

Data Envelopment Analysis (DEA) em Estudos sobre Saúde e Educação: uma Análise Bibliométrica nos últimos 30 anos

CLEITON MARTINS DUARTE DA SILVA

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

SABRINA ESPINELE DA SILVA

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

CARLOS ALBERTO GONÇALVES

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Resumo

A utilização do método *Data Envelopment Analysis* (DEA) em estudos sobre a temáticas saúde e educação é relevante para apoiar a criação e o monitoramento de políticas públicas, por meio levantamento do nível de eficiência dos recursos, organizações, serviços e processos que podem ser gerenciados. Nesse sentido, o objetivo do trabalho é desenvolver uma análise bibliométrica para apresentar o uso do método DEA em estudos sobre saúde e educação e apresentar a evolução da utilização do método DEA em pesquisas sobre as temáticas dentro das áreas de administração, administração pública e economia. Para tanto, realizou-se análises bibliométrica sobre quantidade de publicações por periódico, por ano, por idioma e por instituição, e classificação de artigos mais citados. Também efetuou-se mapeamentos dos resultados encontrados por meio do software *VOSviewer* sobre: coocorrência de palavras-chave e redes de cooperação entre países, instituições e cocitação de artigos. Os resultados apresentaram um crescimento anual significativo de publicações nos últimos 10 anos e sendo 27% do total de publicações efetuadas em periódicos Qualis A1, demonstrando a aceitabilidade do método no meio científico e aplicabilidade nas temáticas analisadas. Foi identificado baixo nível de cooperações institucionais nos estudos dessas áreas, sendo um aspecto se atentar no contexto atual desenvolvimento de pesquisas interinstitucionais e multinacionais. O idioma predominante foi o inglês em quase 94% dos trabalhos. A concentração da maioria dos estudos ficou com os EUA e países da Europa, no entanto, havendo aumento de estudos e ganhando destaque países como Brasil, China, Taiwan e Iran. Assim sendo, fica demonstrada a pertinência da utilização do método DEA em estudos realizados nas ciências gerenciais sendo indicado para trabalhos sobre essas temáticas e políticas públicas.

Palavras-chave: *Data Envelopment Analysis* (DEA), Saúde, Educação, Bibliometria.

1. INTRODUÇÃO

A finitude de recursos públicos é um fato e nos últimos anos o governo brasileiro vem impondo sequentes restrições orçamentárias principalmente em políticas sociais (educação, assistência social, saúde e outros), ainda que a demanda da população pelos serviços sociais seja crescente. Além disso, é frequentemente noticiada o reduzido nível de qualidade desses serviços, como: faltas de atendimentos em hospitais e unidades de saúde pública; e os resultados em testes de avaliação da qualidade da educação como *Programme for International Student Assessment* (PISA). Nesse panorama, fica evidente a necessidade de aumentar a eficiência na alocação dos recursos públicos, bem como monitorá-la e, conseqüentemente, melhor atender ao cidadão. Para realizar o cálculo e o controle dessa eficiência na administração pública muitos estudos tem demonstrado como pertinente o *Data Envelopment Analysis* (DEA) (Degenhart, Vogt, & Zonatto, 2016; Kim, Wu, & Lin, 2019; Lins, Lobo, Moreira Da Silva, Fiszman, & Ribeiro, 2007; Portulhak, Raffaelli, & Scarpin, 2018).

Emrouznejad e Yang (2018) discutem que recentemente houve um grande crescimento das publicações que relacionam alguma teoria a utilização do *Data Envelopment Analysis* (DEA). O DEA é um método de estimação não paramétrico, o que significa dizer que esse método não depende de pressupostos da distribuição dos parâmetros, uma das vantagens é que se exige pouca pressuposição sobre a relação entre as variáveis de interesse (Devaney, Morillon, & Weber, 2016; Fonseca, Fernandes, Cunha, & Iquiapaza, 2018). O método foi desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), que se basearam nas pesquisas iniciadas por Debreu (1951) e Farrell (1957).

O método DEA permite a mensuração da eficiência, produtividade e performance das unidades tomadoras de decisões, denominadas *Decision Make Units* (DMUs) (Emrouznejad & Yang, 2018; Fonseca et al., 2018). Diante disso, por meio de um *survey* realizado na literatura Emrouznejad e Yang (2018) mostraram que custos e alocação de recursos estão entre as cinquenta palavras-chave mais utilizadas em estudos que envolvem a utilização do modelo DEA nos últimos 40 anos. O estudo também mostrou que a área de políticas públicas é a quinta entre as que mais utilizam DEA considerando estudos recentes. Dessa forma, assume-se que o modelo DEA, seja um método adequado para se analisar a eficiência de recursos públicos aplicados em saúde e educação.

