

EFICIÊNCIA NA RFEPCT: UMA ANÁLISE REGIONALIZADA POR ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

EFFICIENCY IN RFEPCT: A REGIONALIZED ANALYSIS BY DATA ENVELOPEMENT ANALYSIS

Thiago Henrique Oliveira Silva¹
Elisangela Martins de Sá²

RESUMO

Esta pesquisa teve por objetivo medir a eficiência relativa das IFES vinculadas a RFEPCT por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA), de forma a identificar as Unidades Tomadoras de Decisão (UTDs) mais eficientes e os *benchmarks* para as ineficientes para o ano de 2020 a partir de uma análise regionalizada dos indicadores da RFEPCT. No que tange ao método, essa é aplicada e quantitativa, uma vez que teve por problema de pesquisa uma situação real e mensurou de forma numérica a eficiência das UTDs. Para tanto, utilizou-se de uma pesquisa documental a partir de indicadores educacionais presentes na Plataforma Nilo Peçanha (PNP) a fim de comporem as variáveis de entrada e saída utilizadas na DEA. Os resultados apontaram apenas o IFRS como UTD eficiente e principal *benchmark*. Por conseguinte, a região sul foi aquela com a maior propensão de UTDs próximas a fronteira de eficiência. Ademais, dentre as dez UTDs menos eficientes, houve uma distribuição balanceada entre as regiões analisadas. Portanto, ainda que as UTDs sejam submetidas a situações específicas da sua região, essas podem apresentar resultados diferentes, sendo inclusive *benchmarks* tanto para as UTDs pertencentes aquela região quanto para as demais vinculadas a RFEPCT.

Palavras-Chaves: Análise Envoltória de Dados, Eficiência, Indicadores, Rede Federal de Educação.

SUMMARY

This research aimed to measure the relative efficiency of the IFES linked to RFEPCT through Data Envelopment Analysis (DEA), in order to identify the most efficient Decision Making Units (UTDs) and the benchmarks for the inefficient ones for the year 2020 from a regionalized analysis of the RFEPCT indicators. Regarding the method, this is applied and quantitative, since the research problem was a real situation and measured numerically the efficiency of the UTDs. Therefore, a documentary research was used based on educational indicators present in the Nilo Peçanha Platform (PNP) in order to compose the input and output variables used in the DEA. The results indicated only the IFRS as an efficient UTD and the main benchmark. Therefore, the southern region was the one with the highest propensity for UTDs close to the efficiency frontier. Furthermore, among the ten least

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGA) do CEFET-MG. Belo Horizonte, MG, E-mail: thiagoht88@gmail.com

² Doutora em Engenharia de Produção. Professora do Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGA) do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), Belo Horizonte, MG, e-mail: elisangelamartins@cefetmg.br

efficient UTDs, there was a balanced distribution between the analyzed regions. Therefore, even if the UTDs are subject to specific situations in their region, these may present different results, including being benchmarks both for the UTDs belonging to that region and for others linked to RFEPCT.

Keywords: Data Envelopment Analysis, Efficiency, Indicators, Federal Education Network

1 INTRODUÇÃO

Em um mundo conectado, globalizado e em constantes mudanças, espera-se que a educação exerça um protagonismo estrutural, fortalecedor e que trabalhe aspectos e competências para o desenvolvimento e crescimento tanto individual quanto coletivo do ser humano.

Corroborando para esse protagonismo, foi criado em 2008 a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT), com campi e unidades administrativas dispostas em 653 cidades nas cinco regiões do Brasil, com oferta de cursos nas modalidades de ensino técnico integrado, subsequente, concomitante, graduações nas áreas de licenciatura, tecnologia, bacharelados e programas de especialização *lato Sensu* e *Stricto Sensu* nas mais diversas áreas do conhecimento. A RFEPCT contava até o ano de 2020 com 64 instituições de ensino, dentre as Escolas Técnicas Vinculadas, Institutos Federais de Educação, Centros Federais de Educação e Colégio Pedro II, atendendo por sua vez mais de três milhões de alunos (PNP 2020, p. 7).

Para o fortalecimento da educação pública, mais especificamente em relação à melhoria dos aspectos internos da gestão das instituições de ensino, verifica-se cada vez mais a necessidade e o interesse pela implementação e utilização de indicadores que possam mensurar os resultados acadêmicos, orçamentários, financeiros, de gestão de pessoas, prestação de contas, transparência, conformidades, dentre outros. Ribeiro (1997, p.5) reforça a importância de uma administração pública gerencial que atente para uma gestão com maior flexibilidade e criatividade, voltada para inovações e orientada para a obtenção de resultados por meio da análise de indicadores de desempenho.

Nesse sentido, a Análise Envoltória de Dados (DEA) proposta por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) apresenta-se como uma metodologia capaz de medir a eficiência relativa das Unidades Tomadoras de Decisão (UTDs) de forma objetiva e imparcial. Por conseguinte, o objetivo desta pesquisa foi propor uma abordagem com base na DEA para medir a eficiência regionalizada das instituições vinculadas a RFEPCT a partir dos indicadores de gestão educacional publicados na Plataforma Nilo Peçanha (PNP) no ano de 2020.

Ademais, foram feitas análise das IFES, destacando as UTDs eficientes, *benchmark* e o ranqueamento a partir de um panorama nacional e regionalizado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A EDUCAÇÃO PROFISSIONAL NO BRASIL

A história da educação profissional no Brasil tem seus primórdios datados a partir de 23 de setembro de 1909 através do decreto nº 7.566 promulgado pelo então presidente da

república Nilo Peçanha, que através de tal documento institui nas capitais dos estados da federação as chamadas Escolas de Aprendizes Artífices.

