

EFICIÊNCIA RELATIVA DE COMPRAS PÚBLICAS E BENCHMARKING NO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS

Roneison Batista Ramos - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

Daniel Ribeiro De Oliveira

Resumo

O IFAM tem o dever de verificar as melhores práticas de compras para poder cumprir a sua missão. Porém como saber se as unidades do IFAM estão sendo eficientes do que diz respeito às compras? Quais unidades servem de referência? Esse foi o objetivo desse trabalho. Analisar a eficiência relativa das unidades do IFAM na realização de compras públicas na modalidade pregão eletrônico e verificar quais unidades podem servir de referência (benchmark). Definimos a pesquisa como estudo de caso das do IFAM. Construímos a base de dados aos sites de compras governamentais e no sistema integrado de gestão do IFAM e realizamos a análise com software SIADS 3 que gerou resultados de eficiência para os modelos básicos de DEA (CCR e BCC) orientados a input e output. A técnica mostrou-se satisfatória uma vez que foi possível gerar um ranque de eficiência para cada modelo DEA. Além disso, a técnica trouxe informações proveitosas quanto aos benchmarks, para apoiar a tomada de decisão dos gestores do IFAM em nível estratégico e tático. Dessa maneira, entendemos que cumprimos o objetivo proposto e contribuimos para o avanço do uso da técnica em novos estudos.

Palavras-chave: Eficiência; DEA, benchmarking

Abstract

IFAM has a duty to verify best purchasing practices in order to fulfill its mission. But how do you know if IFAM units are being efficient when it comes to purchasing? Which units serve as a reference? That was the objective of this work. Analyze the relative efficiency of IFAM units in carrying out public purchases in the electronic auction modality and check which units can serve as a reference (benchmark). We defined the research as a case study of IFAM. We built the database on government procurement websites and the IFAM integrated management system and carried out the analysis with SIADS 3 software, which generated efficiency results for the basic DEA models (CCR and BCC) oriented to input and output. The technique proved to be satisfactory since it was possible to generate an efficiency rating for each DEA model. Furthermore, the technique brought useful information regarding benchmarks, to support the decision-making of IFAM managers at a strategic and tactical level. In this way, we understand that we have fulfilled the proposed objective and contributed to the advancement of the use of the technique in new studies.

Keywords: Efficiency; DEA; benchmarking

EFICIÊNCIA RELATIVA DE COMPRAS PÚBLICAS E BENCHMARKING NO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS

INTRODUÇÃO

A Emenda Constitucional nº 19/98 introduziu na Constituição Federal a eficiência como princípio basilar da Administração Pública Brasileira. Desde então, os gestores do Brasil têm averiguado alternativas para otimização dos recursos, alcançar a excelência e em última instância a eficiência.

Na busca de alcançar esse princípio, as organizações, valem-se de ferramentas, tais como o *benchmarking* para avaliação de desempenho em comparação às melhores práticas de dos seus pares ou de organizações do mesmo setor. No processo de *benchmarking* a identificação das melhores organizações permite definir metas e aprender com elas no planejamento das melhorias. Dentre muitas ferramentas administrativas para avaliação de excelência e eficiência, temos a análise envoltória de dados (DEA), a qual tem sido amplamente aplicada para avaliar a eficiência relativa e fornecer informações de *benchmarking*.

Nesse contexto, temos o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM, que é uma autarquia federal que oferece a educação profissional e tecnológica no Estado do Amazonas. Sua estrutura organizacional é composta de 17 *campi* e uma Reitoria. Todas essas unidades do IFAM são Unidades de Administração de Serviços Gerais – UASG, que podem realizar compras de bens e serviços utilizando os sistemas do governo federal (Compras Gov., Painel de Preços, Compras Contratos, etc.), para poder cumprir missão do instituto que é promover a Educação, Ciência e Tecnologia para o desenvolvimento sustentável da Amazônia.