A utilização do DEA é versátil, pois pode ser orientada a inputs e a outputs dependendo dos objetivos de sua utilização, podendo ser redução de recursos empregados e mantendo o nível de resultados (orientação *input*) ou aumento da produção considerando determinado nível de insumos empregados (orientação *output*) (Fonseca et al., 2018; Lins et al., 2007).

Ainda nesse contexto, cabe destacar que a utilização do método DEA para estudos sobre a temáticas saúde e educação é relevante para apoiar a criação e o monitoramento de políticas públicas, pois permite inserir de forma simultânea várias dimensões das unidades em análise, conforme salientam (Lins et al., 2007). Além disso, o investimento em saúde e educação são formas de acelerar o crescimento da economia e o desenvolvimento dos países (Kim et al., 2019). Logo, são temas fundamentais de serem estudados, principalmente em países com eminentes demandas sociais como o Brasil.

Diante desse contexto o problema de pesquisa se apresenta da seguinte forma: Qual a representação da produção científica, sob o enfoque bibliométrico, da utilização do método Análise Envoltória de Dados (DEA) em estudos sobre saúde e educação?

Assim, o objetivo desse trabalho é desenvolver uma análise bibliométrica para apresentar o uso do método *Data Envelopment Analysis* (DEA) em estudos sobre saúde e educação. Mais especificamente, apresentar a evolução da utilização do método DEA em pesquisas sobre as temáticas dentro das áreas de administração, administração pública e economia. Para tal fim, foram realizadas pesquisas na base *Web of Science* e análises com o auxílio do *software VOSviewer*.

De forma geral, este trabalho tem a finalidade de contribuir para o desenvolvimento do conhecimento científico nas áreas de Administração Pública e Finanças Públicas e em relação ao método DEA. E nesse sentido, é importante entender a tendência de estudos nas temáticas e a partir dos resultados podem se obter *insights* para novos estudos.

Por fim, destaca-se que esse estudo se estrutura da seguinte forma: na próxima seção o referencial teórico, na seção três apresenta-se os procedimentos metodológicos, na seção quatro encontram-se os resultados do estudo e por último, as considerações finais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Metodologia DEA (*Data Envelopment Analysis*)

O modelo DEA foi proposto por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), que se basearam nas pesquisas iniciadas por Debreu (1951) e Farrell (1957), o modelo inicial baseava-se em retornos constantes em escala (modelo CCR). Posteriormente, Banker, Charnes e Cooper (1984) propuseram o modelo BCC, que considera retornos variáveis de escala. Trata-se de uma técnica da área de pesquisa operacional.

É uma técnica de estimação não paramétrica que, por meio de um modelo empírico, aponta escores de eficiência para cada unidade de produção e, assim, cada unidade é avaliada com relação as outras unidades (C. M. D. da Silva, Benedicto, Carvalho, & Santos, 2013). Discute-se que o método facilita a tomada de decisão, pois considera de forma conjunta uma grande quantidade de informações que são ponderadas e convertidas em um escore global único, que é usualmente referenciado como indicador de eficiência (Ceretta & Costa Jr., 2001). Ademais, se uma unidade é identificada como eficiente pressupõe-se que essa emprega certa quantidade de insumos e gera certa quantidade de produtos, sendo que é esperado que toda unidade eficiente produza a mesma quantidade de produtos para o mesmo nível de insumos (Gomes, 2010).

Apesar de ser um método não paramétrico de estimação, que traz como uma de suas vantagens a determinação da curva de eficiência por meio de programação matemática de otimização, de não exigir nenhuma especificação a priori de relação funcional entre os insumos e produtos, esse método é muito suscetível a observações extremas e a erros de medida (Peña, 2008).

No entanto, alguns outros pontos positivos do modelo DEA são destacados por Gomes (2010) entre eles: a não exigência de uma pressuposição de relação entre as variáveis (insumos e produtos) e a capacidade de avaliação de unidades que utilizam múltiplos insumos assim como produzem múltiplos produtos. Nessa perspectiva, o DEA produz uma unidade virtual eficiente para cada unidade em avaliação e faz a comparação com a unidade real, que será identificada como eficiente se essa conseguir produzir um nível igual ou superior de produtos ao utilizar a mesma quantidade de insumos, por outro lado, será identificada como ineficiente caso o contrário ocorra (C. M. D. da Silva et al., 2013).

