente ao período de 2017 a 2021. A comparabilidade entre as DMUs por meio do IPM permitiu a avaliação do comportamento das variações de produtividade dos institutos federais. Entre 2017 e 2021, das 38 instituições observadas, 32 apresentaram IPM menor que 1, o que indica contração média na produtividade dessas unidades. Isso significa que em 5 anos, apenas 15,8% dos institutos federais obtiveram melhoria no seu nível de produtividade. São eles: IFSUL; IFG; IFRR; IFFARROUPILHA; IFES; e IFPB.

Entre esses últimos, com exceção do IFES, os demais elevaram o seu índice de produtividade devido a maior variação positiva na eficiência técnica, indicando, assim, que ao longo do período essas unidades buscaram melhorar o uso de seus *inputs* para aumentar a entrega dos *outputs*. O IFSUL e o IFG apresentaram maior crescimento nos níveis de produtividade, registrando uma variação positiva no IPM de 23% e 11,5%, respectivamente. Contudo, apesar da melhoria na eficiência técnica houve regresso nos índices de variação tecnológica dessas instituições. Nesse sentido, cabe destaque ao IFRR e IFFARROUPILHA que obtiveram variação positiva também na eficiência tecnológica, o que sugere que além da melhoria da relação *input/output*, essas instituições adotaram inovações tecnológicas, possivelmente relacionadas a aspectos gerenciais, legais ou administrativos.

Quanto aos menores IPM, notou-se que a maior involução de produtividade foi registrada pelos IFPR com variação negativa de -28,7%, seguido do IFNMG com -23,6% e do IFGOIANO com -22,5%. Embora o IFPR e o IFGOIANO tenham apresentado eficiência tecnológica acima de 0,9, ou seja, próximo a 1, o decréscimo na eficiência técnica dessas instituições indica que elas têm encontrado mais dificuldades para gerar *outputs* na mesma proporção dos *inputs* recebidos. No caso do IFNMG, o IPM foi mais afetado pela variação negativa na eficiência tecnológica, vez que a este instituto apresentou o índice mais baixo entre todos os demais (0,847).

4.4 Discussão dos resultados

Os resultados encontrados evidenciaram que no período observado, os institutos federais brasileiros encontraram maiores dificuldades em combinar os *inputs* a sua disposição (recursos financeiros e de pessoal, e alunos matriculados) para gerar os *outputs* inerentes a sua missão institucional de oferta de educação profissional e tecnológica (oferta de vagas em cursos de nível médio e superior, e alunos concluintes). De acordo com este estudo, a eficiência padrão média foi mensurada em 63% entre 2017 e 2021, indicando uma tendência de queda no período. Este achado diverge da literatura anterior, que ao analisar a atuação dos institutos federais entre 2010 e 2017, encontrou 73,7% de eficiência técnica (Parente et al., 2021).

Os resultados da análise de agrupamentos geraram três *clusters*. No *Cluster 3* ficaram agrupados os institutos federais considerados altamente ineficientes, que correspondem a 63,2% da amostra, indicando que a maioria dessas instituições ainda apresentam dificuldades na alocação de seus recursos financeiros e de pessoal. O *Cluster 1* contemplou as instituições eficientes e foi composto pelo IFAP, IFRR, IFSULDEMINAS e IFRS. Ao analisar as características dessas instituições, constatou-se que o IFAP e o IFRR, ao mesmo tempo que mantiveram eficiência constante no período, também tiveram os menores gastos anuais e menores números de professores e técnicos administrativos.

No entanto, o IFSULDEMINAS e IFRS, embora tenham tido maiores gastos em relação a outros institutos, conseguiram manter um índice médio de eficiência de 94,6% e 90,4%, respectivamente. Adicionalmente, uma correlação entre gastos e índice de eficiência não foi estaticamente significativa, corroborando com a literatura anterior que sugere a inexistência de uma relação linear entre essas variáveis (Agasisti, 2014). Portanto, os achados acompanham pesquisas precedentes que sugerem que os bons resultados na área da educação também estão relacionados à alocação eficiente dos recursos públicos e gestão racional das instituições (Agasisti, 2017; Nazarko & Šaparauskas, 2014).