Considerando que a realização de compras públicas é um fator essencial ao cumprimento das atividades administrativas e acadêmicas do IFAM e que as organizações e os gestores públicos devem prezar pela eficiência dos recursos disponíveis, entendemos que, verificar a eficiência relativa das unidades do IFAM na realização de compras e definir quais delas podem ser *benchmark* para outras unidades, pode contribuir para que os gestores do instituto tomem decisões acertadas.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo analisar a eficiência relativa das unidades de compras do IFAM que realizaram pregões eletrônicos no período de 2018 a 2022 e verificar quais servem de *benchmark* para as outras.

O restante deste trabalho está organizado da seguinte forma: A seção “Fundamentação Teórica” está dividida em duas partes e tratam sobre a análise envoltória de dados e *benchmarking*, a seção “Metodologia” apresenta o desenho da pesquisa e os critérios de seleção da amostra. A seção “Resultados” discute os resultados empíricos. Por fim, a seção “Considerações finais” conclui com um resumo das contribuições da pesquisa.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Análise Envoltória de Dados

A análise envoltória de dados (DEA) é uma técnica não paramétrica de estimativa da eficiência relativa de unidades produtivas, conhecidas como unidades de tomada de decisão (DMUs), que podem representar empresas/organizações de um determinado setor econômico, produtos ou serviços com características comuns e que possuem múltiplos insumos (inputs) e múltiplos produtos (outputs), intermediadas pela construção de uma fronteira virtual de

eficiência e da identificação de ineficiências geradas por decisões e ações menos adequadas.. (Charnes et al. 1978); (Galindro et al., 2020); (Alam et al., 2021); (Narayanan et al., 2022); (Kumar & Thakur, 2019); (Gerami, 2019); (Zarrin & Brunner, 2023); Askari et al. (2019); (Garmatz et al., 2021); (Jorge-Moreno & Martín Meana, 2023).

De acordo com Galindro et al. (2020), o objetivo da DEA é identificar e classificar o desempenho eficiência das DMUs quanto à sua capacidade de converter insumos em produtos e Didehkhani et al. (2019), afirmam que a DEA oferece dois conjuntos importantes de informações: os escores de eficiência das unidades e as informações de *benchmarking*.

Quanto aos modelos de DEA, existem dois que são mais largamente utilizados, Askari et al. (2019) e Sekitani e Zhao (2021) Garmatz et al., (2021): CCR e BCC. O primeiro tem sua sigla oriunda do nome dos autores Charnes, Cooper e Rhodes, que publicaram o primeiro artigo sobre a DEA. O segundo é uma extensão do primeiro e tem sua sigla oriunda do nome dos autores Banker, Charnes e Cooper. A distinção entre esses modelos é que o CCR assume a hipótese de retornos constantes de escala (também chamado de CRS – *constant returns to scale*) e o BCC considera retornos variáveis de escala (também chamado de VRS – *variable returns to scale*). Os dois modelos possibilitam verificar se a produtividade pode ser aumentada com redução de insumos ou com aumento de produção. Além disso, a comparação entre os resultados dos modelos CCR e BCC admite identificar problemas decorrentes de alterações na escala de produção ou de ordem gerencial (Charnes et al., 1978); (Banker et al., 1984); (Garmatz et al., 2021); Askari et al., (2019); Krejnus et al., (2023).

A abordagem DEA acaba por dividir todas as DMUs em duas categorias: o grupo eficiente e o grupo ineficiente. Cada DMU é classificada como eficiente se tiver uma pontuação de eficiência igual a um ou classificada como ineficiente se sua pontuação de eficiência for menor que um. Essas DMUs do grupo eficiente podem ser consideradas referências para unidades do grupo ineficiente (Ang et al., 2021); (Kohl & Brunner, 2020); Garmatz et al., (2021).