Analicamente a medida de eficiência baseia-se na definição de Pareto-Koopmans, de acordo com a qual um vetor *input-output* é tecnicamente eficiente se observada duas condições: 1) não se pode aumentar nenhum *output* sem que se reduza outro *output* ou se aumente algum *input*; 2) não se pode reduzir algum *input* sem aumentar outro *input* ou reduzir algum *output* (Lins et al., 2007).

Os modelos básicos de DEA são conhecidos como CRS (CRS-*Constant Returns to Scale*, também chamado de CCR) e VRS (VRS-*Variable Returns to Scale*, também chamado de BCC), esses modelos são estabelecidos sob duas formas de maximizar a eficiência: mantendo o nível de produção e reduzindo o consumo de insumos ou, mantendo os níveis de insumo e aumentando a produção (Peña, 2008).

O DEA é um modelo de problema de programação linear e sua formulação matemática pode ser representado como na Equação 1, para o modelo DEA CRS que considera retornos constantes de escala. Tal problema pode ser resolvido para cada uma das unidades amostrais e, pode ser apresentado considerando N unidades que, produzem m quantidades de produtos y, por meio de n quantidades de insumo x. Sendo que, uma unidade o produz y_{ro} quantidades de produtos, utilizando x_{io} insumos. A solução envolverá a obtenção dos valores para v_i e u_r – pesos específicos para cada insumo i e produto r – de forma que a medida de eficiência para a unidade de produzida analisada h_o seja maximizada, com a restrição de que as medida de de eficiência de todas as unidades sejam menor ou igual a um (Peña, 2008).

$$\max h_o = \frac{\sum_{r=1}^m u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^n v_i x_{io}}$$

Sujeito a

$$\frac{\sum_{r=1}^m u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^n v_i x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, \dots, o, \dots, N$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad r = 1, \dots, m; i = 1, \dots, n$$

(1)

A partir da resolução desse problema de otimização, o método determina quais são as melhores práticas observadas para tornar o valor de $h=1$ ou 100% e forma a fronteira eficiente com as unidades virtuais. A eficiência das demais unidades analisadas é medida a partir das posições relativas ocupadas por elas em relação a fronteira de eficiência gerada (Peña, 2008).

Considerando o modelo com retornos constantes de escala (CCR), a fronteira eficiente é formada por uma reta que parte da origem até a unidade produtiva e forma o maior raio com o eixo do insumo. Por outro lado, o modelo com retornos variáveis de escala (BCC) forma uma fronteira eficiente convexa, com as melhores unidades de forma independente da escala de operação, passando, desse modo, a “envelopar” as unidades ineficientes para cada escala de produção. Portanto, o modelo BCC permite que a eficiência varie em função de economias

de escala, assim como permite a comparação de unidades de diferentes tamanhos (Belloni, 2000; Peña, 2008). A Figura 1 permite a comparação da fronteira de eficiência do modelo BCC e CCR.

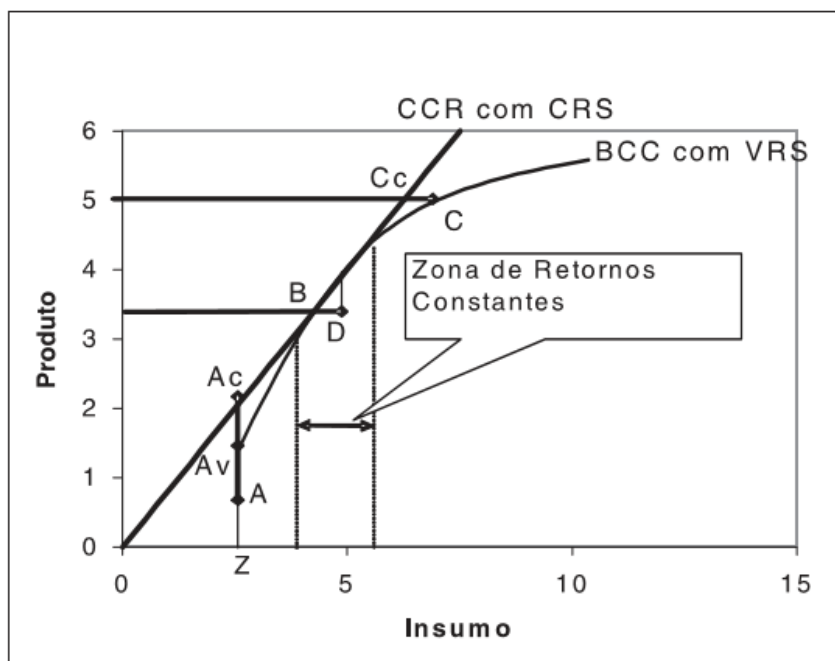


Figura 1 Comparação das curvas de eficiência modelos CCR e BCC

Fonte: Peña (2008)

Para estimação do DEA, utilizam-se *softwares* como SIAD, Frontier Analyst, Excel Solver, DEAxI Tool do Excel® e Rstudio.

