

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DOS INSTITUTOS FEDERAIS NO
NORDESTE BRASILEIRO**

**EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF FEDERAL INSTITUTES IN
NORTHEASTERN BRAZIL**

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS INSTITUTOS FEDERALES EN
EL NORESTE DE BRASIL**

Fernando Rufino de Barros*

Hudson Fernandes Amaral*

* Centro Universitário UNIHORIZONTES, Belo Horizonte/MG, Brasil

Resumo

A educação profissional e tecnológica possui grande importância para a região em que se instala, sendo uma das responsáveis por capacitar a mão de obra necessária para suprir as demandas do mercado de trabalho e da economia. Neste sentido, objetivou-se com este estudo avaliar a eficiência das instituições federais que compõem a RFEPCT no Nordeste do Brasil nos períodos de 2017-2019 por meio da Análise Envoltória de Dados em conjunto com o Índice de Produtividade de Malmquist. Os resultados encontrados mostraram que apenas três instituições se mantiveram na fronteira eficiente para todos os anos avaliados. Quanto ao índice de produtividade, a média total da amostra apresentou pouco avanço, somente 3% na relação produto/insumo. Conclui-se que, mesmo com aumento na produtividade, a maioria das unidades ainda tem capacidade de ampliar seus resultados, sendo necessária uma melhor atuação da gestão para alocação dos seus insumos de forma assertiva.

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

Abstract

Professional and technological education is of great importance for the region in which it is installed, being one of those responsible for training the workforce needed to meet the demands of the labor market and the economy. In this sense, the aim of this study was to evaluate the efficiency of the federal institutions that make up the RFEPCT in Northeast Brazil in the periods 2017-2019 through the Data Envelopment Analysis in conjunction

with the Malmquist Productivity Index. The results found showed that only three institutions remained on the efficient frontier for all the years evaluated. As for the productivity index, the total average of the sample showed little progress, only 3% in the product/input ratio. It is concluded that, even with an increase in productivity, most units still have the capacity to increase their results, requiring better management performance to assertively allocate their inputs.

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

Resumen

La educación profesional y tecnológica es de gran importancia para la región en la que está instalada, siendo una de las encargadas de capacitar a la fuerza laboral necesaria para atender las demandas del mercado laboral y la economía. En este sentido, el objetivo de este estudio fue evaluar la eficiencia de las instituciones federales que integran la RFEPCT en el Nordeste de Brasil en los períodos 2017-2019 a través del Análisis Envoltorio de Datos en conjunto con el Índice de Productividad de Malmquist. Los resultados encontrados mostraron que solo tres instituciones permanecieron en la frontera eficiente durante todos los años evaluados. En cuanto al índice de productividad, el promedio total de la muestra mostró poco avance, solo 3% en la relación producto / insumo. Se concluye que, incluso con un aumento en la productividad, la mayoría de las unidades aún tienen la capacidad de incrementar sus resultados, requiriendo un mejor desempeño gerencial para asignar asertivamente sus insumos.

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

1. INTRODUÇÃO

A educação é considerada o caminho para a melhoria na qualidade de vida de uma pessoa. É por meio dela que o indivíduo adquire capacidade de pensar e criticar o seu entorno de forma independente, influenciando sua formação cidadã e profissional. A literatura que relaciona positivamente a expansão da educação com os avanços econômicos de um país é extensa, pois, segundo Hoffmann *et al.* (2014) e Elena *et al.*

(2017), são as instituições de ensino que entregam à sociedade a mão de obra qualificada para atuar frente às mudanças e aos avanços na tecnologia.

No Brasil, com o intuito de possibilitar uma formação profissional e tecnológica, foi instituída a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT) por meio da Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Reafirmando assim, a responsabilidade do Estado enquanto agente transformador do cenário socioeconômico no país. No entanto, ao se tratar de desenvolvimento regional, Oliveira, Lima e Raiher (2017) citam o Nordeste como uma das regiões com resultados mais baixos de pobreza e desenvolvimento em relação às demais no país, deixando clara as desigualdades intrarregionais, bem como aquelas de caráter inter-regionais.

Considerando os campi associados às unidades que compõem a rede, segundo o portal do Ministério da Educação, em 2019 existiam ao todo 661 unidades distribuídas entre as 27 unidades federadas do país (BRASIL, 2020), sendo a região Nordeste detentora de aproximadamente 200 *campi*. Essa expansão da RFEPCT, aliada à outras políticas públicas do governo, possibilitaram ganhos evidentes quando analisado o aumento do valor do rendimento médio das famílias nordestinas (BRITO; THEIS; SANTOS, 2019). Dessa forma, levanta-se a hipótese de que as unidades da Rede Federal, na região do Nordeste, operam de forma eficiente.