Os modelos básicos de DEA fornecem informações úteis sobre como remover ineficiências comparando cada unidade individual com sua meta, por outro lado. Dessa forma os modelos DEA podem ser considerados ferramentas poderosas de *benchmarking*, uma vez que fornecem metas para unidades ineficientes (Nasrabadi et al., 2019). Nesse mesmo sentido, Rostamzadeh et al., (2021), afirmaram que por ser um método robusto, padronizado e transparente, o DEA pode ser utilizado como uma das ferramentas de *benchmarking*. O *benchmarking* é o tema da próxima subseção.

Benchmarking

De acordo com Didehkhani et al., (2019), o *benchmarking* é uma técnica importante de negócios que se desenvolveu pela primeira vez na indústria de computadores em 1962 e em 1979 foi melhorada pela Xerox Company que passou a avaliar as características técnicas de seus produtos, como linha de montagem, acessórios, para compará-los com os de seus concorrentes. Essa prática que mais tarde passou a ser rotulada como benchmarking de concorrentes (Rostamzadeh et al., 2021).

O benchmarking rapidamente se tornou uma prática padrão entre as principais empresas. (Tajabadi & Daneshvar, 2023); (Horváthová et al., 2021). Atualmente, é utilizada como uma ferramenta que influencia na sobrevivência nos mercados competitivos contemporâneos, não apenas nas empresas industriais, mas também nos setores de serviços, permitindo avaliar e comparar os melhores métodos para melhoria dos processos de negócios eliminando a tentativa e erro, aumentando a eficiência do desenvolvimento de novos produtos e melhorando a satisfação do cliente, e dessa maneira, tornando a organização mais eficiente. (Rostamzadeh et al., 2021); (Didehkhani et al., 2019); (Mozaffari et al. 2022). Muitas organizações incluem o

benchmarking como um componente do seu sistema de gestão de desempenho (Horváthová et al., 2021).

METODOLOGIA

Esta seção descreve a metodologia utilizada, as diversas classificações segundo a natureza, objetivos, abordagem do problema, procedimentos técnicos. Descrevemos os sujeitos, os critérios utilizados para a seleção, a estratégia utilizada para a coleta de dados, tratamento dos dados.

Quanto a natureza é classificada como aplicada, quanto aos objetivos é exploratória e descritiva, quanto a abordagem do problema é quantitativa e segundo os procedimentos técnicos é bibliográfica, documental e estudo de caso, de acordo com a classificação proposta por Gil (2022).

Os sujeitos integrantes da pesquisa foram as Unidades Administrativas de Serviços Gerais do IFAM, que realizaram compras públicas na modalidade pregão, conforme tabela abaixo:

Tabela 1: Quantidade de pregões eletrônicos realizados pelas UASGs do IFAM no período de 2018 a 2022.

UNIDADE	UASG	QUANTIDADE DE PREGAO
Campus Humaitá	154783	5
Campus Avançado Manacapuru	155422	2
Campus Tefé	155440	14
Campus Avançado Iranduba	156623	2
Reitoria do IFAM	158142	48
Campus São Gabriel da Cachoeira	158273	33
Campus Manaus Zona Leste	158444	24
Campus Manaus Centro	158445	42
Campus Manaus Distrito Industrial	158446	14
Campus Coari	158447	4
Campus Parintins	158560	7
Campus Tabatinga	158561	21
Campus Presidente Figueiredo	158562	24
Campus Maués	158563	14
Campus Lábrea	158564	35
Total Geral		289

Os critérios utilizados para seleção das unidades administrativas foi a realização de compras públicas na modalidade pregão eletrônico no período de 2018 a 2022, sendo que a coleta dos dados primários aconteceu por meio de consultas ao Sistema Integrado de Patrimônio, Administração e Contratos (SIPAC) do IFAM, e nos sistemas relacionados a compras do Governo Federal (Compras Gov. e Painel de Compras do Governo Federal).