O estudo de Emrouznejad e Yang (2018) evidencia o crescimento exponencial de artigos em periódicos com DEA nas últimas décadas e apresentam as cinco últimas principais áreas que foram realizados os estudos: *Agriculture, Banking, Supply Chain, Transportation, as well as public policy*. Em políticas públicas é frequente estudos nas áreas de saúde e educação.

3. METODOLOGIA

Para atingir o objetivo proposto realizou-se a pesquisa na base *Web of Science* com os seguintes descritores: (“*Health**” OR “*Education**”) AND (“*DEA*” OR “*Data Envelopment Analysis*”) e especificou-se somente o tipo “*article*”, o que retornou o quantitativo de 1.623 títulos. Esclarece-se que o asterisco (*) nos descritores foi inserido com o propósito de incluir expressões que contém além da palavra escrita como: *healthcare, health system, education policy, education system, etc*,

Buscando um melhor direcionamento, refinou-se a pesquisa considerando as categorias do *Web of Science: Economics, Operations Research Management Science, Management, Public Administration, Business e Business Finance*. A partir disso obteve-se o retorno de 677 títulos, os quais compuseram a amostra base em que as análises foram efetuadas. Foram considerados todos os artigos identificados, sem restrição de data.

A bibliometria refere-se à utilização de métodos estatísticos e matemáticos com o objetivo de descrever e de quantificar a comunicação escrita (no caso específico, artigos) sobre uma determinada disciplina ou temática (Silva & Niyama, 2019). Os autores defendem que o método vem se consolidando como uma ferramenta de gerenciamento de pesquisa para levantamento de informações que subsidiam decisões acerca de políticas científicas, sendo um instrumento capaz de identificar agentes mais capazes de uma comunidade e de indicar o melhor caminho para alocação de recursos e de prioridades na pesquisa (Quevedo-Silva, Almeida Santos, Brandão, & Vils, 2016; M. C. Silva & Niyama, 2019).

Quevedo-Silva et al (2016) discorrem sobre tipos de trabalhos bibliométricos e com base nesses autores, o estudo se caracteriza como uma pesquisa descritiva visto que pretende apresentar principais autores, periódicos, títulos identificadas na área (temáticas) analisada.

Na primeira parte da análise bibliométrica utilizou-se dos indicadores listados na Tabela 1. Os quantitativos para os quatro primeiros indicadores foram levantados diretamente no site de busca da base *Web of Science*, que viabiliza tais análises. Na sequência, realizou-se mapeamentos dos resultados encontrados por meio do software *VOSviewer*, elaborando os três últimos indicadores elencados. Todos os resultados desses indicadores serão apresentados na próxima seção.

Tabela 1 Indicadores para análises bibliométrica

Indicador	Referência
Periódicos com maior número de publicações	(Struecker & Hoffmann, 2017)
Quantidade de artigos por ano e por língua de publicação	(Araújo, Rodrigues, Telles, Vaz, & Bittencourt, 2017; Lacruz, Américo, & Carniel, 2017; Struecker & Hoffmann, 2017)
Classificação de artigos mais citados	(Lacruz et al., 2017)
Quantidade de artigos por Instituição	(Lacruz et al., 2017)
Quantidade de artigos por autoria	(Araújo, Rodrigues, Telles, Vaz, & Bittencourt, 2017; Lacruz, Américo, & Fagner, 2017)
Rede de cocitação de artigos considerando as referências dos artigos (<i>VOSviewer</i>).	(van Eck & Waltman, 2010; van Oorschot, Hofman, & Halman, 2018)
Rede de cooperação entre países e instituições considerando as referências (<i>VOSviewer</i>).	(Lacruz et al., 2017; van Eck & Waltman, 2010)
Coocorrência de palavras-chave entre as publicações (<i>VOSviewer</i>).	(van Eck & Waltman, 2010)

Fonte: Elaborado pelos autores

Além da delimitação dos temas-foco da pesquisa, a limitação do trabalho foi efetuar a coleta de informações somente na base *Web of Science* em função da limitação do próprio software *VOSviewer* (van Eck & Waltman, 2010), o qual realiza o mapeamento bibliométrico usando arquivos com informações de bases como *Web of Science* e *Scopus*, porém não consolidadas.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os resultados das análises bibliométricas efetuadas diretamente na Web of Science e posteriormente os mapeamentos obtidos em análise da amostra no VOSviewer.

