



# ConBRepro

XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



## ESG nas Engenharias

30 a 02  
de dezembro 2022

### **Benchmarking, Análise Envoltória de Dados e Análise de Decisão Multicritério: uma revisão da literatura**

**Maiquiel Schmidt de Oliveira**

Departamento de Física, Estatística e Matemática – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Francisco Beltrão

**Flávio Trojan**

Departamento Acadêmico de Eletrônica - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Ponta Grossa

**João Luiz Kovaleski**

Departamento Acadêmico de Engenharia De Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Ponta Grossa

**Maressa Fontana Mezoni**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Ponta Grossa

**Resumo:** Com o aumento da competitividade, determinar os *Benchmarking* em unidades produtivas é importante para vislumbrar os exemplos de boas práticas de gestão. Nesse sentido, as técnicas Análise Envoltória de Dados (DEA) e Análise de Decisão Multicritério (MCDA) têm sido amplamente utilizadas na literatura para resolver problemas em diferentes áreas do conhecimento. Com isso, este artigo visa apresentar uma revisão da literatura que englobe as publicações envolvendo Benchmarking, DEA e MCDA utilizando o índice *InOrdinatio* da Metodologia denominada *Methodi Ordinatio*. Para a realização do estudo, foram realizadas buscas em 3 das principais bases de dados: *Scopus*, *Web of Science* e *ScienceDirect*, sem a realização de cortes de nenhuma natureza. Os resultados encontrados geraram um portfólio com 29 artigos, entre 1999 e 2021, que possibilita a pesquisadores criar uma base consiste, destacando aspectos relevantes para novas pesquisas e publicações.

**Palavras-chave:** *Benchmarking*, Análise Envoltória de Dados, Análise de Decisão Multicritério.

### **Benchmarking, Data Envelopment Analysis and Multicriteria Decision Analysis: a literature review**

**Abstract:** With increased competitiveness, determining benchmarks in production units is important to glimpse examples of good management practices. In this sense, the techniques Data Envelopment Analysis (DEA) and Multi-criteria Decision Analysis (MCDA) have been widely used in the literature to solve problems in different areas of knowledge. Thus, this article aims to present a literature review that encompasses publications involving Benchmarking, DEA and MCDA, using the *InOrdinatio* index of the method called *Methodi Ordinatio*. To carry out the study, searches were

carried out in 3 of the main databases: Scopus, Web of Science and ScienceDirect, without performing cuts of any kind. The results found generated a portfolio with 29 articles, between 1999 and 2021, which allows researchers to create a consistent base, highlighting relevant aspects for new research and publications.

**Keywords:** Benchmarking, Data Envelopment Analysis, Multicriteria Decision Analysis.

## 1. Introdução

Determinar *Benchmarkings* (exemplos de boas práticas) em diferentes áreas do conhecimento pode auxiliar unidades produtivas a aumentar sua produtividade e melhorar seus desempenhos e sua competitividade. Além disso, esses *Benchmarkings* podem ser abordados dentro de próprias empresas, visando melhorias internas e comparando diferentes setores de empresas.

A definição do termo *Benchmarking* pode variar segundo alguns autores. Lindau et al. (2001) define *Benchmarking* como um processo contínuo e sistemático utilizado para investigar os resultados alcançados (em termos de eficiência e eficácia) de unidades produtivas com processos e técnicas comuns de gestão. Kumar et al. (2006) definem *Benchmarking* como um processo de identificação, compreensão e adaptação de práticas excelentes em organizações para auxiliar uma determinada organização a melhorar seu desempenho. Esses autores citam, ainda, que *Benchmarking* é uma atividade que olha para fora visando encontrar as melhores práticas e de alto desempenho, medindo as operações reais contra esses objetivos.

Muitos estudos tem aplicado metodologias, dentre elas a Análise Envoltória de Dados (DEA) e a Análise de Decisão Multicritério (MCDA), para determinar *Benchmarking* em unidades produtivas. Essas duas técnicas tem ganhado atenção da literatura nas últimas décadas, sendo que as publicações têm aumentado consideravelmente. A técnica DEA visa determinar a eficiência utilizando programação linear não-paramétrica, sendo o precursor desses estudos Charnes, Cooper e Rhodes (1978), com o modelo denominado CCR ou VRS. Esse modelo, juntamente com o modelo BCC (Banker, Charnes e Cooper, 1984), são os modelos mais tradicionais da técnica DEA. A Análise de Decisão Multicritério (MCDA) é utilizada para auxiliar pesquisadores e gestores na tomada de decisão em unidades produtivas com múltiplos critérios. Segundo Gonçalves et al. (2003), as técnicas multicritérios surgiram na década de 60 com um desenvolvimento significativo, surgindo várias escolas de pesquisadores, com várias técnicas novas e diferentes atitudes de apoio aos novos modos de tomar decisões. Diferentes modelos podem ser utilizados na técnica MCDA, dentre eles: AHP, ANP, ELECTRE TRI, TOPSIS, PROMETHEE, Fuzzy e SAW.

