



XXII Coloquio Internacional de Gestión Universitaria
Desafíos y Futuro de la Educación Superior ante el impacto de la Inteligencia Artificial

Ciudad de Asunción - Paraguay
13, 14 y 15 de diciembre de 2023



EMPREGO DO DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA) PARA ESTIMAR A EFICIÊNCIA RELATIVA DOS CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFSC NO PERÍODO DE PANDEMIA¹

THAYNARA GILLI TONOLLI

Universidade Federal de Santa Catarina

thaynaratonolli@gmail.com

ANTONIO CEZAR BORNIA

Universidade Federal de Santa Catarina

cezar.bornia@ufsc.br

ELISÂNGELA HOFFMANN

Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT)

elis.mt@gmail.com

WAGNER BANDEIRA ANDRIOLA

Universidade Federal do Ceará (UFC)

w_andriola@ufc.br

RITA DE FÁTIMA MUNIZ

Secretaria Municipal de Educação de Jijoca de Jericoacoara (CE)

ritamunizjijoca@gmail.com

SHEILA MARIA MUNIZ

Universidade Federal do Ceará (UFC)

sheylamuniz@hotmail.com

RESUMO

A eclosão global da Pandemia de COVID-19 trouxe desafios sem precedentes à humanidade, afetando diferentes áreas incluindo as Instituições de Ensino Superior (IES). Objetivou-se neste estudo avaliar a eficiência relativa dos cursos de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) no período de 2017 a 2022 (pré e pós-pandemia). Para tanto, empregou-se Análise Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis – DEA), com o modelo orientado para *outputs*. Evidenciou-se, por meio do DEA, que a maior parte dos cursos de pós-graduação não apresentou perda de eficiência no período considerado no estudo, podendo ser explicado pela rápida adaptação dos cursos analisados da UFSC às contingências da Pandemia da COVID-19. Dentre as ações de gestão dos cursos podem ser realçadas o uso de meios digitais para a formação do alunado e a ampliação dos prazos de conclusão dos cursos. Ademais dos fatores de gestão dos cursos, há de se acentuar a natureza do público da pós-graduação, que é mais experiente, maduro e autônomo, diferenciando-se sobremaneira dos discentes da graduação.

Palavras chave: Análise Envoltória de Dados, Eficiência em Instituições de Ensino Superior, Gestão Universitária, COVID-19.

¹ Pesquisa realizada pelo Grupo de Pesquisa do Projeto “Pandemia da Covid-19 na Educação Superior: avaliação dos impactos sobre a saúde mental de discentes e servidores, bem como sobre o desempenho de Instituições de Ensino Superior (IES)”, financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) - Processo 88887.657724/2021-00 (Edital nº 12/2021).

1. INTRODUÇÃO

O surgimento em escala mundial da pandemia de COVID-19 apresentou uma série de desafios, afetando variados âmbitos da sociedade, abrangendo inclusive as Instituições de Ensino Superior (IES). Tal fenômeno resultou em alterações significativas das variadas atividades das IES, demandando adaptação para assegurar a contínua condução das ações acadêmicas e administrativas. O fechamento temporário dos campi, restrições de mobilidade e a transição para o ensino remoto impactaram a estrutura das universidades, bem como alguns dos seus processos e resultados.

Para mensurar o impacto deste fenômeno mundial nas IES, é crucial averiguar a eficiência relativa destas antes e após a Pandemia da COVID-19. Faz-se relevante destacar que a COVID-19 exacerbou esse desafio, já que os tradicionais indicadores de desempenho podem não mais refletir adequadamente a complexidade das atividades de pesquisa e ensino em um ambiente virtual. Nesse contexto, os modelos de Análise Envoltória de Dados (DEA) emergem como ferramentas promissoras para medir a eficiência relativa da pós-graduação, permitindo uma análise mais abrangente e holística dos programas em relação a múltiplos *inputs* e *outputs*, considerando as restrições impostas pela pandemia.

Diante dessas transformações e da necessidade premente de adaptar as métricas de avaliação de eficiência da pós-graduação, este artigo tem como objetivo principal explorar o uso da DEA como uma abordagem viável para medir a eficiência dos programas de pós-graduação em um contexto pré e pós-pandêmico. Simultaneamente, pretende-se ilustrar como as IES podem redefinir seus parâmetros de avaliação e se adaptar às mudanças nas atividades acadêmicas e de pesquisa. Ademais, busca-se destacar a importância da análise de eficiência como um instrumento para aprimorar a qualidade das pesquisas e a utilização eficiente dos recursos, garantindo a excelência educacional em meio aos desafios contemporâneos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As Instituições de Ensino Superior (IES) desempenham fundamental papel no desenvolvimento educacional e intelectual da sociedade, pois tais organizações impactam não apenas o futuro dos discentes, mas também o progresso da sociedade como um todo. Para garantir a qualidade e a eficácia do ensino superior, os sistemas de avaliação desempenham um papel fundamental. Nesse contexto, o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES) emerge como um mecanismo central para avaliar, monitorar e aprimorar a qualidade das instituições de ensino superior (BRASIL, 2004). O SINAES não apenas visa aferir o desempenho acadêmico e administrativo das IES, mas também aprimorar continuamente seus padrões por meio de avaliações periódicas, levando em consideração aspectos como ensino, pesquisa, extensão e gestão (ANDRIOLA, 2009).

O SINAES é uma resposta estratégica à importância das instituições de ensino superior na construção de sociedades informadas e inovadoras (BRASIL, 2004). Ao estabelecer critérios de avaliação e promover a transparência, o SINAES busca incentivar as instituições a elevar constantemente seus padrões, oferecendo uma educação de qualidade aos estudantes e contribuindo para o avanço da pesquisa e do desenvolvimento científico. Além disso, o sistema reconhece a diversidade de abordagens educacionais e a multiplicidade de missões das instituições, promovendo uma avaliação diferenciada e contextualizada que considera as peculiaridades de cada ambiente acadêmico (BRASIL, 2004). Portanto, a interação intrínseca entre as instituições de ensino superior e o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior é fundamental para fomentar um ambiente educacional dinâmico e para assegurar a contínua melhoria da qualidade educacional em uma nação.

A relação entre a universidade e a sociedade é inerente, dado que a universidade não apenas funciona como um centro de criação e disseminação do conhecimento, mas também está profundamente entrelaçada com o contexto social. Tendo em vista a complexidade e a dinâmica essencial ao ambiente universitário, torna-se imperativo reconhecer a dimensão social como parte integral de sua administração. A gestão universitária encara uma série de desafios multifacetados, requerendo uma abordagem que evidencie a evolução contínua da instituição ao longo do tempo, tanto no âmbito acadêmico quanto no administrativo (MEYER JR., 2015).