Com os dados obtidos foi elaborado uma planilha no Microsoft Excel® com a qual foi possível construir os artefatos que subsidiaram a análise envoltória de dados. O software utilizado para análise foi SIAD 3 (Sistema Integrado de Apoio a Decisão). Esse programa foi desenvolvido pelos docentes do Departamento de Engenharia de Produção – TEP da Universidade Federal Fluminense e pode ser baixado no sítio <http://tep.uff.br/software/>.

O modelo para análise DEA foi construído com 15 DMUs (UASGs do IFAM que realizaram compras públicas na modalidade pregão eletrônico no período de 2018 a 2022); 02 *inputs* (01 (QTD_TAE), o qual diz respeito a quantidade de servidores técnicos administrativos

em educação lotados em cada unidade do IFAM, foram utilizados dados obtidos da Portaria nº 713, de 08 de setembro de 2021, do Ministério da Educação, tendo como base o anexo II que define a tipologia de cada campus dos Institutos Federais e 02 (T_PREGAO) que diz respeito ao tempo médio de realização de um pregão eletrônico de cada unidade do IFAM e 01 *output* (QTD_PREGAO) diz respeito a quantidade de pregão eletrônico período consultado. A matriz de dados é mostrada na figura abaixo:

Figura 1: Matriz de dados da pesquisa no programa SIAD 3.

15	2	1	
DMUs	QTD_TAE	T_PREGAO	QTD_PREGAO
DMU_1	31.000000	309.000000	5.000000
DMU_2	15.000000	411.000000	2.000000
DMU_3	26.000000	171.000000	14.000000
DMU_4	9.000000	364.000000	2.000000
DMU_5	165.000000	258.000000	48.000000
DMU_6	53.000000	181.000000	33.000000
DMU_7	98.000000	249.000000	24.000000
DMU_8	167.000000	292.000000	42.000000
DMU_9	68.000000	296.000000	14.000000
DMU_10	39.000000	194.000000	4.000000
DMU_11	37.000000	274.000000	7.000000
DMU_12	32.000000	210.000000	21.000000
DMU_13	33.000000	279.000000	24.000000
DMU_14	32.000000	108.000000	14.000000
DMU_15	32.000000	224.000000	35.000000

O software gerou resultados para cada um dos modelos clássicos básico de DEA: CCR (CRS) orientado a *input*; CCR (CRS) orientado a *output*; BCC (VRS) orientado a *input* e BCC (VRS) orientado a *output*.

Na próxima seção, realizamos a análise pormenorizada dos resultados obtidos em conjunto com a análise desses resultados.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção, mostramos os resultados da aplicação dos modelos CCR e BCC com as orientações a *input* e *output*:

Primeiramente, mostramos na Tabela 2 os resultados de eficiência, que além da eficiência padrão, os resultados do DEA revelam a existência de outros tipos de eficiência, nomeadamente: a fronteira invertida da eficiência padrão, a eficiência composta e a eficiência técnica composta (normalizada).

Na tabela podemos perceber que as DMU 15, DMU 5 e DMU 6 aparecem como sendo as eficientes em todos os modelos analisados. Podemos perceber também que os valores de eficiência dos modelos CCR-I e CCR-O se repetem. Isso quer dizer que tanto faz a orientação, os retornos de escala constantes vão ser o mesmo.

Tabela 2: Resultados da matriz de dados para os modelos clássicos básicos da DEA.