Aliar essas duas técnicas (DEA e MCDA) para analisar *Benchmarking* em empresas, indústrias ou órgãos governamentais podem auxiliar pesquisadores na tomada de decisão. Vários estudos têm sido realizados nesse sentido: manufatura (Achillas et al., 2015), indústria química (Lee and Kim, 2014), logística (Martí et al., 2017), setor bancário (Avkiran e Morita (2010), companhia de distribuição elétrica (Gouveia et al., 2015), eficiência energética de países da União Européia (Makridou et al., 2016), companhias aéreas brasileiras considerando o surto de COVID-19 (Pereira e Mello, 2021), segurança viária (Rosić et al., 2017), entre outros.

Com isso, este estudo visa realizar um mapeamento das publicações envolvendo as técnicas Análise Envoltória de Dados e Análise de Decisão Multicritério aplicadas ao termo *Benchmarking*, visando determinar os países com mais publicações, os periódicos mais utilizados, entre outros aspectos. Para isso, foi realizada uma revisão de literatura utilizando o *Methodi Ordinatio* (Pagani et al., 2015; Pagani et al., 2018).

## 2. Metodologia

Para a realização dessa revisão de literatura utilizou-se o *Methodi Ordinatio* (Pagani et al. 2015; Pagani et al., 2018). O método é baseado em 9 etapas, sendo cada uma delas descrita a seguir:

Etapa 01 - Definir o objetivo da pesquisa

A ideia central é mapear as publicações envolvendo a combinação das técnicas Análise Envoltória de Dados (DEA) e Análise de Decisão Multicritério (MCDA) e do termo *Benchmarking*, construindo um portfólio de artigos. Com esse portfólio é possível verificar os principais aspectos pertinentes a essas publicações, tais como: principais autores, periódicos mais utilizados e áreas de pesquisa.

Etapa 02 – Pesquisas preliminares em bases de dados

Foram realizadas pesquisas exploratórias realizadas nas bases de dados *Scopus*, *ScienceDirect* e *Web of Science* com o intuito de testar possíveis combinações de palavras que serão utilizadas no estudo.

Etapa 03 - Definição das palavras-chave

Serão realizadas as combinações conforme o Quadro 1:

**Quadro 1 – Combinação de palavras utilizadas nas pesquisas**

Combinação de palavras
“Benchmarking” AND “DEA” AND “MCDA”
“Benchmarking” AND “DEA” AND “Multi-criteria”
“Benchmarking” AND “DEA” AND “Multicriteria”
“Benchmarking” AND “DEA” AND “MCDM”

**Fonte: Aatoria própria (2022)**

O objetivo será encontrar publicações que combinem essas palavras em torno do resumo, título e palavras-chave dos artigos. Utilizou-se o operador booleano “AND” com o objetivo de que ambas as técnicas, além do termo *Benchmarking* estejam presentes em cada artigo.

Etapa 04 – Pesquisas nas bases de dados

Após a definição das combinações, são realizadas as pesquisas nas bases de dados. Os resultados para estas pesquisas são apresentados na Tabela 1:

**Tabela 1 – Pesquisa nas bases de dados**

Combinação de palavras	Web of Science	Scopus	ScienceDirect
“Benchmarking” AND “DEA” AND “MCDA”	3	4	5
“Benchmarking” AND “DEA” AND “Multi-criteria”	4	23	13
“Benchmarking” AND “DEA” AND “Multicriteria”	1	8	4
“Benchmarking” AND “DEA” AND “MCDM”	4	11	10

**Fonte: Aatoria própria (2022)**

No total, foram encontrados 90 artigos. Não houve nenhum tipo de corte, pois o estudo visa analisar as publicações que combinam a utilização do DEA, MCDA e *Benchmarking* nas mais diferentes áreas do conhecimento.

Etapa 05 – Procedimentos de filtragem

Os artigos foram exportados das bases de dados, em formato BibTeX, com o intuito de colocá-los no Mendeley e, posteriormente, no JabRef, para procedimentos de filtragem. A Tabela 2 descreve o número de artigos eliminados com esses procedimentos:

**Tabela 2 – Procedimentos de filtragem**

<b>Filtragem dos artigos</b>	<b>Total de artigos</b>
Número inicial de artigos	90
Artigos duplicados	41
Artigos sem dados	0
Artigos fora do tema	3
Artigos eliminados pelo tipo	3
Total de artigos excluídos	47
Portifólio após procedimentos de filtragem	43

**Fonte: Autoria própria (2022)**

Etapa 06 – Identificação do Fator de Impacto (FI), número de citações (Ci) e ano de publicação (AnoPubl)

O *Methodi Ordinatio* aplica uma metodologia baseada em um índice que considera o Fator de Impacto (FI) dos artigos, não foram considerados artigos de conferências, livros, capítulos de livros, entre outras publicações que não possuem FI. Além disso, o índice considera o número de citações (Ci) e o ano de publicação (AnoPubl). Esses dados estão descritos no ANEXO (Tabela 3). Como FI foram considerados dois indicadores (JCR como principal e SJR como segunda opção), sendo que somente um artigo não possuía JCR. O número de citações foi obtido através do Google Scholar, conforme realizado por Pagani et al. (2015) e Corsi et al. (2021).

Etapa 07 - *InOrdinatio*

Para determinar o ranking dos artigos é aplicado o índice *InOrdinatio*, descrito pela equação 1:

$$InOrdinatio = (FI/1000) + \alpha * (AnoEstudo - AnoPubl) + (Ci) \quad (1)$$

Onde: FI é o Fator de Impacto;  $\alpha$  é um valor entre 1 e 10, definido pelos autores de acordo com a importância do estudo; AnoEstudo é o ano em que o estudo foi realizado; AnoPubl é o ano de publicação do artigo e Ci é o número de citações.