O objetivo destas escolas era oferecer o ensino profissionalizante de forma gratuita, com qualidade e acessível a todos. No art. 2º do referido documento menciona-se como objetivo basilar a formação inicial de operários e contramestres com cunho prático e técnico aos menores que pretendiam aprender um ofício.

Segundo Costa, Soeira e Brasileiro (2015), a educação profissional e tecnológica tem por princípios além da formação técnica profissional, o de instruir bem como afastar os jovens da violência e da criminalidade.

2.2 A REDE FEDERAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL, CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

O primeiro marco da RFEPCT ocorreu em 1990 com a união das escolas técnicas, agrárias e CEFETs, constituindo o chamado sistema nacional de educação tecnológica, estrutura que permitiu não só a busca por objetivos comuns, mas também o fortalecimento da educação profissional no Brasil.

O segundo marco, já mais recente, ocorreu em 2008 com a criação da RFEPCT por meio de uma estrutura que integrou as escolas pertencentes ao sistema nacional com os institutos federais de educação criados pela Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008 tendo ao longo desses mais de doze anos papel preponderante na expansão do ensino técnico profissionalizante e superior em todo o Brasil.

2.3 OS INDICADORES DA PLATAFORMA NILO PEÇANHA

A busca por mais transparência e eficiência na administração pública trouxe para a educação um maior rigor no que tange ao controle das ações desenvolvidas pelos agentes públicos, cabendo citar aqui os indicadores abarcados pela PNP, que são responsáveis pela divulgação dos resultados da Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC).

Dentre o escopo inicial da PNP, está o interesse em oferecer à sociedade um conjunto de informações que permita conhecer as atividades realizadas pela RFEPCT (PNP, 2018).

A PNP teve como marco inicial o ano de 2017 por meio da publicação da portaria que instituiu o Grupo de Trabalho (GT), que teve como premissa o estudo, planejamento e execução de indicadores da RFEPCT (PNP, 2020).

Em 2018 ocorreu a primeira publicação estatística da plataforma em ambiente virtual tendo como referência os dados do ano de 2017, cabendo aqui destacar que esta primeira publicação foi um passo importante para a consolidação e propagação dos dados da RFEPCT, bem como um maior envolvimento e transparência das instituições a ela vinculada.

No ano de 2020, a plataforma publicou a sua terceira edição, reforçando assim seu objetivo de fomentar não só a divulgação dos dados em uma plataforma única e consolidada, mas de levar para a sociedade informações úteis, de simples visualização, operacionalização e principalmente transparente, conforme postulado na própria plataforma (SETEC/MEC, 2020).

2.4 EFICIÊNCIA NA EDUCAÇÃO

No âmbito da administração pública, mais especificamente no que cabe à educação, Hanushek e Luque (2002) trazem o entendimento de que ser eficiente na educação não é tarefa fácil, uma vez que a educação gera resultados diversificados e com qualidades distintas quando comparado com seus pares tanto na iniciativa privada quanto na própria administração

pública. Contudo, ainda que complexa, é possível elucidar que as discussões sobre a eficiência na educação também não é algo novo, como exemplo, é possível citar aquelas oriundas do final dos anos de 1950, que já traziam naquela época a necessidade de se buscar melhores resultados e qualidade para o setor (BRAGHINI, 2005 p.1).

A partir deste resgate histórico, Neiva (1988) corrobora apresentando os primeiros relatórios que objetivaram o monitoramento dessas instituições por meio da publicação de relatórios anuais, que tinham como premissa demonstrar a situação do ensino superior na época. Por conseguinte, da mesma maneira como ocorreu com a administração pública influenciada pelo contexto no *new public management (NPM)* na década de 80, Dias, Horiguela e Marchelli (2006) esclareceram que a busca pela eficiência na educação se deu um pouco depois a partir da década de 90 por meio da adoção de políticas neoliberais.

Mais especificamente em 2001, há de se mencionar como resultados destas políticas voltadas para controle, resultado e eficiência, a criação do Plano Nacional da Educação – PNE, que tem como objetivo primordial centralizar e difundir uma política de metas, indicadores e controle na educação.

2.5 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

Farrel (1957) foi um dos primeiros a apontar que os principais fatores que ocasionaram a maioria dos problemas de medição de eficiência eram oriundos da não consideração das múltiplas entradas no processo. Até então, a eficiência era medida de forma individual separando do processo todos os insumos.

Nesse sentido, Charnes, Cooper e Rhodes (1978) propuseram uma nova abordagem para medir a eficiência por meio da utilização de múltiplos critérios de entrada e saída, surgindo assim a Análise Envoltória de dados (DEA). De acordo com Barbosa e Fuchigami (2018), a DEA é uma técnica não paramétrica que utiliza a programação linear para o cálculo e comparação da eficiência das UTDs por meio das fronteiras de eficiência. Outrossim, as UTDs comparadas devem ser homogêneas, ou seja, devem ser similares no tocante aos insumos e produtos.

Mello *et al.* (2005) observa este caráter de similaridade ao afirmar que o objetivo primário da DEA é comparar um certo número de UTDs com competências similares, diferenciando-se apenas nos insumos consumidos (*inputs*) e nos produtos produzidos (*outputs*).

Segundo Cooper, Seiford e Tone (2000) e Mello *et al.* (2005) a aplicação da DEA requer as seguintes etapas fundamentais:

- Seleção das UTDs;
- Seleção das variáveis de entrada e saída;
- Escolha do Modelo e orientação DEA;
- Análise da fronteira de eficiência, alvos e *benchmarks*.

