

EFICIÊNCIA NA RFEPCT: UMA ANÁLISE REGIONALIZADA POR MEIO DE UMA ABORDAGEM DEA

Thiago Henrique Oliveira Silva (CEFET-MG) E-mail: thiagohft88@gmail.com

Elisangela Martins de Sá (CEFET-MG) E-mail: elisangelamartins@cefetmg.br

Resumo

A Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT), tem abrangência nacional e é composta pelas Escolas Técnicas Vinculadas, Institutos Federais de Educação, Centros Federais de Educação e o Colégio Pedro II. A fim de manter este ensino acessível e com qualidade, nota-se um interesse cada vez maior por parte da administração pública em medir a eficiência das Instituições Federais de Ensino (IFES). Dessa maneira, este artigo teve por objetivo medir a eficiência relativa das IFES vinculadas a RFEPCT utilizando a Análise Envoltória de Dados (DEA), de forma a identificar as Unidades Tomadoras de Decisão (UTD's) mais eficientes e os *benchmarks* para as ineficientes para o ano de 2020 a partir de uma análise regionalizada das UTD's. Em relação à utilização dos resultados, este artigo é aplicado, por ter como premissa analisar um problema real da educação que é a mensuração objetiva da eficiência das IFES vinculadas a RFEPCT, bem como proporcionar aos gestores escolares uma visão situacional, sistêmica e comparativa das IFES a nível regional e nacional. A natureza do método é quantitativa, uma vez que mensura de forma numérica a eficiência das UTD's vinculadas a RFEPCT. No tocante aos fins, esta pesquisa é descritiva, pois apresentou algumas características da RFEPCT, como a abrangência nacional das IFES, população analisada, tipos de cursos e indicadores de gestão. Ademais, buscou-se conhecer melhor a realidade do objeto estudado sem alterá-lo. Para tanto, utilizou-se de uma pesquisa documental nos 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 UTD's ineficientes próximas a fronteira de eficiência. Ademais, dentre as dez UTD's menos eficientes, houve uma distribuição relativamente equivalente entre as regiões sudeste, nordeste, centro-oeste e norte. A partir das premissas adotadas neste artigo, foi possível verificar uma alta ineficiência das UTD's vinculadas a RFEPCT para o ano analisado. Ressalta-se que as UTD's ainda que submetidas às mesmas especificidades da região, podem apresentar resultados diferentes, serem *benchmarks*, bem como estarem mais próximas da fronteira de eficiência.

Palavras-Chaves: Análise Envoltória de Dados, Eficiência, Rede Federal de Educação, Unidade Tomadora de Decisão.

1. Introdução

1.1 Contextualização do tema

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 este 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) se apresenta como uma metodologia capaz de medir a eficiência relativa das Unidades Tomadoras de Decisão (UTD's) de forma objetiva e imparcial. Então, o objetivo deste artigo é propor uma abordagem com base na DEA para medir a eficiência das instituições vinculadas a RFEPCT. Neste artigo, será feita uma análise das IFES consideradas mais eficientes, *benchmarks* e o ranqueamento das UTD's, considerando um panorama nacional e através de análises regionais.

Este artigo está organizado da seguinte forma. A Seção 2 apresenta um referencial teórico sobre DEA e sobre as abordagens DEA que serão usadas neste artigo. A Seção 3 descreve a

metodologia de pesquisa. A Seção 4 apresenta os resultados da aplicação da abordagem baseada na DEA. A Seção 5 apresenta as conclusões e propostas de trabalhos futuros.

2. Referencial teórico

2.1 Análise Envoltória de Dados (DEA)

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 UTD's por meio das fronteiras de eficiência. Outrossim, as UTD's 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 UTD's 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 UTD's;
- Seleção das variáveis de entrada e saída;
- Escolha do Modelo DEA;
- Análise da fronteira de eficiência.