Foi utilizado valor de  $\alpha$  igual a 5. Após o cálculo do *InOrdinatio*, 14 artigos foram eliminados do portfólio, pois apresentaram valor negativo para o índice. O Portfólio Final (PF) ficou composto por 29 artigos (ANEXO, Tabela 3).

Etapa 08 – Download de todos os artigos do portfólio

Realizou-se o download de todos os artigos do portfólio.

Etapa 09 – Leitura e revisão sistemática dos artigos

A leitura e a revisão sistemática dos artigos visam encontrar aspectos importantes dos artigos que compõem o PF. Para as revisões bibliométrica e sistemática foram utilizados os softwares VOSviewer, Microsoft Excel e Atlas.ti e os detalhes são apresentados na próxima seção.

### **3. Resultados**

Após as pesquisas em 3 bancos de dados (*Scopus*, *Web of Science* e *ScienceDirect*) e aplicação do *Methodi Ordinatio*, o Portfólio Final (PF) ficou composto por 29 artigos. As análises bibliométrica e sistemática das publicações foram baseadas na leitura dos artigos e na utilização de softwares para auxiliar na descrição dos resultados.

A primeira parte da análise buscou mapear as principais palavras-chave nos artigos que compõem o PF, utilizando o software VOSviewer, assim como para o mapa de densidade dos autores. O VOSviewer utiliza a análise de cluster para construir uma ligação entre as

palavras-chave. “DEA” e “Data Envelopment Analysis” são as palavras-chave com mais ocorrências (4 e 3, respectivamente), sendo as principais palavras em seus respectivos clusters, seguido por “efficiency” e “multicriteria”, com duas ocorrências cada. A Figura 1 apresenta o mapa das palavras-chave:

**Figura 1 – Mapa das palavras-chave**  
energy efficiency analysis



fuzzy ahp dea

Fonte: Autoria própria (2022)

A Tabela 3 apresenta os autores que mais contribuíram com artigos para a análise:

**Tabela 3 – Principais autores**

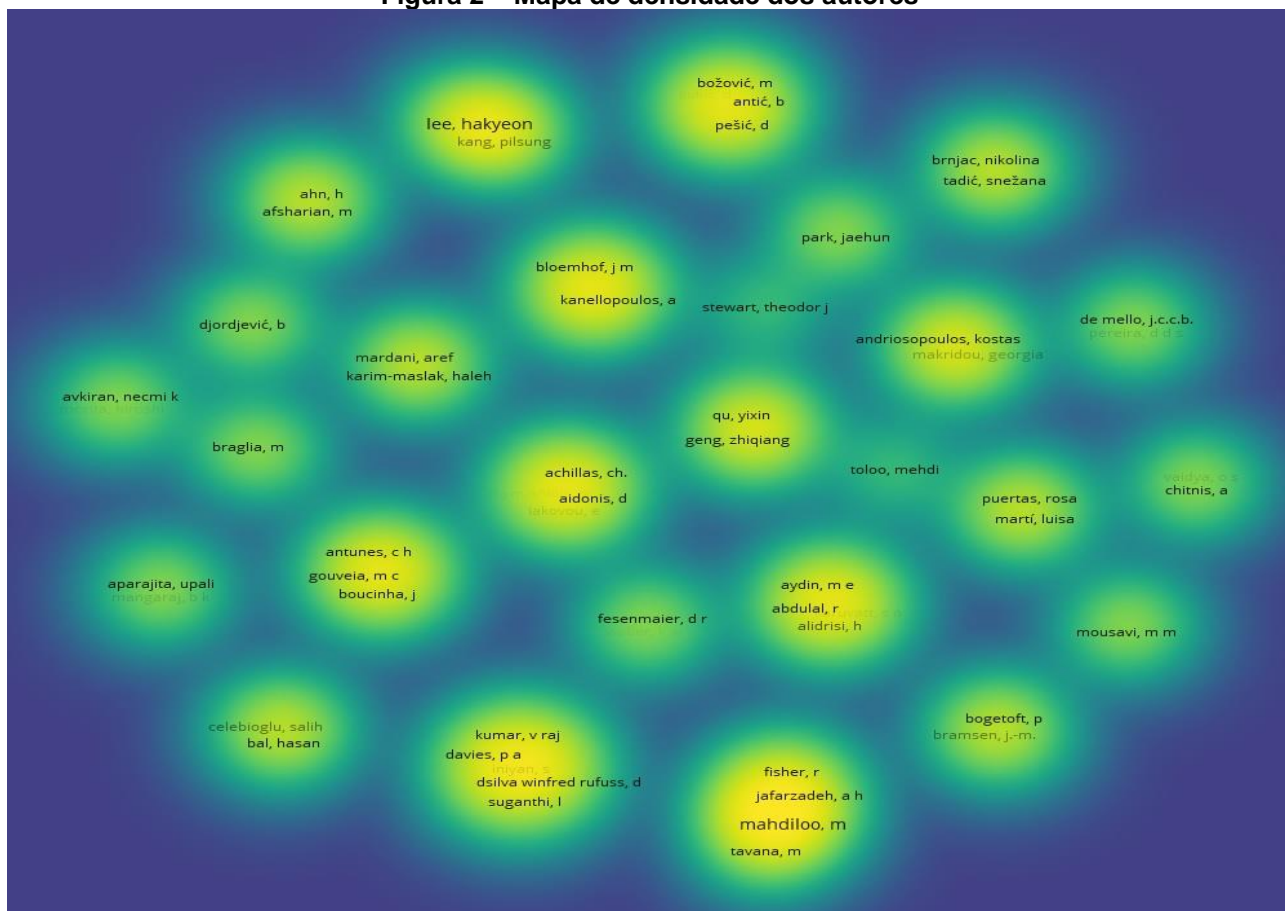
Principais autores	Publicações
Lee, H.	2
Mahdilo, M.	2
Saen, R. F.	2