As instituições de ensino superior (IES) públicas enfrentam desafios, visto que operam sob princípios da administração pública, mas também respondem a conceitos modernos como medição de desempenho e orientação de mercado (DENHARDT, 2015). Meyer Jr. e Lopes (2015) exploram o papel dos administradores universitários em um cenário dominado pelo modelo gerencialista, alertando para a incompatibilidade entre a racionalidade e a natureza peculiar das universidades. Schlickmann (2013) argumenta que a definição de "universidade" na LDB de 1996 é limitada, abrangendo apenas parte da diversidade da administração universitária. Ele amplia o escopo, incluindo diversas instituições de ensino superior, e sugere termos como administração da educação superior, gestão universitária e administração de IES (SCHLICKMANN, 2013).

Universidades tendem a adaptar suas abordagens de gestão para enfrentar transformações políticas, tecnológicas, sociais e econômicas. Essas mudanças refletem as alterações que ocorrem globalmente, impactando estruturas organizacionais, financeiras e educacionais, e impulsionando discussões internas (GRILLO, 2001). Além disso, há um esforço contínuo para otimizar a utilização dos recursos humanos, físicos e financeiros da IES, direcionando-os de maneira mais eficaz para atividades educacionais, de pesquisa e de serviços à comunidade (SILVA; SARRACENI, 2012).

Com o objetivo de se adaptarem a essa necessidade emergente devido à pandemia global, as universidades precisaram compreender a nova realidade que estavam enfrentando. Apesar das medidas e restrições implementadas pelo governo e outras autoridades para conter a propagação da infecção, essas mudanças súbitas tiveram um impacto significativo na rotina dos estudantes universitários. Essa situação acarretou na restrição do acesso a aconselhamento, interações sociais e oportunidades de crescimento pessoal. Adicionalmente, trouxe consigo desafios na construção tanto de relações formais quanto informais. (CASTALDELLI-MAIA *et al.*, 2021; DENG *et al.*, 2021).

Segundo Gusso *et al.* (2020), as decisões do retorno às atividades acadêmicas em período de pandemia e distanciamento são complexas e estão amparadas em referenciais conceituais e recursos disponíveis por cada instituição. É possível distinguir dois caminhos a serem seguidos: caminhos “simples” e “complexos”. O caminho simples envolve menor preparo tanto por parte dos professores quanto dos alunos para o ambiente online. Apesar de ser uma opção mais econômica, esse caminho negligencia elementos essenciais do Ensino Remoto Emergencial, como a carência de recursos tecnológicos, a capacitação limitada dos educadores em tecnologia e os efeitos psicológicos da pandemia. Portanto, embora sua execução seja simples, este caminho não garante qualidade educacional, não se harmoniza com o propósito do Ensino Superior e pode resultar em mais desvantagens do que benefícios. Já o caminho complexo de retorno às atividades viabiliza melhores condições de trabalho e de ensino, como o acesso de estudantes à internet e repertório destes estudantes ao ambiente virtual. Já para os professores, envolve a garantia de condições de acesso à internet e a capacitação para lidar com as plataformas online, ultrapassando o conceito simples de que o professor é meramente um transmissor de conteúdo (GUSSO *et al.*, 2020).

A partir destes desafios, diante de incertezas e escassez de recursos, gestores e tomadores de decisão precisam cada vez de maneira mais célere realizar diagnósticos

aprofundados, podendo identificar boas práticas, áreas de aprimoramento e estratégias de otimização. Nesse sentido, a integração da Análise Envoltória de Dados promove uma visão integrada das operações, potencializando a resiliência das organizações diante dos desafios atuais e futuros.

3. METODOLOGIA

Nesta pesquisa foi utilizada a metodologia *Data Envelopment Analysis* (DEA), caracterizada como uma abordagem não paramétrica para avaliar a eficiência relativa de unidades produtivas, que são as *Decision Making Units* (DMUs). No escopo desse artigo, as DMUs são representadas pelos Programas de Pós-Graduação de Mestrado e Doutorado da UFSC, avaliadas no período Pré-pandêmico (anos 2017 a 2019) e período Pandêmico (anos 2020 a 2022), configurando-se, portanto, como pesquisa longitudinal, de natureza *ex-ante* e *ex-post-facto*.

Quando a metodologia DEA é empregada para avaliar a performance de uma unidade produtiva em relação a um parceiro de referência (*benchmark*), ela leva em consideração tanto os diversos insumos quanto os diversos produtos envolvidos no sistema produtivo sob análise. O principal resultado deste modelo é uma fronteira de eficiência que demonstra as práticas produtivas ideais, além do cálculo dos índices de eficiência das unidades em relação a essa fronteira. As abordagens remontam às pesquisas de DEA, pioneiramente exploradas por Farrel (1957), e posteriormente desenvolvidas de maneira operacional por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), bem como aprimoradas por Banker, Charnes e Cooper (1984). A pesquisa de Farrel (1957) introduziu um modelo empírico de eficiência relativa, contrastando com os modelos teóricos de produção funcional para avaliar eficiência (GARCIA; MELO, 2009).

A metodologia em foco oferece a capacidade de avaliar a eficiência através de abordagens distintas: uma com ênfase em *inputs*, que busca minimizar os fatores de produção (insumos) enquanto mantém um nível de produção constante; e outra com foco em *outputs*, onde a meta é maximizar o nível de produção enquanto mantém os insumos em um patamar fixo (CAVALCANTE, 2011; CAVALCANTE; LEITE, 2013).

Chaves e Thomaz (2008) ressaltam a importância primordial do DEA como uma ferramenta essencial no suporte à tomada de decisões gerenciais. Essa relevância decorre da capacidade intrínseca da técnica em facilitar a análise de diversos cenários alternativos, todos eles intrínsecos nas práticas de excelência definidas através de modelagem matemática. Como resultado direto dessa abordagem de modelagem e avaliação, emerge a habilidade de selecionar e adotar as práticas mais destacadas, guiada pela consideração atenta de uma ampla gama de critérios previamente estipulados (CAVALCANTE; ANDRIOLA, 2012).