4.1 Análises Quantitativas das publicações

A amostra de 677 artigos analisada está distribuída entre as seguintes áreas de pesquisa da base *Web of Science*: *Business Economics* 566 artigos representando 82,13%; *Operations Research Management Science* 254 títulos correspondem a 37,52%; *Engineering* com 6,06%; *Computer Science* com 5,61%; *Health Care Sciences Services* com 5,02%, *Public Administration* representando 4,87% e outras áreas com menor representatividade. Evidenciou-se a concentração das publicações na área de Economia e Administração, que incluem *Management, Business e Finance*, porém baixo quantitativo de publicações na área de Administração Pública, o que pode ser entendido como espaço oportuno para investir em estudos. Vale esclarecer que um artigo pode ser classificado em mais de uma área, e por isso, aparecem artigos que também são classificados como *Health Policy Services ou Engineering*.



Figura 2 Publicações por periódicos.

Fonte: Elaborado pelos autores

Verificando a quantidade de publicações por periódico, na Figura 2 observa-se como principais: *European Journal of Operational Research* tendo publicado 57 artigos, representando 8,42% da amostra; *Journal of The Operational Research Society* com 5,61%; *Applied Economics* com 4,87%; *Annals of Operations Research* com 4,73%; e *Omega International Journal of Management Science* com 3,25% dos artigos. O único periódico brasileiro que aparece entre os que mais publicaram é Administração Pública e Gestão Social da Universidade Federal de Viçosa (UFV) com seis publicações (menos de 1% do total).

Consultando a Plataforma Sucupira-Qualis Periódico da CAPES, verificou-se que estes cinco primeiros periódicos, responsáveis por 27% das publicações, são classificados como A1 nas áreas de Administração e/ou Economia, demonstrando a qualidade das publicações e que o uso do método DEA é reconhecimento no meio científico. Outra constatação que esses e mais alguns dos periódicos constam na Figura 2 são citados na lista de 20 periódicos que mais publicaram sobre DEA no trabalho de Emrouznejad e Yang (2018).

Quanto aos artigos mais citados, a Tabela 2 consta listados os dez primeiros títulos juntamente com os respectivos autores, ano de publicação, número de citações e a média de citações por ano. Consta também elencados artigos que embora sejam mais recentes já estão sendo muito citados e obtendo uma média anualizada de citação elevada.

Tabela 2 Artigos mais citados.

Título	Autores	Ano	Citações	
			Total	Média
The Measurement Of Efficiency And Productivity Of Health Care Delivery	Hollingsworth, Bruce	2008	312 1°	24.0 3°
The Efficiency Of Australian Universities: A Data Envelopment Analysis	Abbott, M; Doucouliagos, C	2003	277 2°	15.4 4°
A Survey Of DEA Applications	Liu, John S.; Lu, Louis Y. Y.; Lu, Wen-Min; Lin, Bruce J. Y.	2013	256 3°	32.0 1°
Data Envelopment Analysis And Its Application To The Measurement Of Efficiency In Higher Education	Johnes, Jill	2006	227 4°	15.1 5°
Using Rank Statistics For Determining Programmatic Efficiency Differences In Data Envelopment Analysis	Brockett, PL; Golany, B	1996	148 5°	5.9 28°
Measuring The Efficiency Of University Technology Transfer	Anderson, Timothy R.; Daim, Tugrul U.; Lavoie, Francois F.	2007	142 6°	10.1 7°
Cross-Country Efficiency Of Secondary Education Provision: A Semi-Parametric Analysis With Non-Discretionary Inputs	Afonso, Antonio; Aubyn, Miguel St.	2006	125 7°	8.3 8°
Research Funding And Performance In Uk University Departments Of Economics - A Frontier Analysis	Johnes, J; Johnes, G	1995	116 8°	4.5 46°
Determinants Of Technical Efficiency Of Crop And Livestock Farms In Poland	Latruffe, L; Balcombe, K; Davidova, S; Zawalinska, K	2004	114 9°	6.7 16°
Non-Parametric Approaches To Education And Health Efficiency In OECD Countries	Afonso, Antonio; St Aubyn, Miguel	2005	111 10°	6.9 13°
A Literature Study For DEA Applied To Energy And Environment	Sueyoshi, Toshiyuki; Yuan, Yan; Goto, Mika	2017	102 13°	25.5 2°
China's Regional Sustainability And Diversified Resource Allocation: DEA Environmental Assessment On Economic Development And Air Pollution	Sueyoshi, Toshiyuki; Yuan, Yan	2015	74 24°	12.3 6°
Determinants Of Healthcare System's Efficiency In OECD Countries	Hadad, Sharon; Hadad, Yossi; Simon-Tuval, Tzahit	2013	57 42°	7.1 12°
Application Of Dea Method In Efficiency Evaluation Of Public Higher Education Institutions	Nazarko, Joanicjusz; Saparauskas, Jonas	2014	50 55°	7.1 11°
Measuring The Efficiency Of Hospitals: A Fully-Ranking DEA-FAHP Approach	Rouyendegh, Babak Daneshvar; Oztekin, Asil; Ekong, Joseph; Dag, Ali	2019	13 252°	6.5 20°