EFICIÊNCIAS

DMU	CCR-I				CCR-O				BCC-I			
	Padrão	Invertida	Composta	Composta*	Padrão	Invertida	Composta	Composta*	Padrão	Invertida	Composta	Composta*
DMU_1	0,147465	0,678375	0,234545	0,246412	0,147465	0,678375	0,234545	0,246412	0,705322	0,95021	0,377556	0,486627
DMU_2	0,121905	1	0,060952	0,064036	0,121905	1	0,060952	0,064036	0,801963	1	0,400982	0,51682
DMU_3	0,518673	0,19456	0,662057	0,695553	0,518673	0,19456	0,662057	0,695553	1	0,452651	0,773674	0,997178
DMU_4	0,203175	0,885645	0,158765	0,166797	0,203175	0,885645	0,158765	0,166797	1	0,885645	0,557178	0,718139
DMU_5	1	0,352564	0,823718	0,865393	1	0,352564	0,823718	0,865393	1	0,988024	0,505988	0,652161
DMU_6	1	0,164724	0,917638	0,964064	1	0,164724	0,917638	0,964064	1	0,526308	0,736846	0,94971
DMU_7	0,525539	0,418803	0,553368	0,581365	0,525539	0,418803	0,553368	0,581365	0,588036	0,932834	0,327601	0,422241
DMU_8	0,776148	0,407814	0,684167	0,718781	0,776148	0,407814	0,684167	0,718781	0,778082	1	0,389041	0,50143
DMU_9	0,276023	0,498168	0,388927	0,408604	0,276023	0,498168	0,388927	0,408604	0,439604	1	0,219802	0,2833
DMU_10	0,123937	1	0,061968	0,065104	0,123937	1	0,061968	0,065104	0,735708	1	0,367854	0,474122
DMU_11	0,172973	0,559755	0,306609	0,322121	0,172973	0,559755	0,306609	0,322121	0,671667	0,893516	0,389076	0,501474
DMU_12	0,633289	0,159609	0,73684	0,77412	0,633289	0,159609	0,73684	0,77412	0,884005	0,556017	0,663994	0,855812
DMU_13	0,664935	0,147591	0,758672	0,797056	0,664935	0,147591	0,758672	0,797056	0,816382	0,721089	0,547646	0,705854
DMU_14	0,710853	0,234432	0,73821	0,775559	0,710853	0,234432	0,73821	0,775559	1	0,448273	0,775864	1
DMU_15	1	0,096314	0,951843	1	1	0,096314	0,951843	1	1	0,589134	0,705433	0,909223

*Eficiência normalizada

Modelo DEA CCR orientado a *inputs*

A análise de *benchmark* produzido pelo modelo CCR orientado a *input* revela as DMUs que executam boas práticas na área de compras públicas. A Tabela 3 mostra o quanto cada DMU eficiente pode contribuir para as DMU ineficientes fazendo com que elas consigam alcançar a fronteira de eficiência. Nota-se que a DMU 06 é a que mais contribui com as outras DMUs. Dessa maneira, uma das formas de melhorar o desempenho das outras unidades do IFAM seria a troca de conhecimentos entre os gestores e o mapeamento e acompanhamento dos processos gerado no campus São Gabriel da Cachoeira (DMU 06).

Notamos também que o maior valor de contribuição de *benchmark* para o campus Manaus Centro é a Reitoria (0,707119). Essas duas unidades possuem em seus quadros funcionais o maior número de servidores Técnicos Administrativos em Educação (167 e 165 respectivamente). No entanto, o campus Manaus Centro demora em média 34 dias a mais para realizar um pregão eletrônico.

Tabela 3: Benchmarks modelo CCR, orientação *input*

DMU	DMU_5	DMU_6	DMU_15
DMU_1	0	0	0
DMU_2	0	0	0
DMU_3	0	0,030028	0
DMU_4	0	0	0
DMU_5	1	0	0
DMU_6	0	1	0
DMU_7	0,147395	0,51288	0
DMU_8	0,707119	0,244191	0
DMU_9	0	0,261496	0
DMU_10	0	0,051532	0
DMU_11	0	0	0
DMU_12	0	0,046663	0
DMU_13	0	0	0
DMU_14	0,002985	0,4199	0
DMU_15	0	0	0