Fonte: Autoria própria (2022)

Somente 3 autores participaram de mais de uma publicação (Lee, H.; Mahdilo, M.; Saen, R. F.)

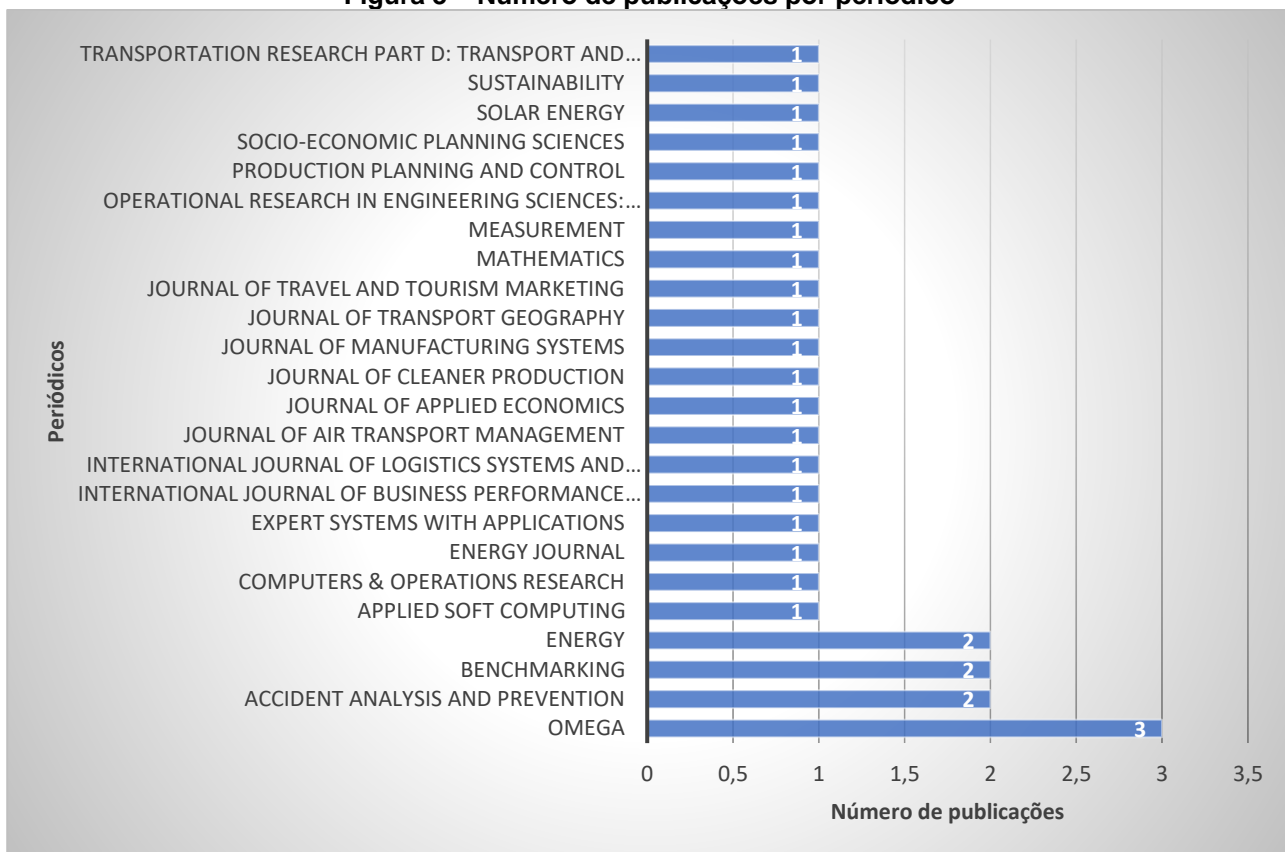
O mapa de densidade de autores e o número de publicações por periódico são apresentados nas Figuras 2 e 3:

**Figura 2 – Mapa de densidade dos autores**



**Fonte: Autoria própria (2022)**

**Figura 3 – Número de publicações por periódico**

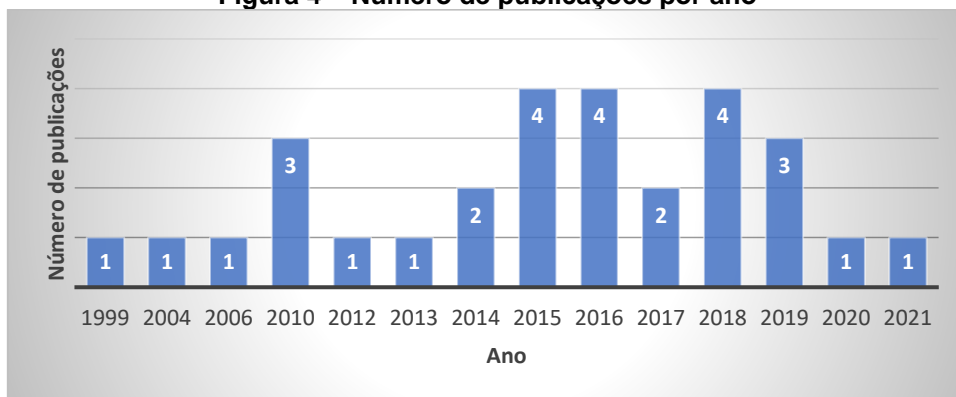


**Fonte: Autoria própria (2022)**



A Figura 2 destaca os autores que mais contribuíram para o portfólio final. No total, 88 autores distintos estão presentes nas publicações e somente 3 tem participação em mais do que 1 artigo (Lee, H.; Mahdilo, M. e Saen, R. F.). A Figura 3 mostra que o periódico “Omega” contribuiu com 3 artigos para o PF, seguido pelos periódicos “Accident Analysis and Prevention”, “Benchmarking” e “Energy” com 2 artigos cada e os demais 20 periódicos contêm 1 artigo cada, sendo 24 periódicos perfazendo a composição do PF. A Figura 4 mostra o número de publicações por ano:

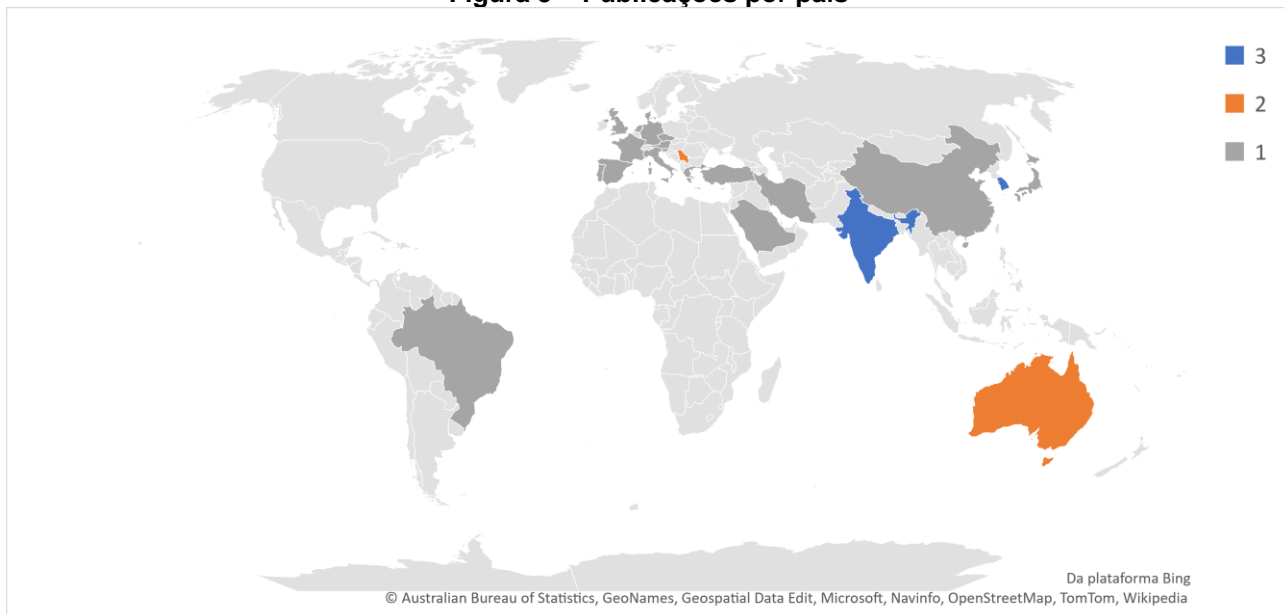
**Figura 4 – Número de publicações por ano**



**Fonte: Autoria própria (2022)**

A primeira publicação encontrada com a combinação de palavras utilizadas foi em 1999. No ano em que a pesquisa ocorre (2022) não foram encontrados artigos envolvendo a pesquisa. 2015, 2016 e 2018 são os anos que apresentam o maior número de publicações (4 cada), seguido por 2010 e 2019 (3 cada). No intervalo de tempo analisado, existem períodos sem publicação (entre 2000 e 2003, no ano de 2005, entre 2007 e 2009 e no ano de 2011). A Figura 5 descreve a distribuição espacial das publicações por país:

**Figura 5 – Publicações por país**



**Fonte: Autoria própria (2022)**

A Coreia do Sul e a Índia tem 3 artigos na composição do PF, seguido por Austrália e Sérvia, com 2 artigos cada. 23 países contribuem com publicações, o que demonstra uma homogeneidade na distribuição das publicações por país. A Figura 6 apresenta as principais palavras do texto. Para a contagem das palavras presentes nos artigos e construção da nuvem de palavras foi utilizado o software Atlas.ti.