2.6 MODELO BCC – ORIENTADO PARA ENTRADA E SAÍDA

Em 1984, Banker, Charnes e Cooper propuseram o modelo BCC, também chamado de *variable return to scale (VRS)*, que, segundo Casado e Souza (2007), tinha por objetivo evitar situações não esperadas oriundas de situações imperfeitas, podendo ser inclusive de ordem crescente, decrescente ou constante.

Já Mariano (2008) esclarece que a proposta do modelo é baseada na estratificação de duas variáveis preponderantes, eficiência técnica e eficiência de escala, de forma a comparar as UTDs que operam na mesma eficiência técnica e de escala, denominada de eficiência pura. Neste modelo, as UTDs com valores baixos de entrada têm retornos crescentes na escala e as que atuam com valores altos tem o retorno decrescente na escala.

O modelo BCC, que é um modelo do tipo radial, tem por característica possuir apenas duas orientações, uma orientação para entrada e uma orientação para a saída, sendo possível criar um modelo primal e um modelo dual para cada orientação. No Quadro 1, as expressões (1) e (2) apresentam os modelos primais (multiplicadores) e as expressões (3) e (4) apresentam os modelos duais (envelope) para cada orientação (MELLO *et al.* 2005).

Quadro 1- Modelos DEA BCC

Minimização das entradas	Maximização das saídas
Primal - Multiplicadores	
$Max\ Eff_0 = \sum_{j=1}^s u_j y_{j0} + u_*$ <p>Sujeito a: (1)</p> $\sum_{i=1}^r v_i x_{i0} = 1$ $-\sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} + u_* \leq 0, \forall k$ $v_i, u_j \geq 0, u_* \in R, u_j \geq 0, u_* \in R$	$Min\ Eff_0 = \sum_{i=1}^r v_i x_{i0} + v_*$ <p>Sujeito a: (2)</p> $\sum_{j=1}^s u_j y_{j0} = 1$ $-\sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} + v_* \leq 0, \forall k$ $v_i, u_j \geq 0, u_* \in R, u_j \geq 0, u_* \in R$
Dual - Envelope	
$Min\ h_0$ <p>Sujeito a: (3)</p> $h_0 x_{i0} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i$ $-y_{j0} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0, \forall j$ $\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$ $\lambda_k \geq 0, \forall k$	$Max\ h_0$ <p>Sujeito a: (4)</p> $x_{i0} \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i$ $-h_0 y_{j0} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0, \forall j$ $\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$ $\lambda_k \geq 0, \forall k$
<p>Sendo:</p> <p>Eff_0 = é a eficiência da UTD 0 analisada;</p> <p>u_j = é o peso da saída j;</p> <p>v_i = é o peso da entrada i,</p> <p>y_{j0} = é a saídas j da UTD0;</p> <p>x_{i0} = é a entradas i da UTD0;</p> <p>x_{ik} = entrada da UTD k;</p> <p>y_{jk} = e saída da UTD k.</p> <p>K = número de UTDs</p>	

Fonte: Adaptado de Mello *et al.* (2005)

2.7 MODELOS DEA DE FRONTEIRA INVERTIDA, ÍNDICE DE EFICIÊNCIA COMPOSTA E NORMALIZADA

O modelo BCC tende a alocar os melhores pesos para as UTDs analisadas, o que por sua vez leva a um elevado número de empate entre as UTDs eficientes. Neste sentido, para mitigar tal característica, a literatura sugere a adoção de métodos qualitativos ou quantitativos para desempate de UTDs.

Para tanto, esta pesquisa utilizou-se de um modelo quantitativo denominado DEA de fronteira Invertida, proposto inicialmente por Yamada, Matui e Sugiyama (1994).

Segundo Meza *et al.* (2005), este modelo tem por objetivo atuar na baixa discriminação oriunda dos modelos clássicos DEA, auxiliando por sua vez no desempate, organização e ranqueamento das UTDs. Assim, este modelo permite, a partir de uma análise pessimista das UTD 's, identificar as unidades menos eficientes na fronteira.

Usando os resultados da eficiência padrão e da eficiência invertida é possível calcular o índice de eficiência composta, conforme postulado por Leta *et al.* (2005), que tem por premissa trazer maior acurácia nos resultados a partir da média aritmética dada pela Equação 5.

Destaca-se que o valor do coeficiente α é comumente adotado na literatura como 0,5.

$$\text{Eficiência composta} = [\alpha \cdot \text{Eficiência padrão} + (1 - \alpha) (1 - \text{Eficiência invertida})] \quad (5)$$

A partir dos resultados de eficiência composta, nota-se que para as UTD 's serem consideradas eficientes é necessário ter bons resultados na eficiência padrão e não ter bons resultados na fronteira invertida (SILVEIRA *et al.* 2012).

A partir dos resultados da fronteira composta é possível normalizá-la por meio de uma média aritmética conforme demonstrado pela Equação 6.

$$\text{Eficiência Normalizada} = \frac{\text{Eficiência Composta}}{\text{Max (Eficiência Composta)}} \quad (6)$$

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Quanto à utilização dos resultados, esta pesquisa pode ser classificada como sendo aplicada, uma vez que Oliveira (2016), apresenta como premissa para tal classificação a solução objetiva de problemas. Neste sentido, buscou-se analisar de forma objetiva o problema da mensuração de eficiência das IFES vinculadas a RFEPCT, no intuito de proporcionar aos gestores escolares uma visão situacional, sistêmica e comparativa das IFES a nível regional e nacional.