2.2 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 UTD's que operam na mesma eficiência técnica e de escala, denominada de eficiência pura. Neste modelo, as UTD's 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	
$Max\ Eff_0 = \sum_{j=1}^s u_j y_{j0} + u_s$ Sujeito a: $\sum_{i=1}^r v_i x_{i0} = 1$ $- \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} + u_s \leq 0, \forall_k$ $v_i, u_j \geq 0, u_s \in R, u_j \geq 0, u_s \in R$ (1)	$Min\ Eff_0 = \sum_{i=1}^r v_i x_{i0} + v_s$ Sujeito a: $\sum_{j=1}^s u_j y_{j0} = 1$ $- \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} + v_s \leq 0, \forall_k$ $v_i, u_j \geq 0, u_s \in R, u_j \geq 0, u_s \in R$ (2)
Dual - Envelope	
$Min\ h_0$ Sujeito a: $h_0 x_{i0} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall_i$ $-y_{j0} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0, \forall_j$ $\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$ $\lambda_k \geq 0, \forall_k$ (3)	$Max\ h_0$ Sujeito a: $x_{i0} \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall_i$ $-h_0 y_{j0} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0, \forall_j$ $\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$ $\lambda_k \geq 0, \forall_k$ (4)
Sendo: Eff_0 = é a eficiência da UTD $_0$ analisada; u_j = é o peso da saída j; v_i = é o peso da entrada i; y_{j0} = é a saídas j da UTD$_0$; x_{i0} = é a entradas i da UTD$_0$;	

x_{ik} = entrada da UTD k;

 y_{jk} = e saída da UTD k.

 K = número de UTD's

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

2.3 Modelos DEA de fronteira invertida, índice de eficiência composta e normalizada

O modelo BCC tende a alocar os melhores pesos para as UTD's analisadas, o que por sua vez leva a um elevado número de empate entre as UTD's eficientes. Neste sentido, para mitigar tal característica, a literatura sugere a adoção de métodos qualitativos ou quantitativos para desempate de UTD's. Para tanto, este artigo utilizou 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 UTD's. 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 tendo o valor de 0,5.

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

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.

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

3. Metodologia

3.1 Caracterização do artigo

Quanto à utilização dos resultados, esta pesquisa pode ser classificada como pesquisa aplicada, que, segundo Oliveira (2016), tem por premissa a solução objetiva de problemas. Neste sentido, este artigo buscou analisar de forma objetiva o problema da mensuração de eficiência das IFES vinculadas a RFEPCT, proporcionando aos gestores escolares uma visão situacional, sistêmica e comparativa das IFES a nível regional e nacional.

No que tange 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).

Em relação aos fins ou objetivos, esta pesquisa é descritiva. Selltiz, Cook e Wrightsman (1987) definem a pesquisa descritiva como sendo aquela que tem por objetivo conhecer e entender melhor o objeto estudado, porém, sem alterá-lo. Assim, verifica-se que este artigo apresentou 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.

3.2 Coleta e tabulação dos dados

A coleta dos dados ocorreu por meio da página *plataformanilopecanha.mec.gov.br*, construída unicamente para a divulgação padronizada dos resultados, sendo estes provenientes dos sistemas SISTEC referentes às informações educacionais, SIAPE gestão de pessoas e SIAFI resultados financeiros, todos vinculados ao governo federal.

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

3.3 A população do artigo – seleção das UTD's

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 destas instituições, passando a nova população a ser composta por 40 IFES.

Destaca-se que esta população 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.

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, foi utilizado apenas os mais comumente adotados pela literatura. Assim, foi utilizado o gasto corrente por matrícula para compor a variável de entrada e a taxa de evasão no ano e o índice de eficiência acadêmica no ciclo escolar compõe as variáveis de saída conforme (AZZOLINI E LERNER, 2020).

3.5 Escolha do modelo e orientação DEA

Este artigo utilizou o modelo BCC proposto por Banker, Charnes e Cooper, conhecido também como VRS (*variable returns to scale*). Tal escolha se justifica devido ao fato de o modelo comparar as UTD's 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 neste artigo foi voltada para 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 UTD's eficientes, bem como trazer uma maior acurácia para os resultados aqui postados.

3.6 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 e gratuidade do *software*.