Figura 6 – Palavras com maior ocorrência nos artigos



Fonte: Autoria própria (2022)

A nuvem de palavras mostra que a palavra “Tourism” é a que tem mais ocorrência nos artigos. “DEA”, “Multi”, “Criteria” e “Benchmarking” são outras palavras que tem destaque, demonstrando que as técnicas pesquisadas e sua principal análise (exemplos de boas práticas) tem papel importante nos artigos. “Marketing”, “State” (e “States”), “Market”, “office” e “advertising” são palavras com grande número de ocorrências, que mostram possíveis temáticas de aplicação dos artigos. Logo, verifica-se que existem aplicações dos artigos em diferentes temáticas, tais como: turismo, estado, marketing, escritório e publicidade.

#### 4. Discussões

As revisões de literatura proporcionam a possibilidade de verificar tendências nas publicações em determinadas áreas do conhecimento, além de vislumbrar lacunas para estudos futuros.

A partir da contagem de palavras e palavras-chave é possível verificar que as publicações que compõem o Portfólio Final apontam para análises de eficiência e determinação de *benchmarking* em diferentes áreas temáticas. Pode-se destacar como principal aplicação o turismo, pois tem mais ocorrências que as palavras utilizadas nas combinações utilizadas nas pesquisas em bases de dados.

#### Referências

- AVKIRAN, N. K.; MORITA, H. Benchmarking firm performance from a multiple-stakeholder perspective with an application to Chinese banking. **Omega**, v. 38, n. 6, p. 501-508, 2010.
- ACHILLAS, C.; AIDONIS, D.; IAKOVOU, E.; THYMIANIDIS, M.; TZETZIS, D. A methodological framework for the inclusion of modern additive manufacturing into the production portfolio of a focused factory. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 37, Part 1, p. 328-339, 2015.
- AFSHARIAN, M.; AHN, H.; NEUMANN, L. Generalized DEA: an approach for supporting input/output factor determination in DEA. **Benchmarking: An International Journal**, v. 23, n. 7, p. 1892-1909, 2016.
- ALIDRISI, H.; AYDIN, M. E.; BAFAIL, A. O.; ABDULAL, R.; KARUVATT, S. A. Monitoring the performance of petrochemical organizations in Saudi Arabia using data envelopment analysis. **Mathematics**, v. 7, n. 6, p. 1-16, 2019.
- BAL, H.; ÖRKÇÜ, H. H.; ÇELEBIOĞLU, S. Improving the discrimination power and weights dispersion in the data envelopment analysis. **Computers & Operations Research**, v. 37, n. 1, p. 99-107, 2010.



BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.

BOGETOFT, P.; BRAMSEN, J.-M.; NIELSEN, K. Balanced benchmarking. **International Journal of Business Performance Management**, v. 8, n. 4, p. 274-289, 2006.

BLOEMHOF, J. M. Assessing the impact of uncertainty on benchmarking the eco-efficiency of dairy farming using fuzzy data envelopment analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 189, p. 709-717, 2018.

BRAGLIA, M.; PETRONI, A. Data envelopment analysis for dispatching rule selection. **Production Planning & Control**, v. 10, p. 454-461, 2010.

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

CHITNIS, A.; VAIDYA, O. S. Efficiency ranking method using DEA and TOPSIS (ERM-DT): case of an Indian bank. **Benchmarking: An International Journal**, v. 23, n. 1, p. 165-182, 2020.

CORSI, A.; SOUZA F. F.; PAGANI R. N.; KOVALESKI, J. L. Big data analytics as a tool for fighting pandemics: a systematic review of literature. **Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing**, v. 12, n. 10, p. 1-18, 2020.

GONÇALVES, R. W.; PINHEIRO, P. R.; FREITAS, M. A. S. Métodos Multicritérios como auxílio à tomada de decisão na bacia hidrográfica do rio Curu – Estado do Ceará. In: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, ABRH. **Anais...** Curitiba, 2003, p. 1-20.

HAN, Y.; GENG, Z.; ZHU, Q.; QU, Y. Energy efficiency analysis method based on fuzzy DEA cross-model for ethylene production systems in chemical industry. **Energy**, v. 83, p. 685-695, 2015.

KIM, B.; LEE, H.; KANG, P. Integrating cluster validity indices based on data envelopment analysis. **Applied Soft Computing**, v. 64, p. 94-108 2018.

GOUBEIA, M. C.; DIAS, L. C.; ANTUNES, C. H.; BOUCINHA, J.; INACIO, C. F. Techno-economic analysis of solar stills using integrated fuzzy analytical hierarchy process and data envelopment analysis. **Omega**, v. 53, p. 104-114, 2015.

KRMAC, E.; DJORDJEVIĆ, B. Evaluation of the TCIS influence on the capacity utilization using the topsis method: Case studies of serbian and austrian railways. **Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications**, v. 2, n. 1, p. 27-36, 2019.

KUMAR, A.; ANTONY, J.; DHAKAR, T. S. Integrating quality function deployment and benchmarking to achieve greater profitability. **Benchmarking**, v. 13, n. 3, p. 290-310, 2006.

LEE, H.; KIM, C. Benchmarking of service quality with data envelopment analysis. **Expert Systems with Applications**, v. 41, n. 8, p. 3761-3768, 2014.