Para os jovens, a educação profissional é considerada um fator importante na aquisição de habilidades, desenvolvendo suas competências para responder às demandas do mercado de trabalho e da economia (OECD, 2010). A importância da educação e da formação profissional deixa clara a preocupação com a gestão das instituições de ensino de modo a garantir um elevado grau de eficiência no atendimento à sociedade em que está inserida. Dentre os métodos existentes para mensurar o nível de eficiência em instituições governamentais, a Análise Envoltória de Dados (DEA, do inglês Data Envelopment Analysis) é um método considerado de grande eficácia para o setor educacional (COSTA et al., 2015; WITTE; LÓPEZ-TORRES, 2017).

Emrouznejad e Yang (2018) realizaram uma pesquisa sobre a aplicação do DEA nos anos de 1978 a 2016, identificando-o como um instrumento matemático ainda

emergente e essencial para investigar a eficiência das organizações. Nesse sentido, como forma de testar a hipótese levantada, este estudo tem por objetivo geral analisar o nível de eficiência das Instituições Federais de Ensino pertencentes à RFEPCT na região Nordeste do Brasil nos anos de 2017 a 2019. Como objetivos específicos, pretende-se identificar as instituições consideradas *benchmarkings*, as metas para aquelas apontadas como ineficientes e analisar a produtividade ao longo dos períodos.

A presente pesquisa está estruturada em cinco seções. A primeira abordou a introdução do tema, conduzindo-a a seu objetivo. A segunda seção conceitua e contextualiza a eficiência no setor educacional, além de levantar o estado da arte sobre os estudos que avaliam a eficiência em instituições de ensino profissionalizante. A terceira seção discorre sobre os procedimentos metodológicos que sustentam a pesquisa, estando a quarta seção responsável por discutir os resultados encontrados. Por fim, a quinta seção aborda as considerações finais, finalizando o documento.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. A EFICIÊNCIA NA EDUCAÇÃO

Análise empírica proposta nesta pesquisa se embasa nas definições de eficiência em sua concepção técnica e de escala. Segundo Farrell (1957) e Deprins, Simar e Tulkens (1984), a dimensão técnica se refere a capacidade que uma instituição possui em trabalhar próximo ou no limite de sua produção. Tuesta et al. (2020) citam que o aumento na produção, pela mesma unidade de entrada, resulta em maior eficiência.

Já a eficiência de escala é a medida em que esta instituição pode tirar proveito dos retornos de escala, alterando seu tamanho para uma escala ótima (ABBOTT; DOUCOULIAGOS, 2002). Quando comparadas à outras organizações, a eficiência de uma instituição de ensino possui uma relação distinta entre suas entradas (recursos utilizados em sua produção como professores, infraestrutura, custos) e saídas (entregas realizadas por ela como alunos formados) (MARGINSON, 1991).

Os debates acerca da qualidade na educação têm se tornado recorrentes nos governos, organizações sociais, acadêmicos, entre outros interessados (YANG; FUKUYAMA; SONG, 2018). Existem uma variedade de critérios que envolvem o atendimento fornecido pelo Estado à população, ocorrendo até mesmo de serem contrários à iniciativa privada, pois devem seguir o critério de promoção da igualdade e do bem-estar social de forma equânime aos cidadãos, indo além do caráter econômico (PEÑA; GOMES, 2018).

Ferrer (2008) cita a preocupação existente na maioria dos países desenvolvidos, ou em processo de desenvolvimento, no que tange à melhoria em termos qualitativos da educação. Desse modo, é essencial a adequação do método utilizado a sua realidade, utilizando indicadores em conformidade com as atividades estratégicas, quando forem realizados estudos com o objetivo de analisar a eficiência de uma instituição de ensino, (BALABONIENÉ; VEČERSKIENÉ, 2014).

2.1. DEA E O CONTEXTO DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

Foram os estudos de Farrell (1957), utilizando a função de produção de forma dividida para estimar sua fronteira que possibilitaram o surgimento método DEA. Posteriormente, Charnes, Cooper e Rhodes (1978) iniciaram uma abordagem não paramétrica e criaram o Modelo CCR (iniciais de Charnes, Cooper e Rhodes) para uma análise com retornos constantes de escala (CRS – Constant Returns to Scale) das unidades de análise, ou Unidades Tomadoras de Decisão (DMU – Decision Making Units).