Apesar do índice de eficiência de 2020 ter sofrido o impacto da pandemia COVID-19, que alterou significativamente o funcionamento das instituições de ensino exigindo-lhes a adoção de novas práticas, como, a substituição do ensino presencial pelo remoto, a eficiência dos institutos federais já demonstrava queda no período antecedente com diminuição de 7,1% de 2018 para 2019. No que tange aos aspectos internos sob a administração e controle dos institutos federais, ficou evidente a necessidade dessas instituições reverem e realinharem seu planejamento institucional de modo a desenvolver ações que objetivem resultados possíveis e maior desempenho, inclusive com a identificação e eliminação de lacunas que podem estar afetando a eficiência e a produtividade das unidades.

No entanto, para fomentar a discussão sobre o tema, há que se considerar também os aspectos externos relacionados a adoção de políticas públicas em nível nacional que, embora fujam do controle dessas instituições, influenciam o seu funcionamento. Nessa perspectiva, observou-se que reforma das políticas públicas voltadas à educação profissional e tecnológica triplicaram os gastos da área nos 10 anos após a criação dos institutos federais (Pereira, 2019; Santos & Chaves, 2020). Da mesma forma, a literatura anterior aponta que em termos de eficiência, essas instituições cresceram 35,5% no período de 2010 e 2017 (Parente et al., 2021). Contudo, a diminuição do índice apurado nesta pesquisa coincide com o período pós promulgação da EC 95/2016, que estabeleceu um teto de gastos para as despesas primárias da União, vigente de 2016 a 2036, o qual afeta diretamente os investimentos nas áreas da educação e saúde (Dutra & Brisolla, 2020; Rossi & Dweck, 2016; Santos & Chaves, 2020).

Com efeito, em um cenário de restrições orçamentárias, a evolução contínua de despesas obrigatórias com pagamento de salários e encargos sociais a cada ano pode reduzir a capacidade de manutenção operacional da infraestrutura em funcionamento nas unidades, o que pode implicar em insuficiência de recursos para aquisição de materiais de consumo, serviços e equipamentos. Em 2021, os gastos com folha de pessoal representaram cerca de 86,2% dos gastos totais dessas instituições. Isso significa que durante 2021, de cada R\$ 100,00 de recursos investidos nos institutos federais, o valor de R\$ 86,24 foi destinado ao pagamento de salários do pessoal docente e técnico administrativo. Em todo o período observado, comparados aos gastos totais, esse tipo de despesa evoluiu mais de 2% ao ano.

Por fim, diante dos resultados encontrados tem-se como indicação que a melhoria dos índices de eficiência dos institutos federais depende da atuação em duas frentes principais. Por um lado, há necessidade dessas instituições reavaliarem o seu conjunto de práticas para alinhá-las a perspectiva de maior desempenho e alcance de resultados possíveis que possam contribuir, de forma mais eficiente na formação e qualificação de cidadãos, na melhoria da atuação

profissional e no desenvolvimento local, regional e nacional, conforme preceitua a lei de criação dos institutos federais. Por outro, exige-se imediata atenção governamental, em nível de formuladores de políticas públicas, quanto a necessidade de avaliação e revisão da EC 95/2016, que se mantida nos termos em que se encontra, em poucos anos inviabilizará a manutenção operacional das instituições federais de ensino.

5 Considerações Finais

O objetivo deste estudo foi analisar a eficiência dos institutos federais, no período entre 2017 e 2021, por meio dos dados consolidados pela Plataforma Nilo Peçanha. Para atingi-lo foram identificadas, dentre as informações e indicadores publicados na PNP, variáveis *inputs* e *outputs* que pudessem mensurar a eficiência dos institutos federais de acordo com os insumos disponibilizados e resultados alcançados por essas instituições.

Nesse sentido, este estudo contribui com a literatura sobre a eficiência dos institutos federais. A partir dos resultados encontrados, observou-se que no período analisado, os 38 institutos federais alcançaram uma média de 63% de eficiência padrão. O ano de 2017 foi o período em que houve mais instituições ($n=10$) com índice máximo de eficiência, chegando a uma média anual de 70,7%. No entanto, apenas o IFAP e o IFRR conseguiram manter esse índice igual a 1 em todos os períodos. Em contrapartida, o IFMA e IFPB obtiveram os piores desempenhos com índice de eficiência abaixo de 50% em todos os cinco anos observados.