4. Resultados e discussões

A Figura 1 apresenta os resultados encontrados pelo modelo DEA BCC padrão, onde foi possível identificar seis UTD's eficientes. Por sua vez, ao analisar a fronteira invertida que é considerada a fronteira pessimista ou das piores práticas gerenciais, todas as UTD's demonstraram também ser menos eficiente, o que é um bom resultado para estas UTD's.

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 normalizado dos resultados, apenas o IFRS foi identificado como UTD eficiente.

Por conseguinte, foram feitas segmentações dos resultados no intuito de verificar as características das UTD's ineficientes por região, principais *benchmarks*, e a distância das UTD' ineficiente em relação à fronteira de eficiência do modelo BCC. Para a confecção dos mapas foi considerado apenas o resultado normalizado apresentado pelo SIAD/DEA.

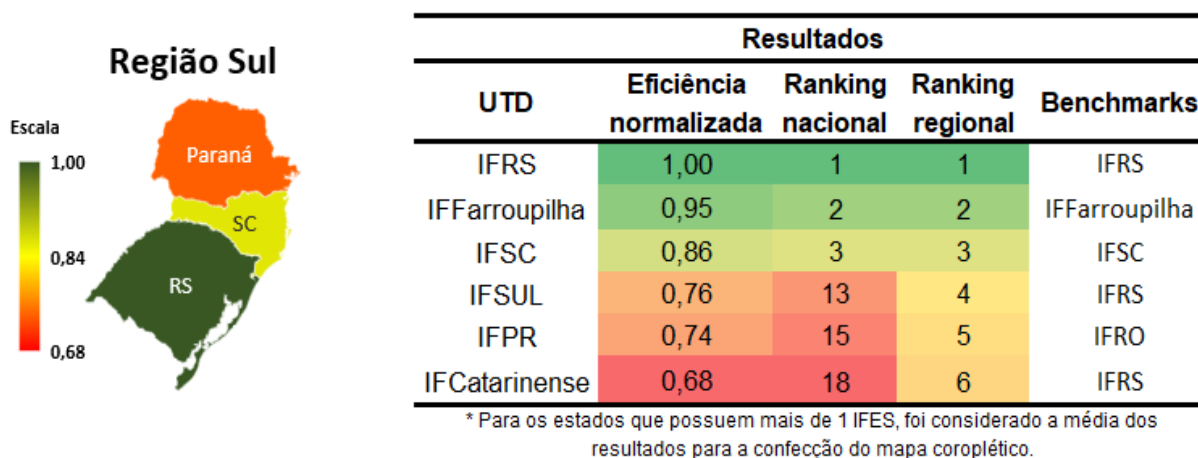
Figura 1 – Cálculo da eficiência

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, é representada por 6 IFES vinculadas a RFEPCT, onde 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 neste artigo.