Modelo DEA CCR orientado a *outputs*

Os valores de *benchmark* do modelo CCR com orientação a *output*, mostrados na Tabela 4, reforçam a importância da DMU 5 como *benchmark* da DMU 8 (campus Manaus Centro). Da mesma forma que a DMU 6 (São Gabriel da Cachoeira) contribui com o maior valor (0,975913) de *benchmark* para a DMU 7 que corresponde ao campus Manaus Zona Leste. Essa mesma importância pode ser avaliada em relação ao campus Manaus Distrito Industrial em que a DMU 6 contribui com 0,947368. O menor valor observado em relação ao *benchmark* nesse modelo é encontrado na DMU 5 em relação a DMU, pois a contribuição é de apenas 0,0042. Os valores zerados em relação a DMU 15, dizem respeito a possibilidade de discrepância nesse modelo, em que em uma análise secundária essa DMU poderia ser excluída sem causar prejuízo ao processo.

Tabela 4: Benchmarks modelo CCR, orientação output

DMU	DMU_5	DMU_6	DMU_15
DMU_1	0	0	0
DMU_2	0	0	0
DMU_3	0	0,057895	0
DMU_4	0	0	0
DMU_5	1	0	0
DMU_6	0	1	0
DMU_7	0,280464	0,975913	0
DMU_8	0,911062	0,314619	0
DMU_9	0	0,947368	0
DMU_10	0	0,415789	0
DMU_11	0	0	0
DMU_12	0	0,073684	0
DMU_13	0	0	0
DMU_14	0,0042	0,590699	0
DMU_15	0	0	0

Modelo DEA BCC orientado a inputs

Na análise de *benchmark*, como temos mais unidades consideradas eficientes, a contribuição dessas DMUs é mais diluída. No entanto, podemos perceber que a DMU 3 (campus Tefé) é a que mais contribui com *benchmark* para as outras unidades, conforme evidenciado na Tabela 5 que mostra o quanto cada uma DMU eficiente contribui para as ineficientes.

Tabela 5: Benchmarks modelo BCC, orientação input

DMU	DMU_3	DMU_4	DMU_5	DMU_6	DMU_14	DMU_15
DMU_1	0,756764	0,243236	0	0	0	0
DMU_2	0,178203	0,821797	0	0	0	0
DMU_3	1	0	0	0	0	0
DMU_4	0	1	0	0	0	0
DMU_5	0	0	1	0	0	0
DMU_6	0	0	0	1	0	0
DMU_7	0	0	0	0,526316	0,473684	0
DMU_8	0	0	0,6	0,4	0	0
DMU_9	0,351155	0	0	0	0,648845	0
DMU_10	0,551229	0	0	0	0,448771	0
DMU_11	0,932452	0,067548	0	0	0	0
DMU_12	0,618641	0	0	0	0,048026	0,333333
DMU_13	0,301893	0,14122	0	0	0	0,556887
DMU_14	0	0	0	0	1	0
DMU_15	0	0	0	0	0	1

Modelo DEA BCC orientado a *outputs*

Tabela 6: *Benchmarks* modelo BCC, orientação *output*

DMU	DMU_3	DMU_4	DMU_5	DMU_6	DMU_14	DMU_15
DMU_1	0	0,043478	0	0	0	0,956522
DMU_2	0	0,73913	0	0	0	0,26087
DMU_3	1	0	0	0	0	0
DMU_4	0	1	0	0	0	0
DMU_5	0	0	1	0	0	0
DMU_6	0	0	0	1	0	0
DMU_7	0	0	0,496241	0	0	0,503759
DMU_8	0	0	1	0	0	0
DMU_9	0	0	0,270677	0	0	0,729323
DMU_10	0	0	0	0,333333	0,135057	0,531609
DMU_11	0	0	0,037594	0	0	0,962406
DMU_12	0	0	0	0	0,12069	0,87931
DMU_13	0	0	0,007519	0	0	0,992481
DMU_14	0	0	0	0	1	0
DMU_15	0	0	0	0	0	1

Os *benchmarks* desse modelo estão são mostrados na Tabela 6. Nela podemos ver que a DMU 15 é a que mais contribui com as outras unidades para a melhoria pretendida num processo que vise acompanhar as boas práticas internas do IFAM na área de compras públicas.