Em relação aos aspectos metodológicos, esse estudo se distingue dos anteriores, trazendo também uma análise de agrupamentos do conjunto de dados. A aplicação desse método permitiu a análise, interpretação e discussão dos resultados a partir de *clusters* das instituições, facilitando a apresentação e uma melhor descrição sobre como os *inputs* e *outputs* afetam a eficiência dos institutos federais.

Além disso, a pesquisa contribui com a discussão sobre aspectos sociais inerentes às políticas públicas brasileiras. Diante do levantamento das despesas obrigatórias com pessoal, apresentou-se uma breve discussão sobre possíveis impactos da EC 95/2016, que se mantida nos termos em que se encontra, em poucos anos tende a inviabilizar a manutenção operacional das instituições federais de ensino. Portanto, espera-se que medidas sejam tomadas tanto pelos institutos federais no sentido de reavaliar o seu conjunto de práticas e alinhá-las à perspectiva de maior desempenho e alcance de resultados possíveis, quanto pelos agentes formuladores de políticas a fim de garantir recursos orçamentários para investimento na educação profissional e tecnológica.

Por fim, faz-se importante informar que a pesquisa apresenta limitações, pois avaliou apenas métricas quantitativas e considerou o período relativo à pandemia do coronavírus, em que os calendários acadêmicos sofreram alterações e postergações, podendo ter influenciado número de matrículas, vagas ofertadas e alunos concluintes. Estudos futuros podem analisar períodos subsequentes à pandemia, identificar novas variáveis para compor o modelo de mensuração da eficiência dos institutos federais, além de propor indicadores que poderiam ser incorporados à PNP. Por fim, destaca-se que os resultados apresentados por esta pesquisa devem ser interpretados de acordo com as características dos procedimentos metodológicos adotados, institutos federais analisados, variáveis e período observado.

Referências

- Agasisti, T. & Dal Bianco, A. (2009). Measuring efficiency of Higher Education institutions. *Int. J. Management and Decision Making*, (10)5/6, 443-465.
- Agasisti, T. (2014). The Efficiency of Public Spending on Education: an empirical comparison of EU countries. *European Journal of Education*, 49(4), 543-557.

- Agasisti, T. & Haelermans (2016). Comparing Efficiency of Public Universities among European Countries: Different Incentives Lead to Different Performances. *Higher Education Quarterly*, 70(1), 81-114.
- Agasisti, T. (2017) Management of Higher Education Institutions and the Evaluation of their Efficiency and Performance. *Tertiary Education and Management*, (23)3, 187-190.
- Andersson, C., Antelius, J., Månsson, J., & Sund, K. (2017). Technical efficiency and productivity for higher education institutions in Sweden. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 61(2), 205-223.
- Athanassopoulos, A. D., & Shale, E. (1997). Assessing the Comparative Efficiency of Higher Education Institutions in the UK by the Means of Data Envelopment Analysis. *Education Economics*, 5(2), 117-134.
- 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.
- Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W.W., Swarts, J., & Thomas, D. (1989). An Introduction to Data Envelopment Analysis with some of its Models and Their Uses. *Research in Government and Non-Profit Accounting*, 5, 125-163.
- Cavalcante, S. M., & Andriola, W. B. (2012). Avaliação da eficiência dos cursos de Graduação da Universidade Federal do Ceará (UFC) através da Análise Envoltória de dados (DEA). *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 5(3), 291-314.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- Coco, G., & Lagravinese, R. (2014). Cronyism and education performance. *Economic Modelling*, 38, 443-450.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2007). *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Springer.
- Dutra, N., & Brisolla, L. (2020). Impactos e rupturas na educação superior brasileira após a Emenda Constitucional 95/2016: o caso dos institutos federais. *FINEDUCA – Revista de Financiamento da Educação*, 10(7), 1-17.
- Dutra, R. S., Dutra, G. B. M., Parente, P. H. N., & Paulo, E. (2019). O que mudou no desempenho educacional dos institutos federais do Brasil?. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 27(104), 631-653.
- Fávero, L. P. L., & Belfiore, P. P. (2017). *Manual de análise de dados: estatística e modelagem multivariada com excel, SPSS e stata*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- 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 (REPeC)*, 9(3), 295-312.
- Gralka, S. (2018) Persistent inefficiency in the higher education sector: evidence from Germany. *Education Economics*, 26(4), 373-392.
- Hammes, D. D. Jr., Flach, L., & Mattos, L. K. (2020). The efficiency of public expenditure on Higher Education: a study with Brazilian Federal Universities. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 28(109), 1076-1097.
- Johnes, G. (2013). Efficiency in English higher education institutions revisited: a network approach. *Economics Bulletin*, 33(4), 2698-2706.
- Johnes, G., & Johnes, J., (2009). Higher education institutions' costs and efficiency: taking the decomposition a further step. *Economics of Education Review* 28, 107-113.