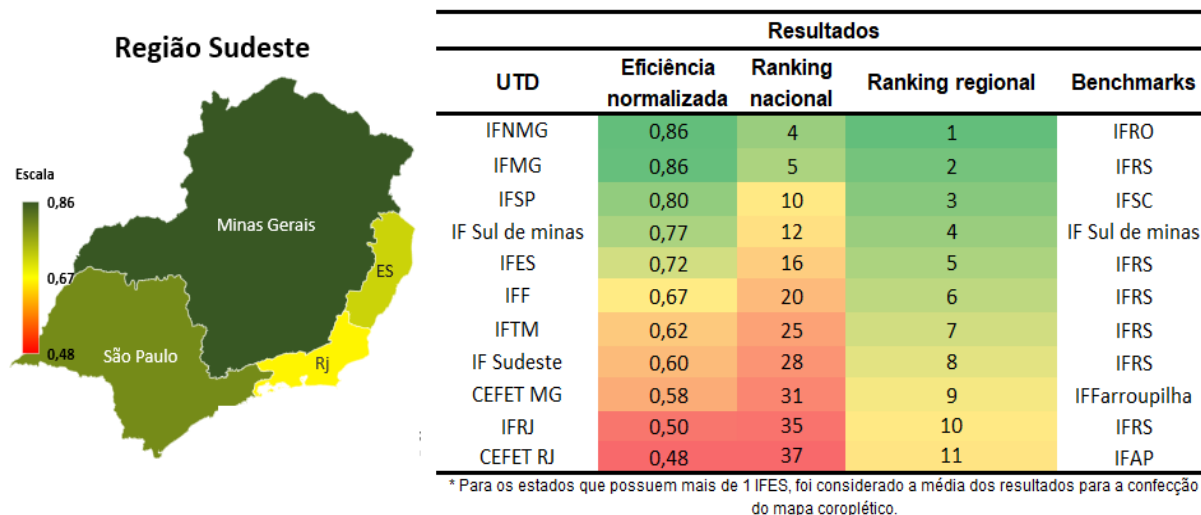
Figura 2 – Resultados região Sul



Fonte: Autor (2021)

Já em relação à região Sudeste, a Figura 3 aponta que não há nenhuma UTD eficiente. Porém, cabe notar que dentre as cinco UTD's melhores ranqueadas na região, três são de MG. Além disso, verifica-se que os dois CEFET's ocuparam duas das três últimas posições no ranking regional e o CEFET RJ ocupou a quarta pior colocação no ranking nacional. Já 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.

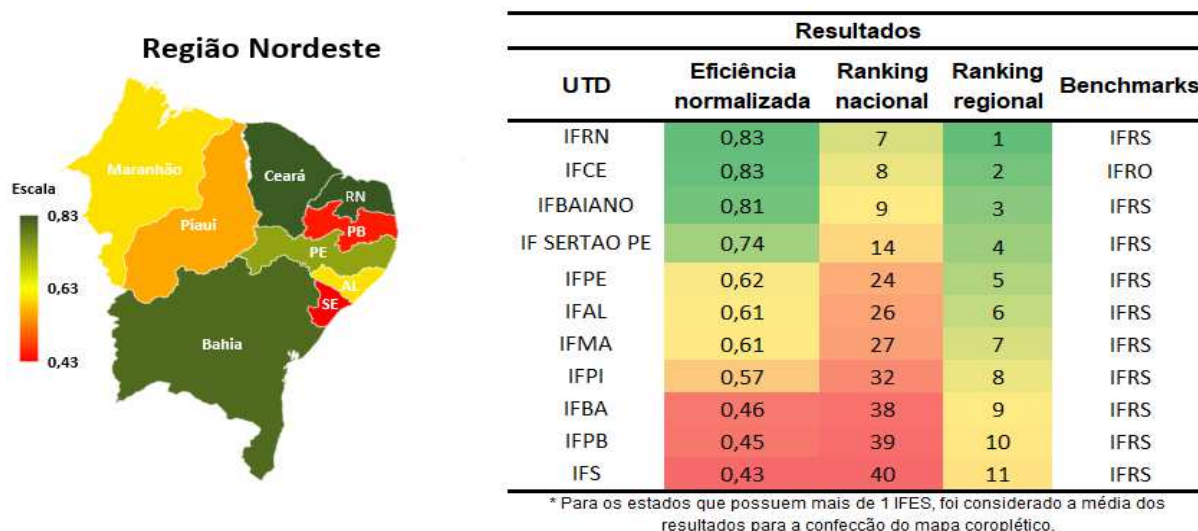
Figura 3 – Resultados região Sudeste



Fonte: Autor (2021)

Cabe ainda verificar por meio da Figura 4 que nenhuma UTD da região Nordeste foi considerada eficiente, contudo, destaca-se as posições do IFRN e IFCE no ranking nacional, e o IFRS sendo *benchmark* para 90% das UTD's da região. Observa-se ainda que nenhuma UTD's pertencente a região foi considerada *benchmark*.