LINDAU, L. A.; COSTA, M. B. B.; SOUSA, F. B. B. Em busca do benchmark da produtividade de operadores urbanos de ônibus In: NASSI, Carlos; BRASILEIRO, Anísio; KAWAMOTO, Eiji; LINDAU, Luis Antonio. (org.). **Transportes: experiências em rede**. Rio de Janeiro, 2001, v. 1, p. 199-221.

MANGARAJ, B. K.; APARAJITA, U. Constructing a generalized model of the human development index. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 70, p.1-13, 2020.

MAHDILOO, M.; JAFARZADEH, A. H.; SAEN, R. F.; TATHAM, P.; FISHER, R. A multiple criteria approach to two-stage data envelopment analysis. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 46, p. 317-327, 2016.

MAHDILOO, M.; SAEN, R. F.; TAVANA, M. A novel data envelopment analysis model for solving supplier selection problems with undesirable outputs and lack of inputs. **International Journal of Logistics Systems and Management**, v. 11, n. 3, p. 285-305, 2012.

MAKRIDOU, G.; ANDRIOSOPOULOS, K.; DOUMPOS, M.; ZOPOUNIDIS, C. A Two-stage Approach for Energy Efficiency Analysis in European Union Countries. **The Energy Journal**, v. 36, n. 2, p. 47-69, 2015.

- MARTÍ, L.; MARTÍN, J. C.; PUERTAS, R. A. DEA-logistics performance index. **Journal of Applied Economics**, v. 20, n. 1, p. 169-192, 2017.
- MOUSAVI, M. M.; OUENNICHE, J. Multi-criteria ranking of corporate distress prediction models: empirical evaluation and methodological contributions. **Annals of Operations Research**, v. 271, p. 853–886, 2018.
- MU, W.; KANELLOPOULOS, A.; Van MIDDELAAR, C. E.; STILMANT, D.; TAGHAVIFAR, H.; MARDANI, A.; KARIM-MASLAK, H. Multi-criteria optimization model to investigate the energy waste of off-road vehicles utilizing soil bin facility. **Energy**, v. 73, p. 762-770, 2014.
- PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. TICs na composição da Methodi Ordinatio: construção de portfólio bibliográfico sobre Modelos de Transferência de Tecnologia. **Ciência da Informação**, [S.l.], v. 47, n. 1, 2018.
- PAGANI, R.; KOVALESKI, J.; RESENDE, L. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, p. 1–27, 2015.
- PARK, J.; SUNG, S.-I. Integrated Approach to Construction of Benchmarking Network in DEA-Based Stepwise Benchmark Target Selection. **Sustainability**, v. 8, n. 7, p. 1-15, 2016.
- ROSIĆ, M.; PEŠIĆ, D.; KUKIĆ, D.; ANTIĆ, B.; BOŽOVIĆ, M. Method for selection of optimal road safety composite index with examples from DEA and TOPSIS method. **Accident Analysis & Prevention**, v. 98, p. 277-286, 2017.
- RUFUSS, D. D. W.; KUMAR, V. R., SUGANTHI, L.; INIYAN, S.; DAVIES, P. A. Techno-economic analysis of solar stills using integrated fuzzy analytical hierarchy process and data envelopment analysis. **Solar Energy**, v. 159, p. 820-833, 2018.
- SILVEIRA PEREIRA, D.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B. Efficiency evaluation of Brazilian airlines operations considering the Covid-19 outbreak. **Journal of Air Transport Management**, v. 91, p. 1-16, 2021.
- TADIĆ, S.; KRSTIĆ, M.; BRNJAC, N. Selection of efficient types of inland intermodal terminals. **Journal of Transport Geography**, v. 78, p. 170-180, 2019.
- STEWART, T. J. Goal directed benchmarking for organizational efficiency. *Omega*, v. 38, v. 6, p. 534-539, 2010.
- TOLOO, M. The most efficient unit without explicit inputs: An extended MILP-DEA model. **Measurement**, v. 46, n. 9, p. 3628-3634, 2013.
- WÖBER, K. W.; FESENMAIER, D. R. A Multi-Criteria Approach to Destination Benchmarking: A Case Study of State Tourism Advertising Programs in the United States. **Journal of Travel & Tourism Marketing**, v. 16, n. 2-3, 2004.

## ANEXO

**Tabela 04 – Dados dos artigos e aplicação do *Methodi Ordinatio***

ID	Autor(es)	Título	Ano	Periódico	JCR	SCR	Citações	InOrdinatio
1	Achillas, C., Aidonis, D., Iakovou, E., Thymianidis, M. and Tzetzis, D.	A methodological framework for the inclusion of modern additive manufacturing into the production portfolio of a focused factory	2015	Journal of Manufacturing Systems	8,63	0	262	262,008633
2	Bal, H., Orkcu, H.H. and Celebioglu, S.	Improving the discrimination power and weights dispersion in the data envelopment analysis	2010	Computers & operations research	4,01	0	140	140,004008
3	Lee, H. and Kim, C.	Benchmarking of service quality with data envelopment analysis	2014	Expert systems with applications	6,95	0	119	119,006954
4	Han, Y., Geng, Z., Zhu, Q. and Qu, Y.	Energy efficiency analysis method based on fuzzy DEA cross-model for	2015	Energy	7,15	0	108	108,007147