Posteriormente, Banker, Charnes e Cooper (1984) expandiram o modelo e criaram o BCC (iniciais de Banker, Charnes e Cooper) a fim de incluir retornos variáveis de escala (VRS - Variable Returns to Scale). Conforme os autores, o Modelo BCC considera situações de eficiência de produção com variação de escala sem assumir proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*. Já o Modelo CCR gera uma fronteira de eficiência, onde qualquer variação nas entradas vai produzir uma variação proporcional nas saídas.

Segundo Gresele e Krukoski (2018), a eficiência de escala é determinada pela razão entre a eficiência do modelo CCR e a eficiência do modelo BCC. É importante ressaltar que as unidades analisadas devem dispor de mesmas características produtivas para utilização do método DEA. Os modelos podem ainda ser orientados à entrada, quando a intenção é projetar um aumento dos insumos, ou à saída, quando a intenção é projetar um aumento dos produtos. A tabela 1 apresenta os modelos com suas orientações, respectivamente.

Tabela 1: Modelos CCR e BCC orientados a *inputs* e a *outputs*

Modelo CCR	
Orientado a <i>inputs</i>	Orientado a <i>outputs</i>
$Max Ef_0 = \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{j0}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{i0}}$	$Min Ef_0 = \frac{\sum_{j=1}^r v_i x_{i0}}{\sum_{i=1}^s u_j y_{j0}}$
<p>Sujeito a:</p> $\frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}} \leq 1, \forall k$ $v_i; u_j \geq 0, \forall i, j$	<p>Sujeito a:</p> $\frac{\sum_{i=1}^r v_i x_{i0}}{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}} \geq 1, \forall k$ $u_j; v_i \geq 0, \forall j, i$
Modelo BCC	
Orientado a <i>inputs</i>	Orientado a <i>outputs</i>
$Max Ef_0 = \sum_{j=1}^s u_j y_{j0} + u_*$	$Min Ef_0 = \sum_{i=1}^r v_i x_{i0} + v_*$
<p>Sujeito a:</p> $\sum_{i=1}^r v_i x_{i0} = 1$ $-\sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} + u_* \leq 0, \forall k$ $v_i; u_j \geq 0, u_* \in \mathbb{R}$	<p>Sujeito a:</p> $\sum_{i=1}^r u_j y_{i0} = 1$ $-\sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - v_* \leq 0, \forall k$ $v_i; u_j \geq 0, u_* \in \mathbb{R}$

Legenda:

Ef_0 = eficiência da DMU₀;
 v_j e u_j = pesos de *inputs* $i, i=1,2, \dots, r$ e *outputs* $j, j=1,2, \dots, s$;
 x_{ik} e y_{jk} = *inputs* i e *outputs* j da DMU_k, $k = 1,2, \dots, n$;
 x_{i0} e y_{j0} = *inputs* i e *outputs* j da DMU₀.

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

Os estudos que buscam analisar a eficiência na educação com a aplicação do DEA continuam aumentando nas últimas décadas (ARAUJO; BARBIRATO, 2017; EMROUZNEJAD; YANG, 2018; LAMPE; HILGERS, 2015; WITTE; LÓPEZ-TORRES, 2017), principalmente aqueles voltados às instituições de ensino superior, no entanto, a literatura ainda carece de pesquisas com foco na educação profissional e tecnológica (PARENTE et al., 2021). A tabela 2 apresenta uma síntese dos estudos encontrados no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), Google Acadêmico e na Scopus com as respectivas variáveis de entrada e saída.

Tabela 2: Relação de *input/output* utilizados pela literatura

Autores	Input (I) / Output (O)
Abbott e Doucouliagos (2000)	I: nº de docentes em tempo integral e de pessoal não docente; e valor do ativo imobilizado. O: nº de alunos equivalentes em tempo integral.
Abbott e Doucouliagos (2002)	I: nº de docentes em tempo integral e de pessoal não docente; despesas de capital; e custos de energia. O: tempo, em horas, de permanência do aluno.
Jing e Shen (2011)	I: nº de professores em tempo integral, de alunos, de funcionários, de escolas; e montante de ativos fixos. O: nº de graduados
Rządziński e Sworowska (2016)	I: patrimônio móvel e imóvel; despesas de custeio e de pessoal; outros custos principais com impostos e taxas. O: nº de alunos não graduados, graduados e receita de vendas.
Bogetoft e Wittrup (2017)	I: orçamento total. O: nível acadêmico dos alunos; taxas de retenção escolar, emprego pós-curso e ingresso no ensino superior.
Krieser et al. (2018)	I: gasto corrente por aluno; titulação do corpo docente; e relação de alunos por docentes em tempo integral. O: relação de concluintes por matrícula atendida
Rodrigues, Muylder e Gontijo (2018)	I: nº médio de alunos por turma; nº médio de horas-aulas por dia; e titulação do corpo docente. O: taxa de aprovação de alunos; e nota média dos alunos no ENEM.
Chlebounová (2019)	I: despesas com salários de professores (por aluno). O: taxa de sucesso dos alunos nos exames de língua Checa, Matemática e Inglesa.
Achi (2020)	I: nº de docentes, nº de administradores, orçamento total; tamanho (área); e tempo (anos) de existência da unidade. O: nº de graduados.
Parente et al. (2021)	I: gastos correntes por aluno; relação alunos/docentes; e titulação do corpo docente. O: relação concluintes por aluno matriculado