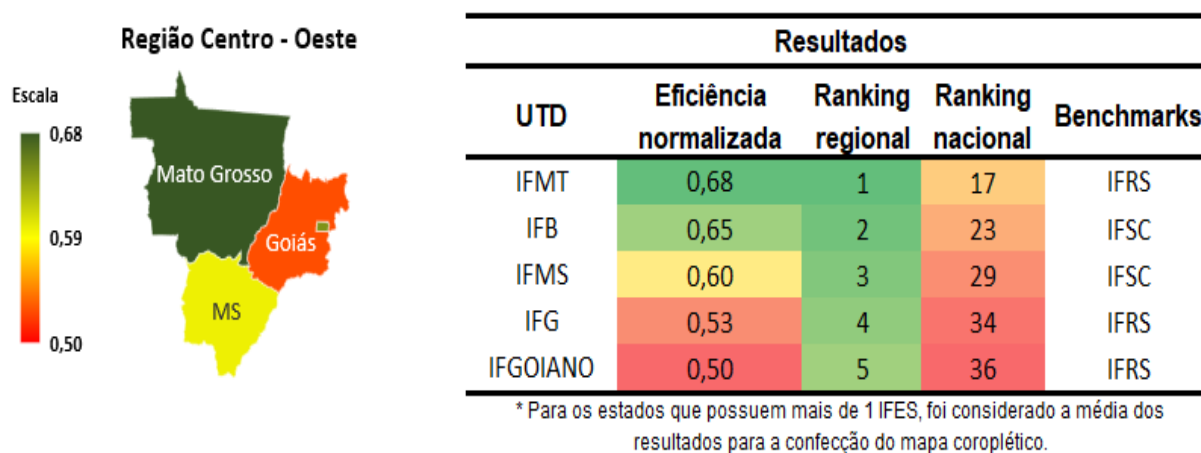
Figura 4 – Resultados região Nordeste



Fonte: Autor (2021)

Em relação à região Centro-Oeste, a Figura 5 evidencia que as UTD's *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.

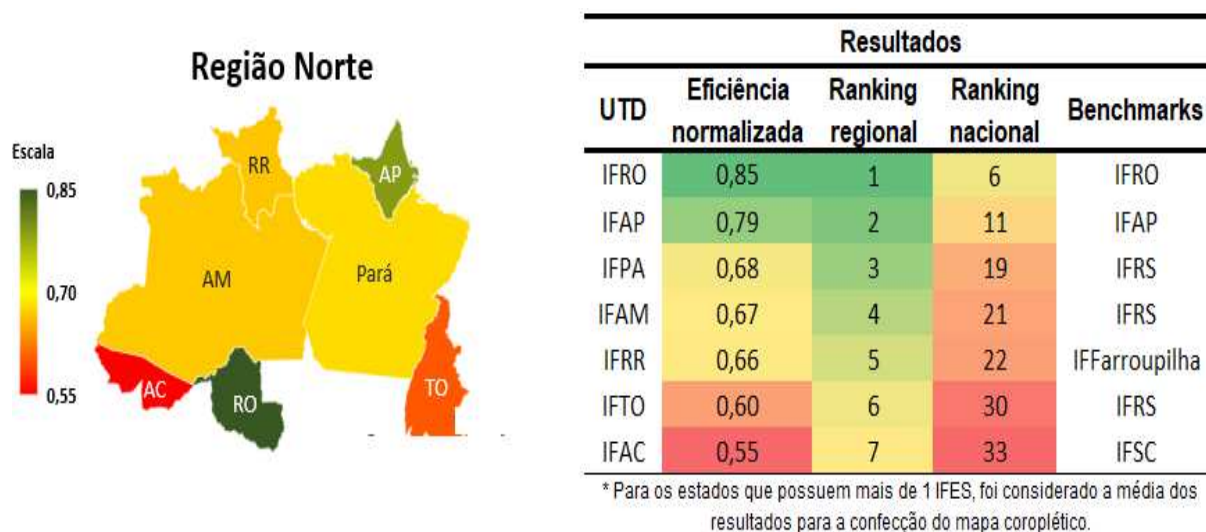
Figura 5 – Resultados região Centro – Oeste



Fonte: Autor (2021)

Por fim, a Figura 6 apresenta as UTD's da região norte, onde foi possível verificar 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 UTD's *benchmarks* para as IFES da região Norte, e III) duas UTD's da região como *benchmarks* (IFRO e IFAP) ainda que para elas mesmas.