CONCLUSÃO

Este trabalho objetivou a análise da eficiência relativa e verificar o *benchmarking* das unidades do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas na realização de compras públicas na modalidade pregão na forma eletrônico. E a partir dos resultados obtidos entendemos que conseguimos cumprir o que foi proposto, apresentamos as unidades que dentro dos modelos analisados se mostraram eficientes e as unidades que devem servir de referência (*benchmark*) para as demais quando a situação a ser analisado for os processos de compras públicas na modalidade pregão.

A aplicação do DEA utilizando os modelos clássicos CCR e BCC orientado a *input* e a *output*, com variação mínima, colocam a DMU 15, DMU 5 e DMU 6 como as mais eficientes e servem de *benchmarking* para as demais unidades do IFAM.

A análise *benchmarking* aplicada neste estudo poderá contribuir para a tomada de decisão para gestores, profissionais de compras e demais decisores do IFAM.

No entanto, por ser um estudo de caso, essas análises dizem respeito somente ao IFAM, mas isso não impede que a metodologia seja utilizada em outros estudos em outras unidades da rede dos institutos federais.

Para estudos futuros, considerando que o IFAM é uma autarquia de ensino técnico, e que o este trabalho é focado na área de compras, sugerimos a possibilidade de verificar, em condições semelhantes, a eficiência das unidades em relação ao setor de ensino, como a eficiência do ensino médio integrado, por exemplo. Outros estudos podem avançar na tentativa de correlacionar a eficiência de compras com a eficiência na formação técnica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alam, T. E., González, A. D., & Raman, S. (2021). Benchmarking of academic departments using data envelopment analysis (DEA). *Journal of Applied Research in Higher Education, 15*(1), pp. 268 - 285. doi:<https://doi.org/10.1108/JARHE-03-2021-0087><https://doi.org/10.1108/JARHE-03-2021-0087>
- Ang, S., Zheng, R., Wei, F., & Yang, F. (2021). A modified DEA-based approach for selecting preferred benchmarks in social networks. *Journal of the Operational Research Society, 72*(2), pp. 342-353. doi:<https://doi.org/10.1080/01605682.2019.1671155>
- Askari, R., Rafiei, S., Ranjbar, M., Pakdaman, M., & Sepase, F. (2019). Estimation of The Efficiency of Different Academic Departments Using Data Envelopment Analysis: A Study in an Iranian Medical University. *Journal of Medical Education and Development, 14*(1), pp. 56-65. doi:[10.18502/jmed.v14i1.685](https://doi.org/10.18502/jmed.v14i1.685)
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science, 30*(9), pp. 1078-1092. Fonte: <http://www.jstor.org/stable/2631725>
- Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units,. *European Journal of Operational Research, 2*(6), pp. 429-444. doi:[https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8).
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2007). *Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software*. New York: Springer.
- Jorge-Moreno, J., & Martín Meana, F. (2023). Benchmarking analysis in the health sector: the case of the Community of Madrid 2016–2018. *ournal of economic studies, 50*(2), pp. 201-215. doi:<https://doi.org/10.1108/JES-06-2021-0284>
- Didekhani, H., Hosseinzadeh Lotfi, F., & Sadi-Nezhad, S. (2019). Practical benchmarking in DEA using artificial DMUs. *Journal of Industrial Engineering International, 15*(2), pp. 293-301. doi:<https://doi.org/10.1007/s40092-018-0281-7>
- Galindro, M. B., Bey, N., Olsen, I. S., Fries, E. C., & Soares, R. S. (2020). Use of data envelopment analysis to benchmark environmental product declarations—a suggested framework. *The International Journal of Life Cycle Assessment, 25*(12), pp. 2417-2431. doi:<https://doi.org/10.1007/s11367-019-01639-1>
- Garmatz, A., Vieira, G. B., & Sirena, S. A. (2021). Avaliação da eficiência técnica dos hospitais de ensino do Brasil utilizando a análise envoltória de dados. *Ciência & Saúde Coletiva, 26*, pp. 3447-3457. doi:<https://doi.org/10.1590/1413-81232021269.2.34632019>
- Gerami, J. (2019). An interactive procedure to improve estimate of value efficiency in DEA. *Expert Systems with Applications, 137*, pp. 29-45. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.06.061>