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Abbott e Doucouliagos (2000, 2002) aplicaram o método DEA, em seu modelo tradicional BCC-CCR, para analisar a eficiência em 25 escolas na Nova Zelândia nos períodos de 1995 e 1996, e 23 escolas na Austrália no período de 1995, respectivamente.

Os autores abordaram o aumento do financiamento feito pelo governo para expansão da rede profissionalizante e para a manutenção das unidades como justificativa para ambos os estudos, identificando que grande parte das unidades analisadas apresentaram altos índices de eficiência.

Jing e Shen (2011) utilizaram o modelo DEA-BCC-CCR em conjunto com Índice de Malmquist para avaliar a eficiência de 30 instituições nas províncias da China nos anos de 2004 a 2008. Os autores citaram a importância da pesquisa no sentido de auxiliar os gestores nas tomadas de decisão futuras. Como principais resultados, identificaram uma ineficiência geral das DMU's, apontando como causa o possível reflexo dos problemas que vão desde o ensino nas unidades até a falhas na administração pelos departamentos superiores. Rządziński e Sworowska (2016), com a justificativa de que as escolas públicas profissionalizantes deveriam competir com as privadas, utilizaram o modelo DEA-BCC-OUTPUT simultaneamente com o método paramétrico de Análise de Fronteira Estocástica (Stochastic Frontier Analysis – SFA).

Os autores dividiram a análise em dois modelos didáticos (com foco na formação do indivíduo) e um modelo para análise financeira, identificando ineficiência apenas no último modelo. Citam ainda o fato de que os métodos DEA e SFA forneceram resultados inversos de análises. Bogetoft e Wittrup (2017) utilizaram uma amostra de 39 instituições na Dinamarca com dados de 2008 a 2013. Justificando a importância de se obter os *benchmarkings* para melhor atuação dos gestores escolares, os autores identificaram grandes oscilações nos resultados das DMU's, observando possibilidades de economia no que tange aos custos por aluno.

Chlebounová (2019) avaliaram a eficiência de 36 escolas secundárias na região de Pardubice (República Checa) nos períodos de 2013 a 2017. O autor dividiu a amostra em dois grupos, ensino médio e profissionalizante, identificando que dois terços dela são ineficazes. Utilizando DEA – BCC (orientado à entrada), o autor conclui que projetar um aumento no salário dos professores (*input* utilizado no modelo) não seria possível devido ao método atual de financiamento do governo. Achi (2020) aplicou DEA Padrão, com modelo de regressão Tobit, e DEA com restrição de peso (ARI-CCR) para medir a

eficiência de 17 escolas profissionalizantes localizadas na província de Batna (Argélia). Como resultados, o autor identificou que grande parte das escolas não utilizam seus recursos de forma eficiente, desperdiçando o orçamento já alocado, além de pessoal administrativo e professores inativos, concluindo que os gestores podem melhorar os resultados direcionando melhor os recursos dos centros ineficientes para os eficientes, por exemplo.

No Brasil, Rodrigues, Muylder e Gontijo (2018) analisaram a eficiência técnica de 9 unidades do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais no ano de 2015. Os autores sustentam a importância da pesquisa devido à função que a educação profissional assume como política pública na capacitação dos alunos para o mercado de trabalho. Identificaram como resultados que a maior parte das unidades não trabalham em sua escala ótima, com projeção de incremento em 15% nos resultados. Krieser *et al.* (2018), sob a ótica da Teoria do Capital Humano, analisaram 19 instituições da RFEPCT contemplando apenas o IFCE, IFMA e IFRN da região Nordeste em sua amostra.