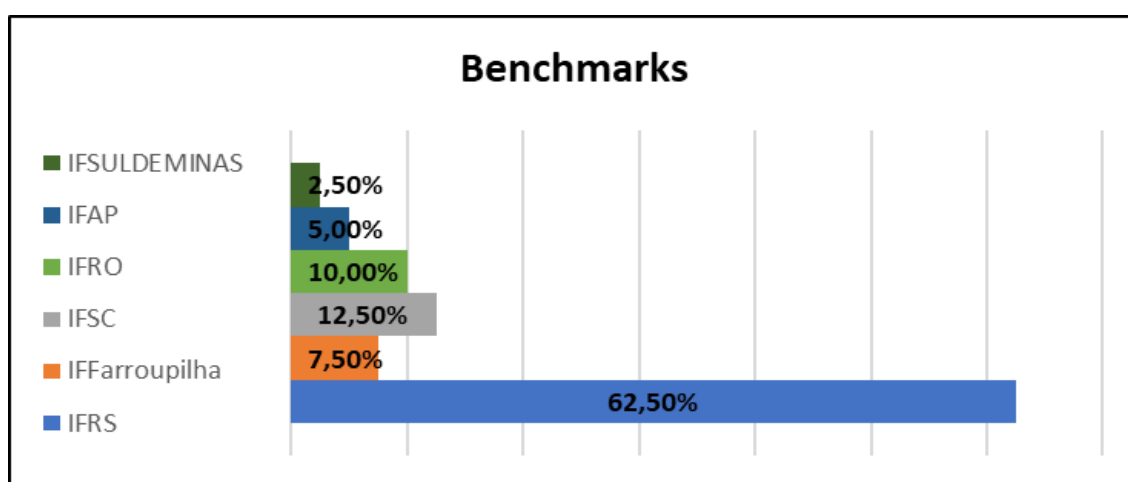
Figura 6 – Resultados região Norte



Fonte: Autor (2021)

A Figura 7 ratifica que o IFRS é o maior *benchmark* dentre as UTD's 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 neste artigo.

Figura 7 – Benchmarks por UTD



Fonte: Autor (2021)

5. Conclusão

Primeiramente, destaca-se a acurácia dos resultados encontrados, pois conforme já postulado pela literatura, a utilização de forma concomitantemente de um modelo DEA básico com o DEA de fronteira invertida, índice de eficiência composta e normalizada para o desempenho de

UTD's eficientes torna o ranqueamento final mais assertivo no tocante às UTD's que são realmente eficientes.

A aplicação da abordagem normalizada DEA teve como resultado apenas uma UTD eficiente que foi o IFRS. No que tange a variável de entrada gasto corrente por matrícula, nota-se que esta UTD ocupou em 2020 a 17º 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. Em relação ao indicador de saída taxa de evasão no ano, a UTD IFRS, apresentou a quarta pior taxa, com 19,9%, ficando atrás apenas dos IFSC, IFMS e IFSP. No entanto, o IFRS apresentou o segundo melhor índice de eficiência acadêmica no ciclo, ficando atrás apenas do IFFarroupilha.

O IFRS para o ano de 2020, não apresentou os melhores indicadores concernentes ao insumo gasto corrente por matrícula e ao produto taxa de evasão no ano. Contudo, ao se analisar o índice de eficiência, que é medido ao longo de um ciclo escolar, a UTD apresentou um ótimo resultado.

Diante disso, ainda que a única UTD eficiente, não tenha obtido os melhores resultados nas três variáveis utilizadas, esta análise 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, considerando apenas um indicador isolado da PNP. Além disso, dentre as dez últimas UTD's no ranqueamento nacional, destaca-se aquelas localizadas na região Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e Norte com 40%, 30%, 20% e 10% respectivamente.

Em adição, a partir das limitações deste artigo, 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 verificar o crescimento ou decréscimo da produtividade de cada UTD ao longo de um período específico. Assim, é possível adotar outros modelos DEA com ou sem de desempate de UTD's eficientes, bem como cursos técnicos e programas de pós-graduação da RFEPCT.

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 Envoltória 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 Envoltória 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.