Sendo assim, a técnica do DEA possibilita a avaliação comparativa da eficiência relativa das unidades produtivas, analisando as DMUs em questão. Esse método visa identificar aquelas unidades que se destacam em eficiência, ou seja, as que conseguem alcançar a maior produtividade com base em seus recursos disponíveis. Isso implica que essas DMUs atingiram uma eficiência completa de 100%, representada pelo escore 1 ($\rho = 1,0$), e alcançaram a fronteira máxima de eficiência. Por outro lado, as demais unidades são consideradas menos eficientes. Contudo, essa metodologia sugere que essas unidades têm o potencial de melhorar sua eficiência, desde que busquem inspiração em suas referências de excelência, seus *benchmarks* (MUNIZ, 2020; MUNIZ *et al.*, 2022).

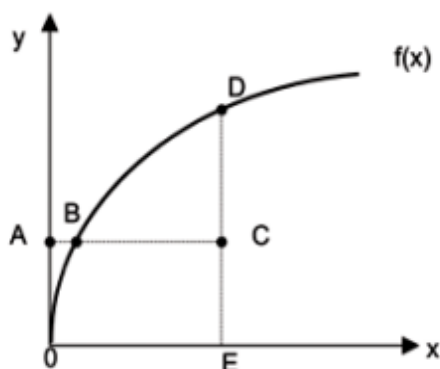
Para fins deste estudo, utilizaram-se como referência os Programas de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), a qual possui, atualmente, 59 cursos de doutorado e 87 cursos de mestrado. Dentre os cursos de mestrado, 67 são cursos acadêmicos e 20 cursos profissionais (UFSC, 2023). Tendo em vista a necessidade das unidades produtivas (DMU) selecionadas serem homogêneas, produzindo os mesmos bens e serviços, com a

utilização de insumos equivalentes, foram obtidos dados de 71 cursos de mestrado (81,6% do universo) e 48 cursos de doutorado (81,3% do universo) no período pré (2017 a 2019) e pós-pandemia (2020 a 2022), cuja fonte fornecedora foi a Pró-Reitoria de Pós-Graduação da UFSC.

Também foram extraídas informações obtidas junto aos programas de pós-graduação (via *web page*), bem como contato direto com os programas por telefone ou e-mail. A pesquisa removeu da análise os programas que não possuíam as informações necessárias, com ausência de dados de respectivo ano, ou ainda aqueles que não apresentavam a periodicidade temporal necessária (2017 a 2022), em função da criação do programa ser posterior ao espaço de tempo necessário, inviabilizando a comparação entre os períodos.

Em seguida, foi realizada a classificação dos *inputs* e *outputs*, sendo considerados como *inputs* os seguintes indicadores: i) Vagas Ofertadas; ii) Ingressantes; iii) Matriculados; iv) Bolsas concedidas. Já como *outputs*: i) Concludentes e ii) Conceito Capes do Programa. Por fim, executou-se o método DEA utilizando o *software* DEA – Solver da Empresa Multinacional SAITECH na versão profissional 7.0. Sendo assim, o objetivo foi medir a eficiência relativa das unidades em relação à maximização dos *outputs*, ou seja, dos resultados. Em outra perspectiva, o propósito foi identificar quais unidades estão aproveitando de maneira mais eficaz seus recursos para alcançar resultados mais substanciais. Essa análise é realizada ao comparar a eficiência de cada unidade em relação a uma unidade de referência que é considerada eficiente em termos de produtividade.

O Gráfico 1 ilustra a projeção da fronteira de eficiência, representada por $f(x)$.



Fonte: Souza Junior; Gasparini (2006, p. 805)

O exemplo em questão mostra uma função de produção, em que x denota o insumo (*input*) e y representa o produto (*output*). A máxima quantidade de produto gerada pela utilização de x é representada por $f(x)$ - a função de produção ou a fronteira de eficiência. Observa-se que o ponto C, localizado abaixo da fronteira, indica uma região possível de produção. Contudo, esse ponto implica que estão sendo utilizadas OE unidades de x para gerar OA unidades de y . Operar abaixo da fronteira representa um plano de produção considerado ineficiente, uma vez que, com a tecnologia disponível, os recursos não estão sendo otimizados da melhor maneira possível (SOUZA JÚNIOR; GASPARINI, 2006).

Enquanto isso, o ponto B é caracterizado como eficiente, uma vez que gera a mesma quantidade de *output* usando a menor quantidade possível de *input*. Similarmente, o ponto D representa um plano de produção que é tanto tecnicamente viável quanto eficiente, atingindo a produção máxima de *output* com a mesma quantidade de *input*. Para a unidade ineficiente C, a trajetória necessária é em direção ao ponto B, visando a eficiência, o que implica na redução dos recursos utilizados. Entretanto, se a prioridade for aumentar os produtos, a unidade deve direcionar-se ao ponto D.

Embora haja uma vasta gama de modelos DEA presentes na literatura para a avaliação de desempenho, neste estudo, focalizaremos o modelo BCC-O. A escolha baseou-se no

interesse em determinar a produtividade máxima (*outputs*) dos cursos de pós-graduação da Universidade Federal de Santa Catarina, levando em conta o cenário de escalas variáveis.

4. RESULTADOS

São aportados resultados da análise da metodologia DEA na modelagem BCC - O (BCC com orientação aos *outputs*) referentes aos 71 cursos de Mestrado e 48 cursos de doutorado da UFSC, no período de 2017 a 2022. Desta feita, as análises foram realizadas por ano e de forma separada, isto é, as análises do mestrado e doutorado ocorreram de forma independente, pois é imperativo que as unidades avaliadas (DMUs) sejam homogêneas entre si (MUNIZ, 2020; MUNIZ *et al.*, 2022). Em síntese, as DMUs necessitam produzir os mesmos bens e serviços, utilizando insumos iguais (ROSANO-PEÑA, 2008);

Assim, são apresentados inicialmente os resultados do Mestrado, na Tabela 1, e na sequência, os resultados do Doutorado da UFSC.

Tabela 1 – Desempenho longitudinal dos Programas de Mestrado da UFSC.