Os autores observaram nos dois períodos analisados um total de 09 DMU's consideradas eficientes, no entanto concluem que os Institutos Federais (IF's), baseado nas variáveis utilizadas, cumprem sua finalidade, promovendo a transformação social das regiões a qual se instalam. Por fim, Parente *et al.* (2021) analisaram a evolução da eficiência quanto aos gastos públicos de 38 IF's do Brasil para o período de 2010 e 2017. Aplicando DEA padrão em conjunto com o Índice de Malmquist, os autores identificaram um aumento de 35,5% na eficiência pelo modelo BCC e 58,8% pelo modelo CCR. Já os ganhos de eficiência e de produtividade demonstraram incremento médio de 13,7% ao longo do processo de expansão da RFEPCT.

Como abordagem introdutória, predomina-se nos estudos a preocupação quanto à importância que a educação profissional possui em seu contexto social e econômico. Percebe-se ainda que os estudos nacionais, embora englobem um número maior de IF's, não destinaram seu foco na análise de uma região, onde as DMU's operam em cenário de maior equidade. Outra lacuna a ser preenchida com este estudo, refere-se aos períodos utilizados, uma vez que a tomada de decisão de um gestor deve ser embasada por dados

recentes, condizentes com a realidade vivenciada, busca-se assim, possibilitar uma análise atualizada das instituições.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A amostra inicial de DMU's foi composta pelas unidades pertencentes a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica localizadas na região Nordeste do Brasil. Para análise da eficiência técnica, optou-se pelo modelo DEA-BCC, pois, segundo Peña e Gomes (2018), é o mais indicado quando as organizações estão operando com retornos crescentes ou decrescentes de escala, características do setor público. O modelo será orientado para os produtos no intuito de identificar quais DMU's apresentam os melhores resultados para o conjunto de insumos escolhidos.

A seleção das variáveis obedeceu três critérios apontados pela literatura: o primeiro é quanto à quantidade escolhida, pois o número de DMU's deve ser ao menos o dobro do número de *inputs* e *outputs* (COOPER *et al.*, 2001; GOMES; MANGABEIRA; MELLO, 2005; LINS; MEZA, 2000). Após a seleção, o segundo critério foi aplicado para a validação destas variáveis ao modelo por meio do Método I-O Stepwise Exaustivo Completo criado por Norman e Stoker (1991) e aprimorado por Lins e Moreira (1999). O terceiro critério consistiu na aplicação do escore padronizado (Z-teste) para identificar os *outliers* na amostra dos dados coletados, pois eles podem influenciar o resultado final (COELLI *et al.*, 2005; SANTOS; CASA NOVA, 2005). Seguindo este critério, foram excluídas da amostra as escolas técnicas vinculadas às universidades federais, restando onze Institutos Federais.

As variáveis escolhidas como *inputs* no estudo serão: a titulação do corpo docente (TCD), a relação de alunos por docentes (RAP) e gastos correntes por aluno (GCA). Como *output*, optou-se pelo índice de eficiência acadêmica (EAC), que representa a relação entre os “estudantes certificados” ou “com potencial de certificação” com a quantidade total de matrículas. A variável TCD é calculada pela média ponderada considerando os respectivos pesos para os níveis de titulação do docente: Graduação = 1; Aperfeiçoamento = 2; Especialização = 3; Mestrado = 4; e Doutorado = 5.

A coleta dos dados será realizada na Plataforma Nilo Peçanha do Governo Federal para os períodos de 2017, 2018 e 2019, com acesso público. Para a operacionalização do modelo, será utilizada a ferramenta DEAP versão 2.1 (COELLI, 1996) com auxílio de planilhas eletrônicas para a apresentação dos resultados. Para possibilitar avaliar as mudanças de eficiência nos anos de 2017 a 2019, optou-se pelo Índice de Produtividade de Malmquist (IPM) (VISBAL-CADAVID; MARTÍNEZ-GÓMEZ; GUIJARRO, 2017; YANG; WANG, 2016), desenvolvido por Fare et al. (1994). O método Malmquist-DEA possibilita a medição do crescimento da produtividade total dos fatores (Total Factor Productivity – TFP Growth) das DMUs entre os períodos definidos.

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

4. DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos aplicando o modelo para cada período, individualmente, estão descritos na tabela 3. Nota-se que as DMU's IFMA, IFPI e IFRN obtiveram nível máximo de eficiência para o conjunto de variáveis escolhido em todos os períodos e representam menos de 28% da amostra. Mesmo considerando o IFCE pelo resultado obtido nos anos de 2018 e 2019 e as pontuações de eficiência acima de 0,90 como insignificamente diferentes de 1, conforme citam Abbott e Doucouliagos (2000), rejeita-se, para esta análise, a hipótese de que os IF's na região Nordeste são eficientes em sua maioria.