Em relação a natureza do método, o mesmo é quantitativo tendo em vista a realização de procedimentos de forma sistemática, estruturada e por meio da quantificação dos dados coletados (OLIVEIRA, 2016).

No que concerne aos fins ou objetivos, esta pesquisa é descritiva, uma vez que Sellitz, Cook e Wrightsman (1987) definem uma pesquisa descritiva como sendo aquela que tem por objetivo conhecer e entender melhor o objeto estudado, porém, sem alterá-lo. Assim, verifica-se que foi apresentado algumas características da RFEPCT, como a sua abrangência nacional, população analisada, tipos de cursos, indicadores de gestão, dentre outros.

Ademais, buscou-se conhecer melhor a realidade do objeto estudado sem alterá-lo, por meio de uma pesquisa documental nos indicadores educacionais presentes na PNP a fim de comporem as variáveis de entrada e saída utilizadas na DEA.

3.1 COLETA E TABULAÇÃO DOS DADOS

Os dados foram coletados por intermédio da página *plataformanilopecanha.mec.gov.br*, que fora construída unicamente para uma divulgação padronizada dos resultados, sendo estes provenientes dos sistemas SISTEC referentes às informações educacionais, SIAPE no que tange a gestão de pessoas e o SIAFI como sendo responsável por apresentar os resultados financeiros, mas todos vinculados ao governo federal.

No tocante a tabulação dos dados, foi utilizado o software Excel® que teve por objetivo tratar, padronizar, sistematizar e organizar os dados importados pelo Sistema de Apoio à Decisão (SIAD), que foi o *software* responsável pelos cálculos e apresentação dos resultados da DEA.

3.2 SISTEMA INTEGRADO DE APOIO À DECISÃO - SIAD

O SIAD é um *software* desenvolvido pelo departamento de engenharia de produção da Universidade Federal Fluminense (UFF). Segundo Meza et al. (2005), o *software* foi pensado e desenvolvido para calcular os métodos clássicos DEA CCR e BCC, bem como medir a eficiência, pesos, alvos, *benchmarks* e folgas. Destaca-se ainda a interface amigável, gratuidade do *software*, e o download do arquivo executável na página do departamento de engenharia de produção da UFF.

3.3 A POPULAÇÃO DA PESQUISA – SELEÇÃO DAS UTDS

A população da RFEPCT até 2020, era composta por 64 IFES, porém, devido a não homogeneidade das escolas técnicas vinculadas e do Colégio Pedro II em relação por exemplo a oferta de cursos, público alvo e estrutura administrativa foi necessário a exclusão dessas instituições, passando a nova população a ser composta por 40 IFES conforme elencado no Quadro 2.

Destaca-se que a população analisada atende às recomendações empíricas do modelo no tocante ao quantitativo mínimo de duas ou três vezes de UTD 's em relação ao quantitativo de variáveis de entrada e saída, bem como a representatividade estatística da amostra analisada.

Quadro 2- População da pesquisa

Item	Organização Acadêmica	Instituição	UF	Item	Instituição	UF	Item	Instituição	UF
1	CEFET MG	CEFET MG	MG	17	IFMS	MS	33	IFSUL	RS
2	CEFET RJ	CEFET RJ	RJ	18	IFMT	MT	34	IFSULDEMINAS	MG
3	INSTITUTOS FEDERAIS	IFAC	AC	19	IFNMG	MG	35	IFTM	MG
4		IFAL	AL	20	IFPA	PA	36	IFTO	TO
5		IFAM	AM	21	IFPB	PB	37	IFG	GO
6		IFAP	AP	22	IFPE	PE	38	IFSP	SP
7		IFB	PB	23	IFPI	PI	39	IFFarroupilha	RS
8		IFBA	BA	24	IFPR	PR	40	IFSudeste	MG
9		IFBAIANO	BA	25	IFRJ	RJ			

10	IFC	CE	26	IFRN	RN
11	IFCE	CE	27	IFRO	RO
12	IFES	ES	28	IFRR	RR
13	IFF	RJ	29	IFRS	RS
14	IFGOIANO	GO	30	IFS	SE
15	IFMA	MA	31	IFSC	SC
16	IFMG	MG	32	IFSERTAO-PE	PE

Fonte: Adaptado de Mello *et al.* (2005)

3.4 SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS DE ENTRADA E SAÍDA

No que se refere à escolha das variáveis de entrada e saída, houve uma preocupação em se abarcar indicadores homogêneos, ou seja, comum a todas as IFES vinculadas a RFEPCT. Neste sentido, devido ao número expressivo de indicadores disponibilizados pela PNP, foram utilizados apenas os mais comumente adotados pela literatura.

Assim, foram utilizados os indicadores de gasto corrente por matrícula (GCM) como variável de entrada e a taxa de evasão (TE) no ano e o índice de eficiência acadêmica (IEA) no ciclo escolar para comporem as variáveis de saída conforme (AZZOLINI E LERNER, 2020).

3.5 ESCOLHA DO MODELO E ORIENTAÇÃO DEA

Esta pesquisa utilizou o modelo BCC proposto por Banker, Charnes e Cooper, conhecido também como VRS (*Variable Returns to Scale*). Tal escolha foi devido ao fato de o modelo comparar as UTDs que operam na mesma eficiência técnica e de escala, denominada de eficiência pura (MARIANO, 2006).