Unidades Acadêmicas		Pré-Pandemia			Pandemia		
Nº	DMU	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	Administração (acadêmico)	0,7865	1	0,9661	1	0,642	0,7732
2	Administração Universitária (profissional)	1	1	1	1	0,9412	0,9681
3	Agroecossistemas (acadêmico)	1	0,7254	0,7143	0,8057	0,8158	0,7941
4	Antropologia Social (acadêmico)	0,8913	1	1	0,9717	0,8739	0,9808
5	Aquicultura (acadêmico)	0,9083	0,8815	0,8571	0,8965	1	1
6	Arquitetura e urbanismo (acadêmico)	0,7996	0,7722	0,7495	0,795	1	0,8614
7	Biologia Celular e do Desenvolvimento (acadêmico)	0,7214	0,6773	0,665	0,578	0,5783	0,9483
8	Bioquímica (acadêmico)	1	1	1	1	1	0,9777
9	Biotecnologia e Biociências (acadêmico)	0,7896	0,7627	0,8395	0,7372	0,7143	0,9155
10	Ciências dos Alimentos (acadêmico)	1	0,9677	1	0,8741	1	0,9241
11	Ciência e Engenharia de Materiais (acadêmico)	1	1	1	1	1	1
12	Ciências da Reabilitação (acadêmico)	0,5169	0,5429	0,8213	0,8329	0,568	0,6165
13	Ciências Médicas (acadêmico)	0,8384	1	0,8415	0,9531	0,8	1
14	Contabilidade (acadêmico)	0,8281	0,7143	0,8302	0,954	0,8287	0,811
15	Design (acadêmico)	0,9577	0,9209	0,9224	0,8801	0,9493	1
16	Direito (acadêmico)	1	0,9912	1	0,9191	1	1
17	Direito (profissional)	0,8	1	0,9846	1	0,88	1
18	Ecologia (acadêmico)	0,7669	0,7762	0,8684	0,7291	0,8641	1
19	Economia (acadêmico)	0,975	0,8605	0,9682	0,828	0,9289	0,9946
20	Ecossistemas Agrícolas e Naturais (acadêmico)	0,681	0,628	0,777	0,6657	0,5926	0,8134
21	Educação (acadêmico)	0,7521	1	1	1	0,8161	0,7408
22	Educação Científica e Tecnológica (acadêmico)	0,8906	0,8571	0,8594	0,909	0,8571	0,9131
23	Educação Física (acadêmico)	1	1	1	1	1	1
24	Energia e Sustentabilidade (acadêmico)	0,7253	0,7228	0,6731	0,7056	0,7094	0,742
25	Enfermagem (acadêmico)	0,8758	0,9844	1	1	0,978	0,9408
26	Engenharia Ambiental (acadêmico)	0,87	0,8743	0,8819	0,9045	0,9109	0,9466
27	Engenharia Civil (acadêmico)	1	1	1	0,8718	0,8857	1
28	Engenharia de Alimentos (acadêmico)	1	1	1	1	1	1
29	Engenharia de Produção (acadêmico)	0,8571	1	0,8804	0,8571	0,9245	0,9091
30	Engenharia de Sistemas Eletrônicos (acadêmico)	0,7196	0,5391	1	0,5016	0,4699	0,5556
31	Engenharia de Transportes e Gestão Territorial (acadêmico)	0,579	0,6872	0,7981	1	0,7348	0,5572
32	Engenharia e Ciências Mecânicas (acadêmico)	0,4641	0,5687	0,7522	0,9308	0,8652	0,6249

33	Engenharia e Gestão do Conhecimento (acadêmico)	1	1	1	1	1	1
34	Engenharia Elétrica (acadêmico)	1	1	1	1	1	1
35	Engenharia Mecânica (acadêmico)	1	1	1	1	1	1
36	Engenharia Química (acadêmico)	1	1	1	1	1	1
37	Ensino de Biologia (profissional)	0,8	0,7835	1	0,9106	1	0,9485
38	Ensino de Física – FLN - BNU - ARA (profissional)	1	0,8205	0,8632	0,9785	1	0,8
39	Ensino de História (profissional)	1	0,7677	0,7207	0,6758	1	1
40	Estudos da Tradução (acadêmico)	0,8571	0,8602	0,8613	0,9868	0,8603	0,9424
41	Farmácia (acadêmico)	0,7663	0,9484	0,8533	0,7498	0,8485	0,7973
42	Farmacologia (acadêmico)	0,9375	1	0,9623	0,8823	1	0,931
43	Farmacologia (profissional)	1	1	1	1	1	1
44	Filosofia (acadêmico)	1	1	1	1	1	1
45	Física (acadêmico)	0,7718	1	0,7555	0,8077	0,9387	0,7692
46	Gestão do Cuidado em Enfermagem (profissional)	1	1	1	1	1	1
47	História (acadêmico)	0,758	0,9424	0,725	0,9184	0,8177	1
48	Informática em Saúde (profissional)	0,8	1	0,8725	1	1	0,8
49	Inglês: Estudos Linguísticos e Literários (acadêmico)	0,7554	0,7143	0,7482	0,7842	0,8141	0,7657
50	Jornalismo (acadêmico)	0,7535	0,7781	0,6451	0,5714	0,6711	0,7086
51	Letras (profissional)	0,6891	0,8704	1	1	1	1
52	Linguística (acadêmico)	1	1	0,8729	0,8571	0,8907	0,8571
53	Literatura (acadêmico)	0,7871	0,7956	1	0,7493	0,8905	0,7143
54	Matemática (profissional) – Campus Florianópolis	1	0,9794	0,9564	1	1	1
55	Matemática Pura e Aplicada (acadêmico)	0,8085	0,7489	0,7813	0,7143	0,7494	0,8405
56	Métodos e Gestão em Avaliação (profissional)	1	0,6458	1	1	1	0,4291
57	Multicêntrico em Ciências Fisiológicas (acadêmico)	1	0,9999	0,8922	1	0,7743	1
58	Nutrição (acadêmico)	0,7684	0,7092	0,5714	0,6037	0,6163	0,5783
59	Oceanografia (acadêmico)	0,6658	0,7203	0,8305	0,8205	0,5834	0,7069
60	Odontologia (acadêmico)	0,8976	0,7143	0,7143	0,8314	0,8448	0,8377
61	Perícias Criminais Ambientais (profissional)	1	0,4902	0,5556	1	0,8613	1
62	Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação (profissional)	0,8	1	1	1	1	0,8
63	Psicologia (acadêmico)	0,7573	0,8745	0,8106	1	0,784	0,8346
64	Química (acadêmico)	1	1	1	1	1	1
65	Recursos Genéticos Vegetais (acadêmico)	0,8972	0,8727	0,9314	1	0,9778	1
66	Relações Internacionais (acadêmico)	0,7417	1	0,7814	0,5714	0,6851	0,6577
67	Saúde Coletiva (acadêmico)	0,9259	0,8571	0,8571	0,8696	0,9811	1
68	Saúde Mental e Atenção Psicossocial (profissional)	0,677	1	0,7131	0,6122	0,8143	1
69	Serviço Social (acadêmico)	1	1	0,8646	0,752	0,7143	0,7732
70	Sociologia Política (acadêmico)	0,7683	0,8896	0,7942	1	1	1
71	Tecnologias da Informação e Comunicação (acadêmico) - Araranguá	0,6103	0,9073	0,932	0,9972	0,9415	0,7222

Fonte: Elaboração dos autores, com resultados obtidos no *software* DEA-Solver (2023).