O IFPB, IFS e IFBA apresentaram os menores resultados da amostra, respectivamente. As DMU's consideradas eficientes nesta pesquisa obtiveram bons resultados nos achados de Parente *et al.* (2021), com exceção apenas do IFPI. Os resultados do IFPB corroboram com os achados de Krieser *et al.* (2018), no entanto, o IFCE, em seus estudos, configurou nas últimas colocações, contradizendo os resultados deste estudo. No entanto, estas divergências podem ser explicadas em função da escolha da amostra, períodos e variáveis, fatores que influenciam os resultados do método DEA.

Tabela 3: Resultados da eficiência técnica

DMU	2017	2018	2019	DMU	2017	2018	2019
IFAL	0,88	0,78	0,80	IFPE	0,75	0,73	0,82
IFBA	0,61	0,88	0,70	IFPI	1,00	1,00	1,00
IFBAIANO	0,89	0,92	0,87	IFRN	1,00	1,00	1,00
IFCE	0,96	1,00	1,00	IFS	0,66	0,76	0,70
IFMA	1,00	1,00	1,00	IFSERTÃO- PE	1,00	0,80	0,83
IFPB	0,56	0,46	0,66	MÉDIA	0,85	0,85	0,85

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados exportados (2021).

Uma das vantagens apresentadas sobre o método DEA é a possibilidade de se identificar, no conjunto de DMU's analisadas, quais unidades eficientes podem ser consideradas como melhores práticas para aquelas ineficientes com seus respectivos percentuais de relevância, além dos alvos (metas) de produção que a DMU deve alcançar para chegar à fronteira eficiente, sem alterar suas entradas (orientação para o *output*). A tabela 4 apresenta somente aquelas consideradas de maior impacto para as unidades ineficientes. Nota-se que o IFMA só não foi considerado *benchmark* para uma DMU.

Quanto às metas calculadas, por terem atingido os menores valores de eficiência para o ano de 2019, o IFPB, IFS e o IFBA são os que apresentam os maiores desafios. Os percentuais de ambas as saídas para as DMU's são bem próximos, exceto para o IFPB, com meta de acréscimo de 51% em sua eficiência acadêmica. Dessa forma, esta DMU

demanda uma ação mais articulada pela alta gestão, identificando os principais motivos de retenção ou evasão dos alunos no período.

Tabela 4: Relação de *benchmarks* e metas de resultados de 2019

DMU	Melhores práticas		Projeção de metas	
			DMU	OUTPUT
IFAL	IFMA	-	IFAL	+ 24%
IFBA	IFMA	-	IFBA	+ 43%
IFBAIANO	IFMA	-	IFBAIANO	+ 16%
IFPB	IFCE	IFRN	IFPB	+ 51%
IFPE	IFMA	-	IFPE	+ 21%
IFS	IFMA	IFPI	IFS	+ 43%
IFSERTÃO-PE	IFMA	-	IFSERTÃO-PE	+ 21%
			MÉDIA	+ 31%

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados exportados (2021).

A tabela 5 apresenta os resultados do Índice de produtividade de Malmquist. Das DMUs com TFP abaixo de 1,00, apenas a produtividade do IFRN foi afetada pela mudança tecnológica, ou seja, esta DMU está utilizando mais *inputs* ao longo dos anos. Já o IFAL e o IFSERTÃO-PE demonstraram perda de resultados, pois foram influenciados pela mudança na eficiência técnica.

Tabela 5: Índice de Malmquist e componentes (2017 a 2019)

DMU	EFF	TECH	TFP	DMU	EFF	TECH	TFP
IFAL	0,96	1,01	0,97	IFPE	1,04	1,04	1,08
IFBA	1,08	1,02	1,09	IFPI	1,01	1,03	1,04
IFBAIANO	1,00	1,01	1,01	IFRN	1,00	0,97	0,97
IFCE	1,09	0,98	1,06	IFS	1,03	1,00	1,03
IFMA	1,00	1,01	1,01	IFSERTÃO-PE	0,93	1,02	0,95
IFPB	1,12	0,99	1,11	MÉDIA	1,02	1,01	1,03

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados exportados (2021).