- Gil, A. C. (2022). *Como elaborar projetos de pesquisa* (7 ed.). São Paulo: Atlas.
- Horváthová, J., Mokrišová, M., & Vrábliková, M. (2021). Benchmarking - A Way of Finding Risk Factors in Business Performance. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(5), p. 221. doi:<https://doi.org/10.3390/jrfm14050221>
- Kohl, S., & Brunner, J. O. (2020). Benchmarking the benchmarks – Comparing the accuracy of Data Envelopment Analysis models in constant returns to scale settings. *European Journal of Operational Research*, 285(3), pp. 1042-1057. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.02.031>.
- Krejnus, M., Stofkova, J., Stofkova, K. R., & Binasova, V. (2023). The Use of the DEA Method for Measuring the Efficiency of Electronic Public Administration as Part of the Digitization of the Economy and Society. *Applied Sciences*, 13(6). doi:<https://doi.org/10.3390/app13063672>
- Kumar, A., & Thakur, R. R. (2019). Objectivity in performance ranking of higher education institutions using dynamic data envelopment analysis. *The international journal of productivity and performance management*, 68(4), pp. 774 - 796. doi:<https://doi.org/10.1108/IJPPM-03-2018-0089>
- Mozaffari, M., Gerami, J., Wanke, P., Kamyab, P., & Peyvas, M. (2022). Ratio-based data envelopment analysis: An interactive approach to identify benchmark. *Results in Control and Optimization*, 6. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rico.2021.100081>
- Narayanan, E., Ismail, W. R., & Mustafa, Z. b. (2022). A data-envelopment analysis-based systematic review of the literature on innovation performance. *Heliyon*, 8(12). doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11925>.
- Nasrabadi, N., Dehnokhalaji, A., Korhonen, P., & Wallenius, J. (2019). A stepwise benchmarking approach to DEA with interval scale data. *Journal of the Operational Research Society*, 70(6), pp. 954-961. doi:<https://doi.org/10.1080/01605682.2018.1471375>
- Rostanzadeh, R., Akbarian, O., Banaitis, A., & Soltani, Z. (2021). Application of DEA in benchmarking: a systematic literature review from 2003–2020. *Technological and Economic Development of Economy*, 27(1), pp. 175-222. doi:<https://doi.org/10.3846/tede.2021.13406>
- Ruiz, J. L., & Sirvent, I. (2019). Benchmarking within a DEA framework: setting the closest targets and identifying peer groups with the most similar performances. *International Transactions in Operational Research*, 29(1), pp. 554-573. doi:<https://doi.org/10.1111/itor.12779>
- Sekitani, K., & Zhao, Y. (2021). Performance benchmarking of achievements in the Olympics: An application of Data Envelopment Analysis with restricted multipliers. *European Journal of Operational Research*, 294(3), pp. 1202-1212. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.02.040>

- Tajabadi, F. Z., & Daneshvar, S. (2023). Benchmark Approach for Efficiency Improvement in Green Supply Chain Management with DEA Models. *Sustainability*, 15(5). doi:<https://doi.org/10.3390/su15054433>
- Zarrin, M., & Brunner, J. O. (2023). Analyzing the accuracy of variable returns to scale data envelopment analysis models. *European Journal of Operational Research*, 308(3), pp. 1286-1301. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2022.12.015>