Além da escolha do modelo foi necessário definir a orientação, que nesta pesquisa foi voltada para a saída, uma vez que o objetivo proposto foi a busca pela maximização dos resultados produzidos por cada UTD, mas mantendo os insumos constantes. A escolha deste modelo clássico bem como a orientação para saída vem de encontro ao apontado por Leite (2019) que em virtude da heterogeneidade da rede federal, esta fica sujeita e exposta a diversos fatores que influenciam suas decisões (entradas), como variáveis políticas, econômicas e ambientais, sendo as entradas mais susceptíveis a interferências de agentes externos do que os resultados produzidos pela RFEPCT.

Ademais, as pesquisas de Wolszczak-derlacz e Parteka (2011), Carvalho (2016) e Majada (2019) ratificam a viabilidade da utilização do modelo BCC com orientação para saída em diversas situações.

Por fim, foram utilizados o modelo DEA invertida, o índice de eficiência composta e normalizada com o objetivo de desempatar as UTDs eficientes, bem como trazer uma maior acurácia para os resultados aqui postados.

4 RESULTADOS

A Figura 1 apresenta os resultados encontrados pelo modelo DEA BCC padrão, onde foi possível identificar seis UTDs eficientes. Contudo, ao se analisar a fronteira invertida que é considerada pessimista ou aquela com as piores práticas gerenciais, nota-se que todas as

UTDs apresentaram um valor menor, sendo assim consideradas menos eficientes, o que é um bom resultado para estas.

Ademais, estas também foram bem ranqueadas pelo índice de eficiência composta, o que confirma a premissa de que para ser considerada eficiente é necessário ter bons resultados na eficiência padrão e não ter bons resultados na fronteira invertida (SILVEIRA *et al.* 2012). Contudo, após a normalização dos resultados da eficiência composta, apenas o IFRS foi identificado como UTD eficiente.

Por conseguinte, foram feitas segmentações dos resultados no intuito de verificar as características das UTDs ineficientes por região, principais *benchmarks*, e a distância das UTD' ineficiente em relação à fronteira de eficiência do modelo BCC.

Cabe ressaltar que para a confecção dos mapas foi considerado apenas o resultado normalizado apresentado pelo SIAD/DEA.

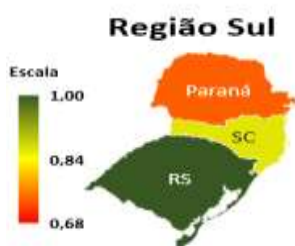
Figura 1 – Cálculo da eficiência

Ranking	Estado	DMU	Padrão	Invertida	Composta	Normalizada	Escala
1	RS	IFRS	1	0,577804	0,711098	1	
2	RS	IFFarroupilha	1	0,653039	0,67348	0,947099	
3	SC	IFSC	1	0,771375	0,614313	0,863893	
6	RO	IFRO	1	0,79542	0,60229	0,846986	
11	AP	IFAP	1	0,881428	0,559286	0,78651	
12	MG	IFSULDEMINAS	1	0,901132	0,549434	0,772656	

Fonte: Autor (2021)

Por sua vez, conforme Figura 2, a região Sul do país, sendo representada por 6 IFES vinculadas a RFEPCCT, foi possível verificar que apesar de apenas o IFRS ter sido considerado eficiente pela DEA, a UTD IFFarroupilha ainda que ineficiente está bem ranqueada. Ou seja, está próximo à fronteira envoltória de eficiência, considerando o modelo, orientação e variáveis de entrada e saídas utilizadas nesta pesquisa.

Figura 2 – Resultados região Sul



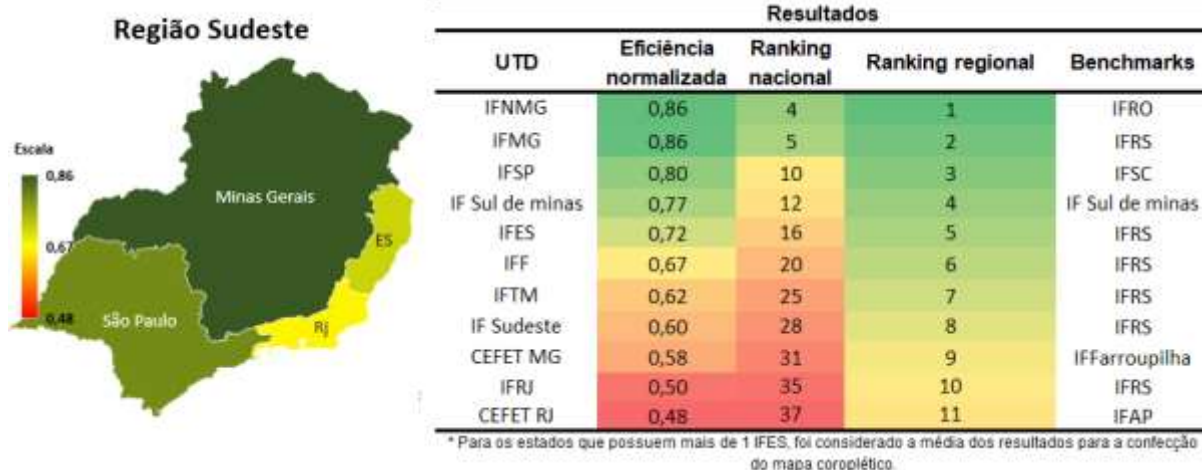
UTD	Resultados			
	Eficiência normalizada	Ranking nacional	Ranking regional	Benchmarks
IFRS	1,00	1	1	IFRS
IFFarroupilha	0,95	2	2	IFFarroupilha
IFSC	0,86	3	3	IFSC
IFSUL	0,76	13	4	IFRS
IFPR	0,74	15	5	IFRO
IFCatarinense	0,68	18	6	IFRS

* Para os estados que possuem mais de 1 IFES, foi considerado a média dos resultados para a confecção do mapa coroplético.