Fonte: Resultados da pesquisa.

O artigo de Hollingsworth (2008) é o mais citado com 312 citações, que verificando a média anualizada das citações, 24,0, passa a ser o terceiro mais citado. Ainda considerando o total de citações, o terceiro classificado Liu, Lu, Lu, e Lin (2013) sobe para primeiro ao se verificar a média de 32,1 e o décimo terceiro artigo mais citado foi Sueyoshi, Yan e Mika (2017), o qual sobe para segundo com base na média anual de citações de 25,5. Outro exemplo de artigo recente é de Rouyendegh, Oztekin & Dag (2019) que possui por enquanto 13 citações, mas já é o vigésimo mais citado considerando a média.

A tabela apresenta destacados alguns exemplos significativos de alteração da classificação ao se considerar a média anualizada de citações. O critério de média de citações por ano foi realizado também por Lacruz et al. (2017) que argumentaram sobre a redução de possível discrepância de citação de cada publicação, pois espera-se que uma obra mais antiga tenha recebido mais citações que uma mais recente.

Outro aspecto verificado foram os autores que tiveram maior quantidade de publicações e estão listados na Tabela 3 todos aqueles que tiveram dois ou mais artigos publicados com exatamente a mesma autoria. O destaque é Ruggiero, J. que sozinho publicou 6 artigos, seguido por Johnes, J. com 5. Chama atenção o autor Thanassoulis, E. que aparece na tabela em três conjuntos de autoria distintos, somando 7 artigos e é importante expor ainda que não constam vários outros trabalhos com autorias diferentes cada um e que o inclui. Da mesma forma, podemos citar: Ruggiero, J.; Johnes, J.; Afonso, A. e Banker, R. D., os quais possuem outros trabalhos com autorias distintas cada um e que não aparecem na listagem.

Tabela 3 Autores com mais publicações

Autores	Nº de artigos
Ruggiero, John	6
Johnes, Jill	5
Afonso, Antonio; St Aubyn, Miguel	4
Aristovnik, Aleksander	4
Sarkar, Subhadip	4
Banker, RD; Janakiraman, S; Natarajan, R	3
Barra, Cristian; Zotti, Roberto	3
Mayston, David J.	3
Santin, Daniel; Sicilia, Gabriela	3
Thanassoulis, Emmanuel	3
Villano, Renato A.; Tran, Carolyn-Dung Thi Thanh	3
Aristovnik, Aleksander; Obadic, Alka	2
Bougnol, Marie-Laure; Dula, Jose H.	2
Ferreira, Diogo; Marques, Rui Cunha	2
Min, Hokey; Ahn, Young-Hyo; Lambert, Thomas E.	2
Sueyoshi, Toshiyuki; Yuan, Yan	2
Thanassoulis, Emmanuel; Boussofiane, A; Dyson, RG	2
Thanassoulis, Emmanuel; Portela, Maria Silva; Graveney, Mike	2

Fonte: Resultados da pesquisa.

Além disso, observando a Tabela 2 identifica-se que: Johnes, J. é também autor dos artigos classificados em 4º e 8º mais citados; que Afonso, A. é autor dos 7º e 10º artigos e que Sueyoshi, T. e Yuan, Y. são autores nos 13º e 24º artigos mais citados até o momento. A

Tabela 3 apresenta os pesquisadores mais importantes dentro dos temas estudados e verifica-se que a maioria são estrangeiros, o que indica um cenário para se buscar parcerias institucionais internacionais.