Conforme ilustrado, a Tabela 1 explicita a eficiência relativa dos cursos de Mestrado da UFSC de forma longitudinal. É notório que vários programas conseguiram 100% de eficiência, representado pelo escore 01 (um) ao longo dos seis anos avaliados, tais quais as DMUs: Ciência e Engenharia de Materiais (acadêmico), Ciência e Engenharia de Materiais (acadêmico), Educação Física (acadêmico), Engenharia de Alimentos (acadêmico), Engenharia e Gestão do Conhecimento (acadêmico), Engenharia Elétrica (acadêmico),

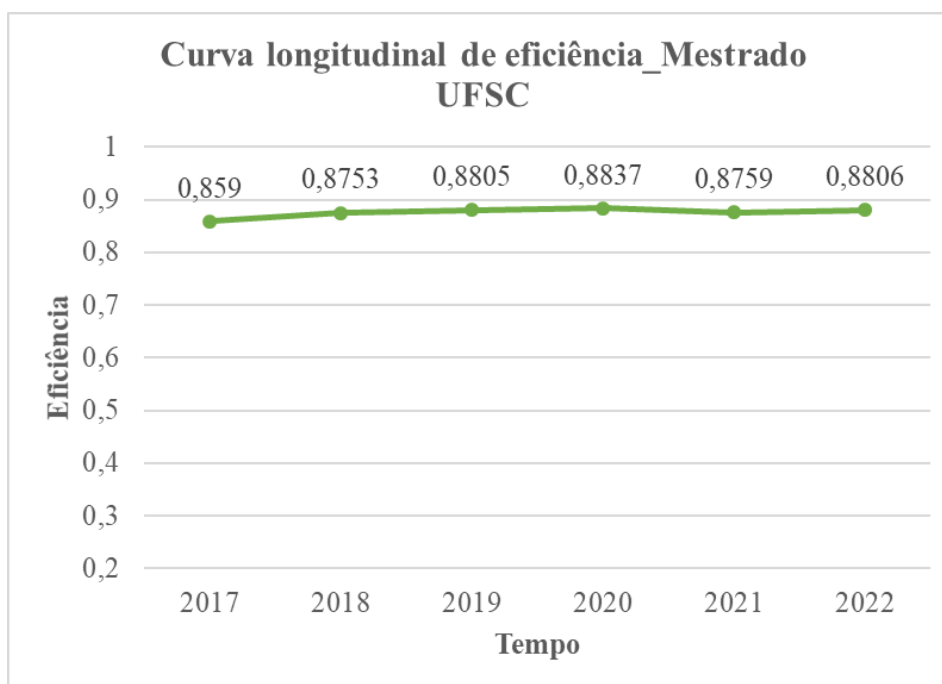
Engenharia Mecânica (acadêmico), Engenharia Química (acadêmico), Farmacologia (profissional), Filosofia (acadêmico), Gestão do Cuidado em Enfermagem (profissional), Química (acadêmico). Ademais, o curso de Bioquímica (acadêmico) também merece destaque, posto manter a eficiência máxima de 2017 a 2021, já no ano de 2022, embora não atingisse a fronteira de eficiência, pois seu escore foi de 0,9777, situou-se com uma eficiência considerada Alta.

Por outro lado, algumas DMUs também manifestaram comportamento curioso: foram retratadas como ineficientes antes da Pandemia (2017 a 2019), e nos três anos de Pandemia retratados nesse estudo, alcançaram a produtividade máxima. Desta feita, as DMUs Letras (profissional), Matemática (profissional) – Campus Florianópolis, e o mestrado Sociologia Política (acadêmico), adequaram-se ao contexto de Pandemia, e, mesmo com todas as limitações impostas, conseguiram alcançar a fronteira de eficiência. Não obstante, as unidades consideradas ineficientes, têm condições de melhorar seus índices, desde que os gestores responsáveis, ou seja, os “tomadores de decisão”, orientem-se quanto aos fatores que requerem maior atenção. Para tanto, podem espelhar-se nos *benchmarks* de cada DMU.

Em síntese, no que tange à eficiência média, seu valor pode variar de 0 a 1, sendo 1 o maior escore a ser alcançado pelas unidades analisadas. Conforme a Tabela 1, o Valor Máximo, que é a eficiência máxima alcançada pelas DMUs, foi 1, o que representa 100% de eficiência no modelo. Mesmo não atingindo 100% de eficiência, para os períodos de 2017, 20 DMUs alcançaram patamares acima de 80%, no ano de 2018, 20 DMUs, no ano de 2019, 27 DMUs, no ano de 2020, 26 DMUs, no ano de 2021, 29 DMUs, no ano de 2022, 24 DMUs, o que é uma eficiência significativa, ainda mais para os anos de enfrentamento da pandemia, não demonstrando uma queda de eficiência relativa destes programas no período analisado.

Para melhor ilustrar a média geral de eficiência relativa das DMUs no decurso do tempo avaliado, apresenta-se o Gráfico 2, com o comportamento geral das DMUs, retratado de forma longitudinal.

Gráfico 2 – Desempenho longitudinal dos Mestrados da UFSC.



Fonte: Elaboração dos autores, com resultados obtidos no *software* DEA-Solver (2023).

Conforme demonstrado no gráfico, a média geral da eficiência produtiva dos programas de Mestrado Profissional e Acadêmico da UFSC não sofreu uma queda quanto à seu escore de eficiência no período de Pandemia. Infere-se que essa instituição se adequou ao contexto pandêmico de modo a primar para que seus cursos de Mestrado continuassem a ofertar o ensino, pesquisa e extensão, semelhante à maneira como faziam no período pré-pandêmico, considerando-se, claro, as imposições inerentes à Pandemia, especificamente no tocante ao ensino remoto.

Na Tabela 2, apresentam-se os resultados do Doutorado da UFSC no período pré-pandêmico (2017-2019) e pandêmico (2020-2022).

Tabela 2 – Desempenho longitudinal dos Programas de Doutorado da UFSC.