Fonte: Autor (2021)

Já em relação à região Sudeste, a Figura 3 aponta que não há nenhuma UTD eficiente. Porém, cabe denotar que dentre as cinco UTDs mais bem ranqueadas na região, três são de MG. Além disso, verifica-se que os dois CEFETs ocuparam duas das três últimas posições no ranking regional e o CEFET RJ, mais especificamente ocupou a quarta pior colocação no ranking nacional. Além disso, o IFRS representou 54,54% do *benchmark* para esta região, tendo o IF Sul de Minas como única UTD pertencente a esta região que foi *benchmark* para ela mesma.

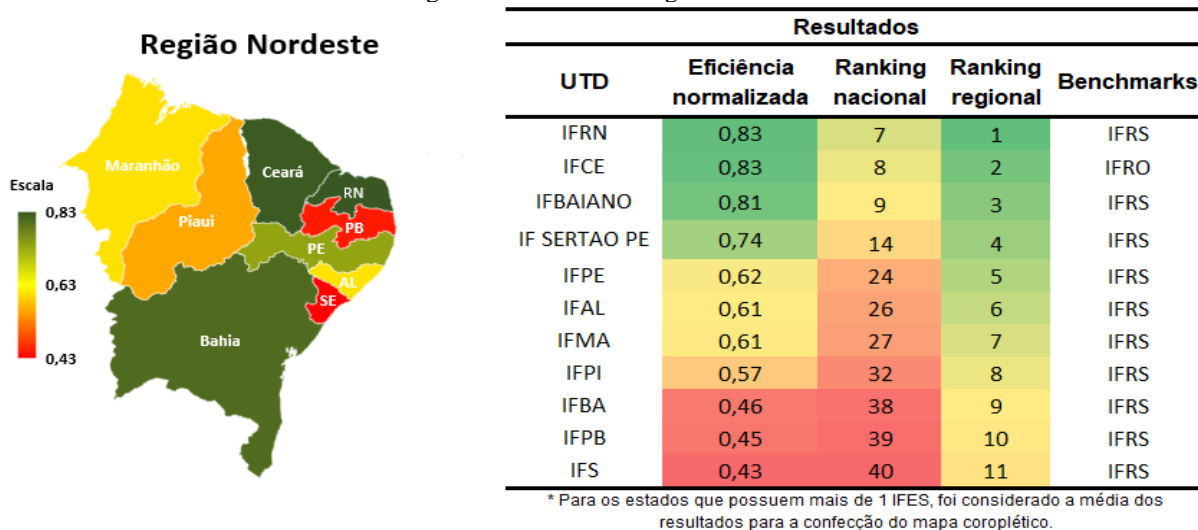
Figura 3 – Resultados região Sudeste



Fonte: Autor (2021)

Cabe ainda verificar por meio da Figura 4 que nenhuma UTD da região Nordeste foi considerada eficiente. Não obstante, destaca-se ainda as posições do IFRN e do IFCE no ranking nacional. Já o IFRS continuou sendo *benchmark*, porém, agora sendo referência para cerca de 90% das UTDs da região. Observa-se ainda que nenhuma UTDs pertencente à região foi considerada *benchmark*.

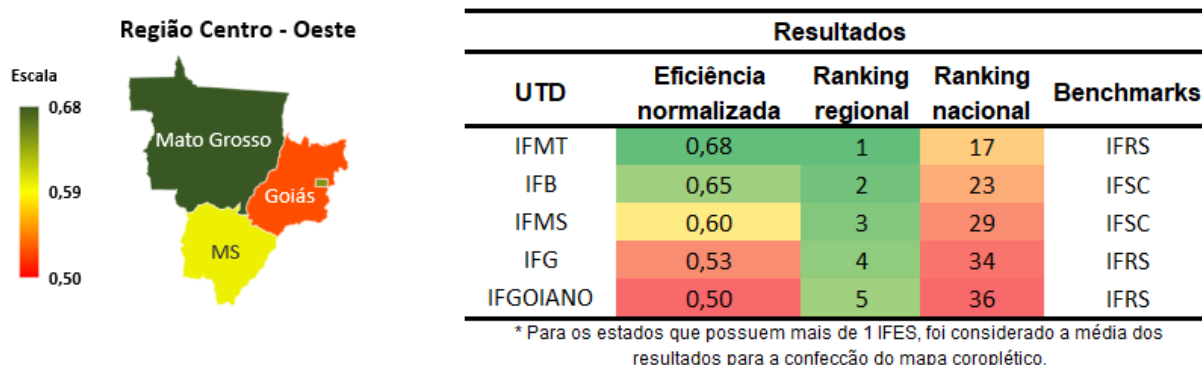
Figura 4 – Resultados região Nordeste



Fonte: Autor (2021)

Em relação à região centro-oeste, a Figura 5 evidencia que as UTDs *benchmarks*, são unicamente vinculadas à região Sul do país. Além disso, assim como ocorreu com a região Nordeste, não houve nenhuma UTD *benchmark* pertencente à própria região. Já no ranqueamento nacional esta região além de não possuir nenhuma UTD eficiente, todas estão longe da fronteira de eficiência.