Destacam-se o IFPB e IFBA que, embora tenham apresentado baixos níveis de eficiência técnica, demonstram ganho de 11% e 9%, respectivamente, em suas produtividades totais ao longo dos anos. Significa dizer que, em um cenário de curto prazo, estas instituições demonstraram baixa produtividade em relação as demais, mas no

longo prazo, vêm apresentando ganhos de produção, avançando para alcançar a fronteira eficiente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, o principal objetivo foi analisar o nível de eficiência das unidades que compõe a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica na região Nordeste do Brasil nos períodos de 2017 a 2019 por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA) e do Índice de Malmquist. Além de contribuir para o estado da arte, tendo em vista a escassez de estudos voltados a educação profissional, principalmente com foco regional, há também a contribuição organizacional, possibilitando aos gestores educacionais uma análise da atuação das instituições sob sua administração, auxiliando em sua tomada de decisão.

Das onze unidades, três delas foram consideradas eficientes em todos os períodos: IFMA, IFPI e IFRN. Embora estas DMUs representem menos de 28% da amostra, a média geral do nível de eficiência das instituições da Rede Federal no Nordeste brasileiro ficou em 0,85. Outro fato importante do método utilizado é a comparação de unidades eficientes com as ineficientes, apontando quais podem ser consideradas *benchmarking* para melhora no desempenho bem como seus alvos de resultados (metas) para os respectivos *outputs*.

Neste sentido, o IFMA foi apontado como melhor prática para as demais com maior frequência. Já a meta calculada pelo modelo, para que o conjunto de DMU ineficientes alcancem a fronteira de eficiência, foi de 31% de acréscimo em relação ao ano de 2019. Os resultados do Índice de Produtividade de Malmquist permitiram identificar a eficiência das unidades, revelando pouca evolução em seus níveis (3% no período 2017 a 2019). O IFPB e o IFBA demonstraram estar ganhando produtividade ao longo dos anos, embora necessitem de ações no curto prazo, pois apresentaram níveis de eficiência abaixo de 1,00.

Quanto à hipótese proposta neste estudo, conclui-se que esta foi rejeitada para as análises realizadas por período. Os resultados obtidos neste estudo podem ser utilizados

pelos tomadores de decisão no que tange à projeção de ações futuras. No entanto, é necessário examinar mais detalhadamente cada instituição, para obter um diagnóstico mais próximo da realidade. Como limitação, aponta-se a utilização das variáveis, sugerindo testes com uma diversidade maior de *inputs* e *outputs*, combinando-as conforme a especificidade das DMU's e ainda, estudos que comparem com instituições de outros países.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, M.; DOUCOULIAGOS, C. Technical and scale efficiency of vocational education and training institutions: The Case of the New Zealand polytechnics. **New Zealand Economic Papers**, v. 34, n. 1, p. 1–24, 2000.
- ABBOTT, M.; DOUCOULIAGOS, C. A data envelopment analysis of the efficiency of Victorian TAFE Institutes. **Australian Economic Review**, v. 35, n. 1, p. 55–69, 2002.
- ACHI, A. The efficiency of public vocational institutions by DEA: case of VTACs of Batna province, Algeria. **International Journal of Management in Education**, v. 14, n. 4, p. 352, 2020.
- ARAUJO, A. K.; BARBIRATO, J. M. R. C. **Análise Envoltória de Dados (DEA): um estudo bibliométrico sobre a produção científica internacional nos últimos dez anos (2006-2016)**. . In: ENEGEP 2017 - ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. JOINVILLE/SC - BRASIL: 15 nov. 2017. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/publicacoes/artigo.asp?e=enegep&a=2017&c=32993>>. Acesso em: 28 jan. 2021
- BALABONIENĖ, I.; VEČERSKIENĖ, G. The Peculiarities of Performance Measurement in Universities. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 156, p. 605–611, nov. 2014.
- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078–1092, set. 1984.
- BOGETOFT, P.; WITTRUP, J. Apples to oranges: benchmarking vocational education and training programmes. **School Effectiveness and School Improvement**, v. 28, n. 2, p. 191–216, 2017.

BRASIL. **Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica.**

Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/rede-federal-inicial/>>. Acesso em: 12 jul. 2020.

BRITO, V. C.; THEIS, I. M.; SANTOS, G. F. DOS. O NORDESTE BRASILEIRO: A ESCALA REGIONAL NO INTERIOR DA UNIDADE NACIONAL. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 15, n. 3, 30 maio 2019.

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

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

COELLI, T. A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program. **CEPA Working Papers**, p. 49, 1996.

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

COOPER, W. W. et al. Sensitivity and Stability Analysis in DEA: Some Recent Developments. **Journal of Productivity Analysis**, v. 15, n. 3, p. 217–246, 1 maio 2001.