Nº	<i>Unidades Acadêmicas</i> DMU	<i>Pré-Pandemia</i>			<i>Pandemia</i>		
		2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	Administração (acadêmico)	0,6403	0,7105	1	0,8488	0,9515	0,6456
2	Agroecossistemas (acadêmico)	1	0,9847	0,8728	0,8981	0,8548	0,8149
3	Antropologia Social (acadêmico)	0,878	1	0,9661	0,9808	0,9222	0,9661
4	Aquicultura (acadêmico)	1	0,9917	0,8721	1	0,9067	1
5	Arquitetura e urbanismo (acadêmico)	0,9615	0,9101	0,8269	0,8244	1	0,8117
6	Biologia Celular e do Desenvolvimento (acadêmico)	0,9166	1	1	0,781	0,9093	0,7916
7	Bioquímica (acadêmico)	1	0,9583	1	1	1	1
8	Biotecnologia e Biociências (acadêmico)	1	1	0,903	0,7935	0,9807	0,8809
9	Ciências dos Alimentos (acadêmico)	0,8668	1	1	1	1	1
10	Ciência e Engenharia de Materiais (acadêmico)	1	1	1	1	1	1
11	Ciências Médicas (acadêmico)	0,8469	1	0,777	0,924	0,8421	1
12	Contabilidade (acadêmico)	0,9259	0,8037	0,9331	0,8735	0,8485	0,861
13	Design (acadêmico)	1	1	1	1	1	1
14	Direito (acadêmico)	1	1	1	1	1	1
15	Ecologia (acadêmico)	0,7143	0,8523	0,8738	0,968	0,9748	1
16	Economia (acadêmico)	1	1	1	1	1	1
17	Educação (acadêmico)	0,7429	1	1	1	1	1
18	Educação Científica e Tecnológica (acadêmico)	0,8571	0,9299	0,8964	0,9437	0,8571	1
19	Educação Física (acadêmico)	1	1	1	1	1	1
20	Enfermagem (acadêmico)	0,9395	1	1	1	0,8571	0,8615
21	Engenharia Ambiental (acadêmico)	0,8571	0,8756	1	0,9584	0,9749	0,9329
22	Engenharia Civil (acadêmico)	0,8571	0,9146	0,8826	0,8571	0,8962	0,9043
23	Engenharia de Alimentos (acadêmico)	1	1	1	1	1	1
24	Engenharia de Produção (acadêmico)	1	1	0,8571	0,8601	0,9086	0,8571
25	Engenharia e Gestão do Conhecimento (acadêmico)	1	1	1	1	1	1
26	Engenharia Elétrica (acadêmico)	1	1	1	1	1	1
27	Engenharia Mecânica (acadêmico)	0,8571	0,8945	0,996	0,8791	0,8571	0,8571
28	Engenharia Química (acadêmico)	1	1	1	1	1	1
29	Estudos da Tradução (acadêmico)	0,8571	0,8571	1	1	0,8571	0,9656
30	Farmácia (acadêmico)	0,7318	0,8124	0,7618	1	1	1
31	Farmacologia (acadêmico)	0,8571	1	0,9434	0,9091	1	1
32	Filosofia (acadêmico)	1	1	1	1	1	1
33	Física (acadêmico)	0,7143	0,7342	0,7451	0,7143	0,7778	1
34	História (acadêmico)	0,7143	0,9008	0,9356	0,8445	0,7789	0,8341
35	Inglês: Estudos Linguísticos e Literários (acadêmico)	1	0,9172	0,8528	0,7736	0,7894	0,8027
36	Jornalismo (acadêmico)	0,764	0,7771	1	0,8184	0,8559	0,7148

37	Linguística (acadêmico)	0,8571	0,8766	0,8571	1	1	0,9227
38	Literatura (acadêmico)	0,7143	1	0,8246	1	1	0,7416
39	Matemática Pura e Aplicada (acadêmico)	1	0,9352	0,8704	0,8491	0,8333	0,932
40	Multicêntrico em Ciências Fisiológicas (acadêmico)	1	1	1	1	1	1
41	Nutrição (acadêmico)	0,5985	0,7263	0,7	0,6703	0,6719	0,7312
42	Odontologia (acadêmico)	0,7469	0,7143	0,7806	0,7213	0,7368	1
43	Psicologia (acadêmico)	0,7143	0,7761	0,7719	0,7946	0,8249	0,9818
44	Química (acadêmico)	1	1	1	1	1	1
45	Recursos Genéticos Vegetais (acadêmico)	0,8571	0,9171	1	1	1	1
46	Saúde Coletiva (acadêmico)	0,8664	0,9859	0,8571	0,8873	0,9167	0,8964
47	Serviço Social (acadêmico)	1	0,8965	0,8481	0,7687	0,7802	0,7908
48	Sociologia Política (acadêmico)	0,7396	0,8217	0,7867	1	1	1

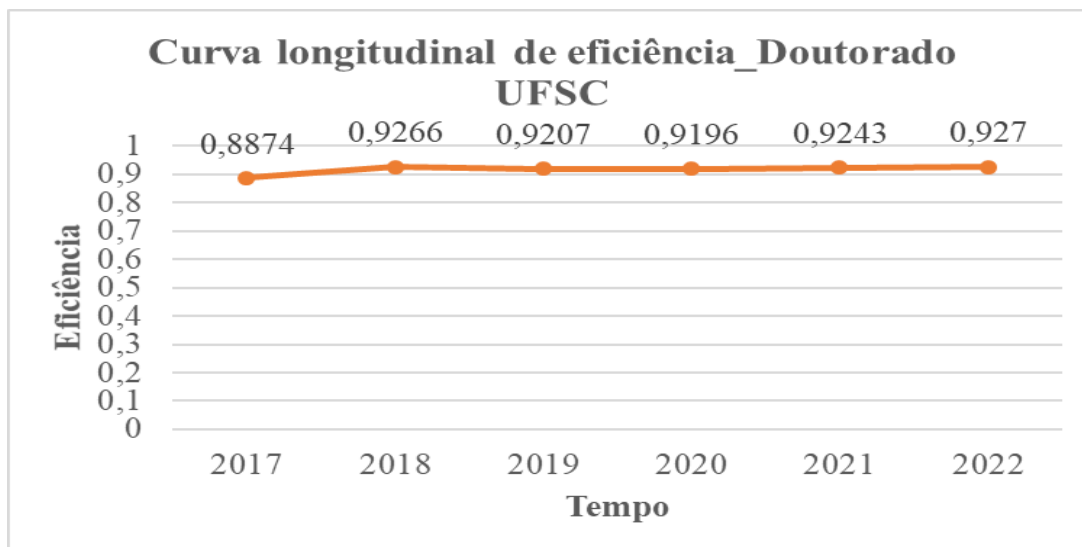
Fonte: Elaboração dos autores, com resultados obtidos no *software* DEA-Solver (2023).