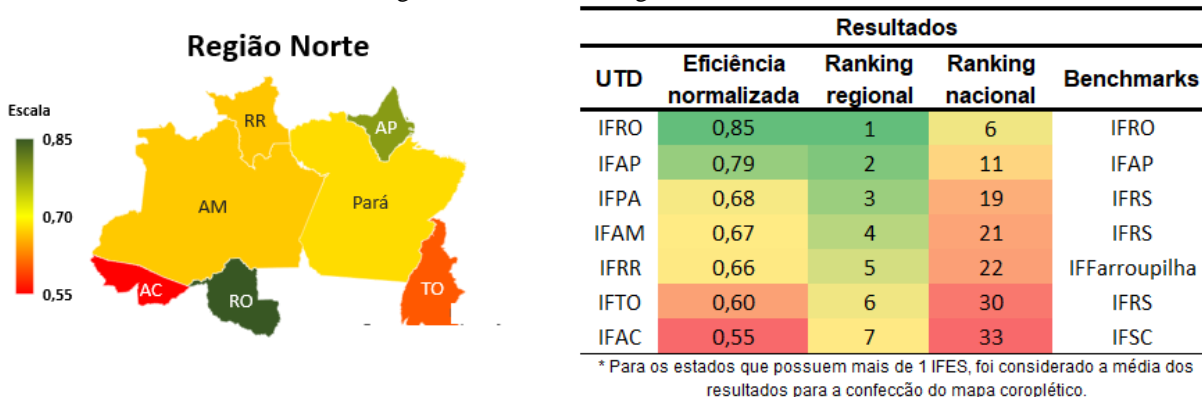
Figura 5 – Resultados região Centro – Oeste



Fonte: Autor (2021)

Por fim, a Figura 6 apresenta as UTDs da região norte, sendo que nenhuma UTD foi considerada eficiente, todavia, destaca-se: I) o IFRO, como sendo a UTD da região norte mais bem posicionada no ranking nacional, II) uma maior diversidade de UTDs *benchmarks* para as IFES da região norte, e III) duas UTDs da região como *benchmarks* (IFRO e IFAP) ainda que para elas mesmas.

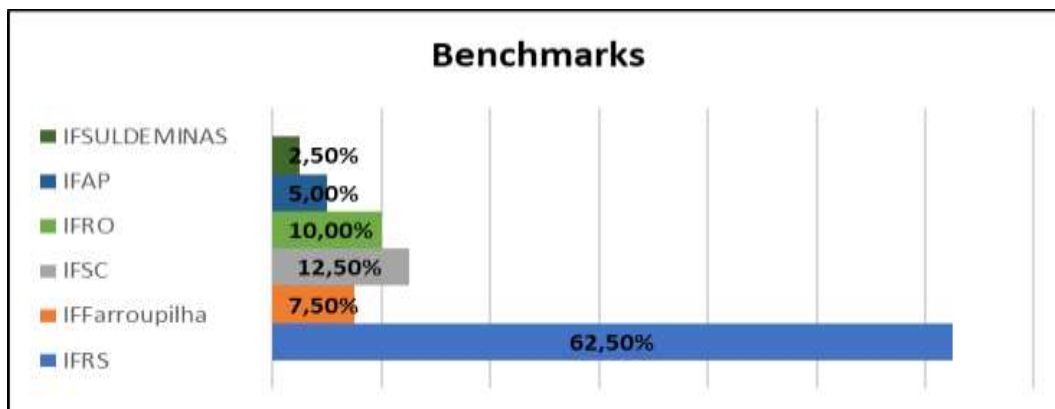
Figura 6 – Resultados região Norte (continua)



Fonte: Autor (2021) (concluído)

A Figura 7 ratifica o IFRS como o *benchmark* dentre as UTDs analisadas, o que demonstrou que além de ser a única UTD eficiente identificada pela DEA, é aquela que apresenta as melhores práticas gerenciais ao se considerar o insumo e produtos adotados nesta pesquisa.

Figura 7 – Benchmarks por UTD



Fonte: Autor (2021)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Primeiramente, destaca-se a acurácia dos resultados encontrados, uma vez que ao se utilizar critérios de desempate como a DEA de fronteira invertida, foi possível apontar um ranqueamento final mais assertivo no tocante ao apontamento das UTDs que são realmente eficientes.

Já no que concerne a uma análise individualizada do indicador GCM na PNP, nota-se que o IFRS ocupou em 2020 a 17ª colocação, totalizando um gasto de R\$15.177,21 reais por aluno. Este resultado é 27% superior ao IFSULDEMINAS que para o mesmo ano teve um gasto de R\$11.076,46 reais. Por sua vez, em relação ao indicador TE, essa UTD apresentou a quarta pior taxa, com 19,9%, ficando atrás apenas dos IFSC, IFMS e IFSP. No entanto, o IFRS apresentou o segundo melhor IEA no ciclo, ficando atrás apenas do IFFarroupilha.

Diante disso, ainda que a única UTD eficiente, não tenha obtido os melhores resultados nas três variáveis utilizadas, esse resultado corrobora com a literatura, uma vez que a técnica não paramétrica DEA aloca os melhores pesos para cada variável em relação a UTD analisada.

Ressalta-se ainda que se a análise fosse oriunda apenas dos indicadores da PNP, o IFRS não seria a UTD mais eficiente, corroborando com a premissa de que não se deve analisar a eficiência de uma UTD de forma isolada, ou seja, considerando apenas um indicador da PNP. Além disso, dentre as dez últimas UTDs no ranqueamento nacional, destaca-se aquelas localizadas na região nordeste, sudeste, centro-oeste e norte com 40%, 30%, 20% e 10% respectivamente.