COSTA, E. M. et al. DINÂMICA DA EFICIÊNCIA PRODUTIVA DAS INSTITUIÇÕES FEDERAIS DE ENSINO SUPERIOR. **Planejamento e políticas públicas**, n. 44, p. 34, 2015.

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

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

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

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

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

FERRER, A. T. Evaluación y cambio de los sistemas educativos: la interacción que hace falta. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 16, n. 59, p. 275–296, jun. 2008.

GOMES, E. G.; MANGABEIRA, J. A. DE C.; MELLO, J. C. C. B. S. DE. Análise de envoltória de dados para avaliação de eficiência e caracterização de tipologias em agricultura: um estudo de caso. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 43, n. 4, p. 607–631, dez. 2005.

GRESELE, W. D.; KRUKOSKI, F. Â. Eficiência dos gastos municipais em educação no Paraná. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, v. 12, n. 4, p. 56, 6 dez. 2018.

HOFFMANN, C. et al. O desempenho das universidades brasileiras na perspectiva do Índice Geral de Cursos (IGC). **Educação e Pesquisa**, v. 40, n. 3, p. 651–665, 29 abr. 2014.

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

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

LAMPE, H. W.; HILGERS, D. Trajectories of efficiency measurement: A bibliometric analysis of DEA and SFA. **European Journal of Operational Research**, v. 240, n. 1, p. 1–21, jan. 2015.

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

LINS, M. P. E.; MEZA, L. A. Análise Envoltória de Dados e perspectivas de integração no ambiente de Apoio à Decisão. **Rio de Janeiro: Coppe/UFRJ**, 2000.

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

MARGINSON, S. Productivity and Efficiency in Education. **Australian Journal of Education**, v. 35, n. 2, p. 201–214, ago. 1991.

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

OECD (ED.). **Learning for jobs: synthesis report of the OECD Reviews of Vocational Education and Training**. Paris: OECD, 2010.

OLIVEIRA, N. S. M. N. DE; LIMA, J. F. DE; RAIHER, A. P. CONVERGÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL NO NORDESTE DO BRASIL. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 13, n. 3, 16 out. 2017.

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

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

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

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

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

TUESTA, E. F. et al. Complex networks for benchmarking in global universities rankings. **Scientometrics**, v. 125, n. 1, p. 405–425, out. 2020.

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

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

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

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

4ª Edição 2021 | 26 a 29 de outubro de 2021

ISSN: 2526-043X

APÊNDICE A

DMU	SIGLA	2017				2018				2019			
		OUTPUT	INPUT			OUTPUT	INPUT			OUTPUT	INPUT		
		EAC	TCD	RAP	GCA (R\$)	EAC	TCD	RAP	GCA (R\$)	EAC	TCD	RAP	GCA (R\$)
1	IFAL	0,486	3,8	19,89	16785,22	0,46	3,8	22,1	16603,18	0,5	4,1	23,3	16174
2	IFBA	0,344	3,9	23,48	15127,05	0,458	3,9	26,09	13664,04	0,435	4	24,93	15403,82
3	IFBAIANO	0,507	4,1	23,91	17042,59	0,541	4	21,99	17957,7	0,538	4,2	25,38	15996,17
4	IFCE	0,441	3,9	22,25	14407,28	0,479	4	29,63	12877,85	0,5	4	28,14	12656,19
5	IFMA	0,551	3,7	19,58	15735,65	0,574	3,7	20,68	16201,02	0,622	3,9	23,13	15381,32
6	IFPB	0,312	4,1	21,82	16893,66	0,288	4,1	28,33	14542,29	0,385	4,2	31,23	13991,06
7	IFPE	0,426	3,9	22,89	15313,16	0,437	3,9	24,1	15543,32	0,512	4	24,8	15713,82
8	IFPI	0,426	3,6	20,72	14851,69	0,452	3,7	23,12	13679,66	0,486	3,8	22,31	14615,22
9	IFRN	0,589	4,1	28,73	12482,31	0,628	4,1	26,23	14077,95	0,599	4,2	27,2	14286,01
10	IFS	0,372	4,1	22,88	18028,32	0,45	4,1	22,49	19918,76	0,392	4,2	22,75	20778,24
11	IFSERTÃO-PE	0,454	3,8	17,36	21036,12	0,468	3,8	22,89	18343,21	0,513	4	24,19	17394,53

4ª Edição 2021 | 26 a 29 de outubro de 2021

ISSN: 2526-043X

Recebido em: 15/11/2021

Aceito em: 22/11/2021

Endereço para correspondência:

Nome Fernando Rufino de Barros

Email aedesrufino@yahoo.com.br,



Esta obra está licenciada sob uma [Licença Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)