- Johnes, G., & Tone, K. (2017). The efficiency of higher education institutions in England revisited: comparing alternative measures. *Tertiary Education and Management*, 23(3), 191-205.
- Melonio, A. M. C., & Lucas, V. M. (2019). Análise de Eficiência das IFES no uso de recursos financeiros: uma aplicação DEA em dois estágios. *Revista de Ciências da Administração*, 21(55), 86-100.
- Nascimento, M. M., Cavalcanti, C., & Ostermann, F. (2020). Dez anos de instituição da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica: o papel social dos institutos federais. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, 101(257), 120-145.
- Nazarko, J., & Šaparauskas, J. (2014). Application of DEA method in efficiency evaluation of public higher education institutions. *Technological and Economic Development of Economy*, 20(1), 25-44.
- Pacheco, E. (Org.) (2011). *Institutos Federais. Uma revolução na educação profissional e tecnológica*. Brasília: Fundação Santillana; São Paulo: Moderna.
- Parente, P. H. N., Maria, C. C. de, 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).
- Pereira, J. (2019). Análise dos Recursos Financeiros Aplicados nas Instituições Federais de Educação Profissional, Científica e Tecnológica: 1996-2016. *FINEDUCA - Revista de Financiamento da Educação*, 9(21).
- Prado, J. L., Fernandez-Crehuet, J. M., & Oliveira Jr., A. M. (2017). Propriedades intelectuais da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. *Arquivos Analíticos de Políticas Educativas*, 25(95).
- Robst, J. (2001). Cost Efficiency in Public Higher Education Institutions. *The Journal of Higher Education*, 72(6), 730-750.
- Rolim, L. F., Almeida, A. T. C., Lombardi F., S. C., & Anjos Jr., O. R. (2020). Avaliação da Eficiência dos Gastos das Instituições Federais de Ensino Superior Brasileiras. *Teoria e Prática em Administração*, 11(1), 1-16.
- Rossi, Pedro, & Dweck, Esther. (2016). Impacts of the new fiscal regime on health and education. *Cadernos de Saúde Pública*, 32(12).
- Santos F. J., & Chaves, V. (2020). A Expansão da Rede Federal de Educação Profissional e os desafios do financiamento (2013-2018). *RTPS - Revista Trabalho, Política e Sociedade* 5(8), 33-50.
- Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. (2019). *Relatório Anual de análise dos indicadores de gestão das Instituições Federais de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (Exercício 2018)*. Ministério da Educação, Brasil.
- Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. (2021). *Plataforma Nilo Peçanha*. Ministério da Educação, Brasil. Disponível em <<http://plataformanilopecanha.mec.gov.br/2021.html>>
- Senra, L. F. A. D. C., Nanci, L. C., Mello, J. C. C. B. S., & Mexa, L. A. (2007). Estudo sobre métodos de seleção de variáveis em DEA. *Pesquisa Operacional*, 27(2), 191-207.
- Thanassoulis, E. (2001). *Introduction to the theory and application of data envelopment analysis: a foundation text with integrated software*. Kluwer Academic Publishers.
- Thanassoulis, E., Kortelainen, M., Johnes, G. Johnes, J. (2011). Costs and efficiency of higher education institutions in England: a DEA analysis. *Journal of the operational research society*, 62(7), 1282-1297. 2, 1282-1297.
- Veiderpass, A., & McKelvey, M. (2016) Evaluating the performance of higher education institutions in Europe: a nonparametric efficiency analysis of 944 institutions. *Applied Economics*, (48)16, 1504-1514.

- Wolszczak-Derlacz, J., & Parteka, A. (2011). Efficiency of European public higher education institutions: a two-stage multicountry approach. *Scientometrics* 89, 887-917.
- Wu, J., Zhang, G., Zhu, Q., & Zhou, Z. (2020). An efficiency analysis of higher education institutions in China from a regional perspective considering the external environmental impact. *Scientometrics* 122(1), 57-70.