		ethylene production systems in chemical industry						
5	Wöber, K.W. and Fesenmaier, D.R.	A multi-criteria approach to destination benchmarking: A case study of state tourism advertising programs in the united states	2004	Journal of Travel and Tourism Marketing	7,56	0	101	101,007564
6	Martí, L., Martín, J.C. and Puertas, R.	A DEA-logistics performance index	2017	Journal of Applied Economics	1,1	0	97	97,0011
7	Avkiran, N.K. and Morita, H.	Benchmarking firm performance from a multiple-stakeholder perspective with an application to Chinese banking	2010	Omega	7,08	0	89	89,007084
8	Stewart, T.J.	Goal directed benchmarking for organizational efficiency	2010	Omega	7,08	0	63	63,007084
9	Toloo, M.	The most efficient unit without explicit inputs: An extended MILP-DEA model	2013	Measurement	3,93	0	60	60,003927
10	Rosić, M., Pešić, D., Kukić, D., Antić, B. and Božović, M.	Method for selection of optimal road safety composite index with examples from DEA and TOPSIS method	2017	Accident Analysis and Prevention	4,99	0	52	52,004993
11	Braglia, M. and Petroni, A.	Data envelopment analysis for dispatching rule selection	1999	Production Planning and Control	7,04	0	47	47,007044
12	Gouveia, M.C., Dias, L.C., Antunes, C.H., Boucinha, J. and Inacio, C.F.	Benchmarking of maintenance and outage repair in an electricity distribution company using the value-based DEA method	2015	Omega	7,08	0	43	43,007084
13	Dsilva Winfred Rufuss, D., Raj Kumar, V., Suganthi, L., Iniyar, S. and Davies, P.A.	Techno-economic analysis of solar stills using integrated fuzzy analytical hierarchy process and data envelopment analysis	2018	Solar Energy	5,74	0	36	36,005742
14	Chitnis, A. and Vaidya, O.S.	Efficiency ranking method using DEA and TOPSIS (ERM-DT): case of an Indian bank	2016	Benchmarking	0,85	0	36	36,00085
15	Makridou, G., Andriosopoulos, K., Doumpos, M. and Zopounidis, C.	A Two-stage Approach for Energy Efficiency Analysis in European Union Countries	2015	Energy journal	2,41	0	32	32,002414
16	Tadić, S., Krstić, M. and Brnjac, N.	Selection of efficient types of inland intermodal terminals	2019	Journal of Transport Geography	4,99	0	31	31,004986
17	da Silveira Pereira, D., Soares de Mello, J.C.C.B.	Efficiency evaluation of Brazilian airlines operations considering the Covid-19 outbreak	2021	Journal of Air Transport Management	4,13	0	26	26,004134

18	Mu, W., Kanellopoulos, A., van Middelaar, C.E., Stilmant, D. and Bloemhof, J.M.	Assessing the impact of uncertainty on benchmarking the eco-efficiency of dairy farming using fuzzy data envelopment analysis	2018	Journal of Cleaner Production	9,3	0	25	25,009297
19	Taghavifar, H., Mardani, A. and Karim-Maslak, H.	Multi-criteria optimization model to investigate the energy waste of off-road vehicles utilizing soil bin facility	2014	Energy	7,15	0	21	21,007147
20	Afsharian, M., Ahn, H. and Neumann, L.	Generalized DEA: an approach for supporting input/output factor determination in DEA	2016	Benchmarking	0,85	0	21	21,00085
21	Mousavi, M.M. and Ouenniche, J.	Multi-criteria ranking of corporate distress prediction models: empirical evaluation and methodological contributions	2018	Annals of Operations Research	4,85	0	20	20,004854
22	Mahdiloo, M., Saen, R.F. and Tavana, M.	A novel data envelopment analysis model for solving supplier selection problems with undesirable outputs and lack of inputs	2012	International Journal of Logistics Systems and Management	0	0,37	19	19,000372
23	Mahdiloo, M., Jafarzadeh, A.H., Saen, R.F., Tatham, P. and Fisher, R.	A multiple criteria approach to two-stage data envelopment analysis	2016	Transportation Research Part D: Transport and Environment	5,5	0	17	17,005495
24	Park, J. and Sung, S.-I.	Integrated Approach to Construction of Benchmarking Network in DEA-Based Stepwise Benchmark Target Selection	2016	Sustainability	3,25	0	17	17,003251
25	Kim, B., Lee, H. and Kang, P.	Integrating cluster validity indices based on data envelopment analysis	2018	Applied Soft Computing	6,73	0	16	16,006725
26	Mangaraj, B.K. and Aparajita, U.	Constructing a generalized model of the human development index	2020	Socio-Economic Planning Sciences	4,92	0	15	15,004923
27	Bogetoft, P., Bramsen, J.-M. and Nielsen, K.	Balanced benchmarking	2006	International Journal of Business Performance Management	0,13	0	14	14,00013
28	Alidrisi, H., Aydin, M.E., Bafail, A.O., Abdulal, R. and Karuvatt, S.A.	Monitoring the performance of petrochemical organizations in Saudi Arabia using data envelopment analysis	2019	Mathematics	2,26	0	11	11,002258
29	Krmac, E. and Djordjević, B.	Evaluation of the tcis influence on the capacity utilization using the topsis method: Case studies of serbian and austrian railways	2019	Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications	0	0	10	10

Fonte: Autoria Própria (2022)

Onde: Índice\* = Índice *InOrdinatio*