Assim como ocorreu nos Programas de Mestrado dessa instituição, no doutorado também identificaram-se cursos que alcançaram a fronteira de eficiência ao longo dos seis anos avaliados, a citar: Ciência e Engenharia de Materiais, Design, Direito, Economia, Educação Física, Engenharia de Alimentos, Engenharia e Gestão do Conhecimento, Engenharia Elétrica, Engenharia Química, Filosofia, Multicêntrico em Ciências Fisiológicas, e o doutorado de Química. Há ainda, outros cursos com uma eficiência excelente, pois apenas situam-se abaixo da fronteira de eficiência uma única vez, durante o período pré-pandêmico. São eles: Bioquímica, Ciências dos Alimentos e Educação.

Não obstante, há programas de doutorado que deram um salto substancial durante a Pandemia: Farmácia, Farmacologia, Recursos Genéticos Vegetais e o doutorado Sociologia Política. Esses programas elevaram sua eficiência produtiva no período pandêmico, chegando até mesmo a alcançar a fronteira de eficiência em mais de um ano. Esses cursos, em conjunto com os cursos eficientes anteriormente descritos, são os *benchmarks* para as DMUs ineficientes, de modo que elas possam melhorar seus índices.

Conforme destacado, com relação aos programas de doutorado da UFSC, as DMUs retratadas como eficientes, obtiveram a melhor produtividade mediante os recursos utilizados, ou seja, alcançaram o melhor resultado possível com base nos insumos que tinham disponíveis (MUNIZ *et al.*, 2022). Em paralelo, para os períodos de 2017, 16 DMUs alcançaram patamares acima de 80% de eficiência; no ano de 2018, 20 DMUs; no ano de 2019, 19 DMUs; no ano de 2020, 17 DMUs; no ano de 2021, 20 DMUs; e no ano de 2022, 17 DMUs. Isso representa uma eficiência significativa, ainda mais para os anos de enfrentamento da crise pandêmica, não demonstrando uma queda de eficiência relativa destes programas no período analisado por esta ótica de modelagem DEA BCC orientada para *outputs*, concorde ilustrado no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Desempenho longitudinal dos Programas de Doutorado da UFSC.



Fonte: Elaboração dos autores, com resultados obtidos no *software* DEA-Solver (2023).

Conforme evidenciado no gráfico que representa a média geral da eficiência dos Programas de Doutorado da UFSC, não houve diferença significativa em relação à média de eficiência obtida pelos cursos de pós-graduação no período Pré-pandêmico e Período Pandêmico, concorde as análises realizadas com a modelagem em apreço. Outrossim, infere-se uma adaptação ao contexto Pandêmico tanto no tocante aos Programas de Mestrado Profissional e Acadêmico, como nos Programas de Doutorado dessa instituição, ilustrados por uma manutenção dos escores quanto à eficiência produtiva desses cursos no interlúdio de tempo avaliado.

Sem embargo, é essencial reconhecer que os modelos analíticos fundamentados na abordagem DEA representam uma ferramenta robusta para auxiliar no processo de tomada de decisões. Por essa razão, é recomendado que os gestores dediquem uma atenção especial àquelas que apresentam desempenho inferior com os mesmos insumos. Isso permitirá a implementação de mudanças internas que possibilitam a melhoria dos resultados, buscando equiparar-se às instituições de destaque.

5. CONCLUSÃO

A pandemia da COVID-19 ocasionou inúmeros desafios e mudanças para o cenário educacional. Para se adaptar às restrições e garantir a continuidade do ensino, muitos programas educacionais mantiveram ou adaptaram seus métodos de ensino para os novos meios de comunicação. Aulas remotas e o uso de aplicativos se tornaram ferramentas essenciais para facilitar a interação entre professores e alunos, permitindo que o processo educacional continuasse de forma virtual, apesar das limitações físicas.

Este estudo apresentou uma aplicação da modelagem DEA para avaliar a eficiência dos programas de pós-graduação da UFSC no período de pandemia. É de suma importância que os gestores na área educacional estejam cientes dos *insights* fornecidos por essa ferramenta analítica. Isso possibilitará a implementação de medidas apropriadas para as unidades com desempenho menos eficientes, visando impulsionar melhorias significativas nas referidas tomadoras de decisão. Como resultado, pode-se inferir com base no modelo utilizado que não houve redução de eficiência no período da pandemia.

Neste sentido, conforme destacam Gusso *et al* (2020)., o retorno às atividades didáticas no período pandêmico implicou uma variedade de escolhas. Dentre as alternativas

entre o caminho simples e complexo, identifica-se pela necessidade de adaptação, que a UFSC optou pelo caminho complexo, pois embora tivesse que implementar rapidamente a modalidade de ensino remoto, preocupou-se com a capacitação do público e com o acesso à internet, garantindo maior eficiência na performance de adaptação (GUSSO *et al.*, 2020). No caso da pós-graduação da UFSC, infere-se que essa adaptação às tecnologias online ocorreu de maneira célere, assim como a oportunidade para a expansão das barreiras geográficas nos processos seletivos, podendo atrair alunos de diferentes partes do mundo, ampliando suas perspectivas e diversificando suas comunidades.

Conforme destaca Denhardt (2015), as IES operam sob princípios da administração pública, mas também respondem a conceitos de avaliação de desempenho, e assim precisaram se reestruturar diante deste cenário de mudança global. No caso da UFSC, gestores precisaram agir de maneira rápida para dirimir o impacto da pandemia global. Uma alternativa aos alunos da UFSC, foi a extensão dos prazos de conclusão do curso, permitindo que pudessem ajustar-se à realidade vigente na medida necessária de acordo com as possibilidades disponíveis. Esses elementos ilustram como a pandemia alterou profundamente a dinâmica da educação, incentivando a inovação e destacando a importância da flexibilidade em face de desafios imprevistos (CASTALDELLI-MAIA *et al.*, 2021; DENG *et al.*, 2021).