Em relação a evolução da quantidade de publicações por ano, ao observar a Figura 3 é notável o crescimento na última década, visto que 24 artigos foram publicados em 2010 e em 2019 elevou para 78 artigos. Em 2020 tendo 08 até o mês de janeiro. Tal quadro demonstra o quanto o método DEA vem sendo utilizado e de forma crescente nos estudos sobre as temáticas saúde e educação nas áreas de economia e de administração. Reforça-se que não houve recorte de tempo, sendo o primeiro artigo de 1990.

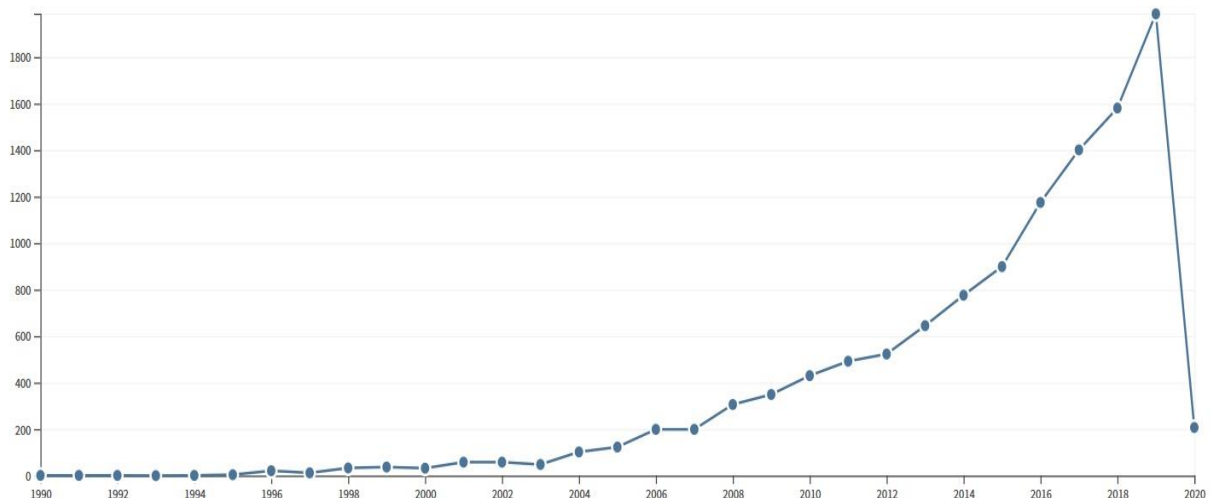


Figura 3 Publicações por ano.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Em relação ao país de origem do artigo, identificou-se como países que mais publicaram: Estados Unidos da América com 150, sendo 22,2% do total da amostra, Espanha cerca de 12,0%, Inglaterra com 10,6%; Itália com 5,6%, seguidos de Brasil e China empatados com 5,3% no período. Ao analisar a Figura 4, observa-se prevalência dos países europeus e da América do Norte, contudo aparecem países em desenvolvimento sendo mais representativos como Brasil, China, Taiwan e Irã.

A posição do Brasil com 36 artigos e quinto país no período é importante, demonstra a utilização do método DEA em suas pesquisas e o interesse de pesquisar sobre as temáticas. Deste montante de publicações brasileiras 23% estão vinculados a Universidade de São Paulo (USP), sendo a principal instituição nacional, e quase metade, 17 artigos, foram publicados na língua portuguesa, o que pode limitar acesso a esses, principalmente internacional.

Como instituições que mais publicaram foram identificadas: em primeiro Aston University com 17 artigos; segundo University of Warwick e Universidade de Lisboa com 15; e em nona colocação USP junto com Chinese Academy Of Sciences; Ku Leuven; University Of Patras; University Of Tehran e University Of Texas Austin com 8 artigos publicados.

Observando o idioma de publicação a maioria 93,9% na língua inglesa seguido de 2,5% em português, 1,9% em espanhol e havendo muito poucos artigos em outras línguas. Resultado esperado considerando a maior acessibilidade ao trabalho publicado em língua inglesa e a exigência dos periódicos internacionais.



Figura 4 Publicações por país de origem.

Fonte: Resultados da pesquisa.

4.2 Mapeamento de Análises no VOSviewer

Por meio do VOSviewer e a base de dados obtida junto ao *Web of Science* foi possível projetar mapeamentos com análises bibliométricas, conforme proposto na Tabela 2.