Entretanto, como limitações desta pesquisa, aponta-se por exemplo a utilização de apenas um período, a utilização de variáveis de entrada e saída de forma subjetiva e a adoção de apenas aspectos qualitativos. Assim, recomenda-se como pesquisas futuras, uma análise exploratória e descritiva das regiões de cada UTD, no intuito de verificar as características regionais que podem corroborar com os resultados aqui encontrados. Sugere-se ainda a inclusão de outras variáveis de entrada e saída a fim de analisar as possíveis alterações nos resultados para o ano de 2020.

Poderá ser utilizado ainda outros períodos, bem como a comparação entre eles por meio de índices de produtividade, no intuito de se verificar o crescimento ou decréscimo da produtividade de cada UTD ao longo de um período específico. É possível adotar ainda outros modelos DEA com ou sem o critério de desempate entre UTDs eficientes, bem como a utilização segmentada de modalidades como cursos técnicos e programas de pós-graduação da RFEPCT.

Além disso, é possível ainda a seleção de variáveis de entrada e saída de forma objetiva por meio de técnicas quantitativas como Análise Hierárquica de Processos (AHP), *Stepwise*, ou Análise de Componentes Principais (ACP).

REFERÊNCIAS

AZZOLINI, Kataliny Mercedes Gheno; LERNER, Arthur Frederico. Eficiência operacional e financeira dos institutos federais de educação, ciência e tecnologia: um estudo por análise envoltória de dados (DEA). **Revista Científica da Ajes**, v. 9, n. 18, 2020.

BARBOSA, F. C. Fuchigami, H. Y. (2018). A Modelagem DEA na Mensuração de Eficiência de Sistemas de Saúde: Teoria e Aplicações. **Revista Holos**.

CARVALHO, N. P. Relative size and csw-efficiency: Two new concepts based on DEA to guide management of capital. **Federal Fluminense University**, 2016.

CASADO, F. L.; SOUZA, A. M. Análise Envolvória de Dados: Conceitos, Metodologia e Estudo da Arte na Educação Superior. **Revista do Centro de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Federal de Santa Maria**, v. 1, p. 1-154, 2007.

CHARNES, A., COOPER, W.W., RHODES, E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units, **European Journal of Operational Research**: 429-444, 1978.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. A comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver *software*. 2nd ed. **New York: Springer**, 2007.

DE OLIVEIRA, Dr^a Sonia VW Borges. **Tipos de Pesquisa**, 2016.

ENTANI, T., Maeda, Y., Tanaka, H. Dual Models of Interval DEA and its extensions to interval data. **European Journal of Operational Research**, v. 136, p. 32-45, 2002.

FARREL, M.J. The measurement of productive efficiency. **J. Royal Statistical Society**, v. 120, Part III, 253-290, 1957.

JOAQUIM, Nelson. **Direito educacional brasileiro – história, teoria e prática**. Rio de Janeiro: Livre Expressão, 2009.288p.

LETA, F., MELLO, J. d., GOMES, E. & MEZA, L. (2005), ‘Métodos de melhora de ordenação em DEA aplicados à avaliação estática de tornos mecânicos’, *Investigação Operacional*, Lisboa 25(2), 229–242.

MARIANO, E. B. **Sistematização e comparação de técnicas, modelos e perspectivas não-paramétricas de análise de eficiência produtiva**. (2008). USP (Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo).

MARIANO, Enzo B.; ALMEIDA, Mariana R.; REBELATTO, Daisy AN. Peculiaridades da análise por envoltória de dados. In: **Simpósio de Engenharia de Produção**. 2006. p. 1-11.

MELLO, J. C. C. B. S., Meza, L. Â., Gomes, E. G., & Biondi Neto, L. (2005). Curso de Análise Envolvória de Dados. Anais do **Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, Gramado, RS, Brasil, 37.

MEZA, Lidia Angulo et al. FSDA-Free Software for Decision Analysis (SLAD-Software Livre de Apoio a Decisão): A Software Package for Data Envelopment Analysis Models. In: **Embrapa Territorial-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESO LATINO-IBEROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES Y SISTEMAS, 12., 2004, Ciudad de la Habana, Cuba. Anais. La habana: Universidde de la Habana, 2004., 2004.

PNP, Plataforma Nilo Peçanha, Ano Base 2019. 2020. Disponível em:

<<http://plataformanilopecanha.mec.gov.br/2020.html>>. Acesso em: 07/03/2021.

RIBEIRO FILHO, José Francisco. **Controle gerencial para entidade da administração pública** - In: Prêmio Tesouro Nacional 2. Anais... Brasília: ESAF, 1997.

SELLTIZ, C.; COOK S. W.; WRIGHTSMAN, L. S. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. São Paulo: EPU, 1987

SILVEIRA, Juliana Quintanilha da; MEZA, Lidia Angulo; MELLO, João Carlos Correia Baptista Soares de. Identificação de benchmarks e *anti-benchmarks* para companhias aéreas usando modelos DEA e fronteira invertida. **Production**, v. 22, n. 4, p. 788-795, 2012.

WOLSZCZAK-DERLACZ, J. and Parteka, A. (2011). **Efficiency of European public higher education institutions: A two-stage multicountry approach**, *Scientometrics*, 89, 887-917.

YAMADA, Y., Matui, T. and Sugiyama, M. (1994) New analysis of efficiency based on DEA, **Journal of the Operations Research Society of Japan**, Vol 37, No 2, pp. 158-167