Não obstante, há de se convir que os Modelos Analíticos baseados na metodologia DEA constituem poderosa ferramenta para apoio à tomada de decisão e, que possam introduzir mudanças internas, para evoluir em relação aos melhores resultados alcançados pelas demais instituições analisadas. O estudo mostrou que a média geral de eficiência dos programas de Mestrado e Doutorado da UFSC não sofreu impacto durante a Pandemia da COVID-19 a partir do Modelo DEA e dos indicadores empregados na análise longitudinal.

Por fim, é de significativa importância reconhecer que a aplicação da metodologia DEA em estudos também traz à tona algumas limitações que requerem análise. Essa abordagem pressupõe a independência entre todas as variáveis de entrada e saída, o que pode não ser válido em todos os contextos educacionais de alta complexidade. Adicionalmente, a DEA não incorpora diretamente fatores externos que possam exercer influência sobre o desempenho das instituições educacionais, como aspectos socioeconômicos ou diversidades culturais. A sensibilidade dos resultados diante de mudanças nos pesos atribuídos às variáveis também pode suscitar dúvidas acerca da solidez das conclusões alcançadas. Portanto, embora a DEA proporcione uma perspectiva analítica valiosa, é imperativo interpretar os resultados considerando cuidadosamente as limitações intrínsecas desse método.

REFERÊNCIAS

- ANDRIOLA, W. B. Fatores institucionais associados aos resultados do exame nacional de desempenho estudantil (Enade): estudo dos cursos de graduação da Universidade Federal do Ceará (UFC). *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, Chile, v. 7, n. 1, p. 22–49, 2009.
- ARAÚJO, S. A. D. L.; ANDRIOLA, W. B.; CAVALCANTE, S. M. D. A.; CHAGAS, D. M. M. Efetividade da assistência estudantil para garantir a permanência discente no ensino superior público brasileiro. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior*, Campinas, v. 24, n. 3, p. 722-743, 2019.
- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. “Some models for estimating and scale in efficiencies”. *Management Science*, Vol. 30, No. 9, p. 1078-1092, 1984.
- BRASIL. Lei n. 10.861, de 14 de abril de 2004. Institui o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2004.
- CASTALDELLI-MAIA JM, et al. Investigating the effect of national government physical distancing measures on depression and anxiety during the COVID-19 pandemic through meta-analysis and meta-regression. *Psychological Medicine*, 2021; 51: 881-893.
- CAVALCANTE, S. M. A. Avaliação da eficiência acadêmica dos cursos de graduação da Universidade Federal do Ceará (UFC): utilização de indicadores de desempenho como elementos estratégicos de gestão. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.
- CAVALCANTE, S. M.; ANDRIOLA, W. B. Avaliação da eficiência dos cursos de Graduação da Universidade Federal do Ceará (UFC) através da Análise Envoltória de dados (DEA). *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, v. 5, n. 3, p. 291-314, 2012.
- CAVALCANTE, S. M. A.; LEITE, R. H. A aplicação da técnica de Análise Envoltória de Dados na avaliação de cursos de graduação da Universidade Federal do Ceará. In: LEITE, R. H.; RIBEIRO, A. P. M. (org.). *Avaliação educacional: veredas, fronteira de eficiência*. Fortaleza: UFC, 2013. p. 95-110
- CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES E. “Measuring the Inefficiency of Decision Making Units”, *European Journal of Operational Research*, v. 2, p. 429-444, 1978.
- CHAVES, Adelina Cristina A.; THOMAZ, A. Clecio F. *Gestão pública e pesquisa Operacional: avaliação de desempenho em Agências da Previdência Social*. 2008.
- DENG J, et al., The prevalence of depression, anxiety, and sleep disturbances in COVID-19 patients: a meta-analysis. *Annals of New York Academy of Sciences*, 2021; 1486: 90-111.
- DENHARDT, R. B. *Teorias da administração pública*. São Paulo: Cengage Learning, 2015
- FARREL, M.J. “The Measurement of Productive Efficiency”. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 120, part 3, p. 253-281, 1957.
- GARCIA, Frutuoso; MELO & Schirru. APLICAÇÃO DE UM MODELO FUZZY DEA PARA PRIORIZAR MODOS DE FALHA EM SISTEMAS NUCLEARES. *Pesquisa Operacional*, v.29, n.2, p.383-402, Maio a Agosto de 2009. Disponível em: <

<https://www.scielo.br/j/pope/a/hZCjxsRZpdMwCyfxrNnr8Cs/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em 16 ago. 2023.

GRILLO, A. N. Gestão de pessoas: princípios que mudam a administração universitária. Florianópolis: UFSC/CAD, 2001.

GUSSO H. L., ARCHER, A. B., LUIZ, F. B., SAHÃO, F. T., LUCA, G. G. D., HENKLAIN, M. H. O. & Gonçalves, V. M. (2020). Ensino superior em tempos de pandemia: diretrizes à gestão universitária. *Educação & Sociedade*, 41.

MEYER JÚNIOR, V.; LOPES, M. C. B. Administrando o imensurável: uma crítica às organizações acadêmicas. *Cad.EBAPE.BR*, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, artigo 3, jan./mar. 2015.

MUNIZ, R. de F.; ANDRIOLA, W. B.; MUNIZ, S. M.; THOMAZ, A. C. F.. Emprego do Data Envelopment Analysis (DEA) para estimar a eficiência escolar . *Ensaio: Avaliação E Políticas Públicas Em Educação*, 30(114), 116–140, 2022a. Recuperado de <https://doi.org/10.1590/S0104-403620210002902688>

MUNIZ, R.F. Otimização da eficiência educacional de unidades escolares: vivências de avaliação do ensino-aprendizagem com métodos multicritérios. 2020. 150f. –Tese (Doutorado) –Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira, Fortaleza (CE), 2020.

ROSANO-PEÑA, C. R. Um modelo de avaliação da eficiência da administração pública através do método Análise Envoltória de Dados (DEA). *RAC*, Curitiba, v. 12, n. 1, p. 83-106, 2008.

SCHLICKMANN, Raphael. Administração Universitária: desvendando o campo científico no Brasil. 287 p. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Socioeconômico, Programa de Pós- Graduação em Administração, 2013.

SILVA, Heloísa H. R.; SARRACENI, Jovira M. Gestão Universitária: Liderança e Princípios Pedagógicos. *Universitári@ - Revista Científica do Unisalesiano*. Lins – SP, ano 3, n.6, jan./jun./2012.

SOUZA JUNIOR, C. V. N.; GASPARINI, C. E.. Análise da Equidade e Eficiência dos Estados no Contexto do Federalismo Fiscal Brasileiro. *UNIABEU.*, v. 36, n. 4, p. 155-170, 2006.