Neste sentido, foi elaborado um mapa de cocitação de referências, que corresponde a agrupamentos baseando-se na quantidade de artigos em que eles foram citados conjuntamente. Tal análise permite identificar os principais grupos de referências de determinada área ou assunto (van Oorschot et al., 2018). Do total de 18.171 citações constantes nos artigos da amostra, 87 trabalhos receberam pelo menos 20 citações simultâneas e foram incluídos na Figura 5. Esclarecemos que o tamanho dos círculos é proporcional à quantidade de citações e que cada cor refere a cluster elaborado pelo próprio software.

Observa-se que os três maiores círculos e com maior centralidade, cluster destacado em vermelho, se referem aos artigos seminais sobre Análise Envoltória de Dados – DEA: Charnes (1978); Banker et al. (1984) e Farrell (1957), o que justifica o fato de serem os mais utilizados. O cluster em azul tendo Simar e Wilson (2007) que defendem o modo apropriado de se realizar DEA em dois estágios, portanto discutindo sobre o método.

O cluster destacado em verde está mais focado em discutir a aplicação de DEA para análise de eficiência na educação, em universidades tendo como principal autor (Abbott & Doucouliagos, 2003). Já o cluster em amarelo com Charnes, Cooper e Rhodes (1981) que discutem avanços na aplicação de DEA e também fazem demonstração com estudo na área de educação, por isso, aparece próximo de Afonso e Aubyn (2005) e Afonso e Aubyn (2006) que destaca-se no cluster menor (roxo) e também trata sobre eficiência na educação e na saúde.

Para identificar a existência de uma rede ou de interação entre os autores que utilizam de DEA dentro das temáticas saúde e educação foram realizadas análises de coautoria por país e por instituição. Os trabalhos que compõem a amostras tiveram origem em 72 países distintos e 36 possuem ao menos 5 trabalhos publicados (Figura 6). No gráfico o tamanho dos círculos é proporcional à quantidade de publicações.

As redes mais extensas são com Estados Unidos, Inglaterra e Espanha. Conforme exposto na Figura 4 o Brasil possui 36 artigos publicados e a interação é verificada com Portugal, Estados Unidos da América, Inglaterra, Holanda, China e África do Sul.

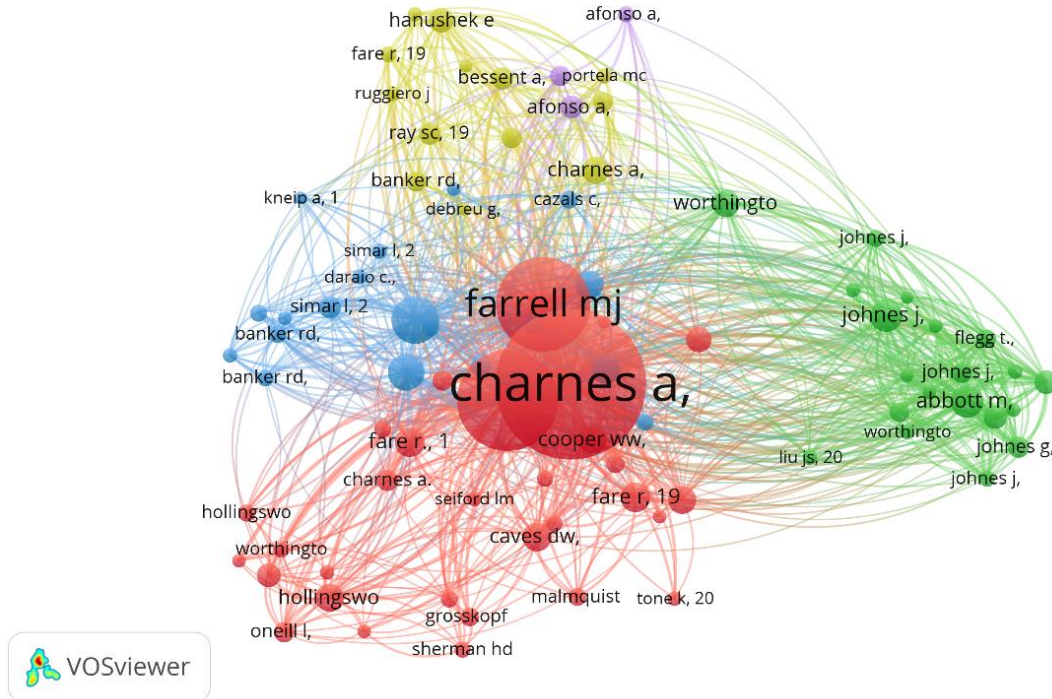


Figura 5 Mapeamento de cocitação de referências.

Fonte: Resultados da pesquisa.

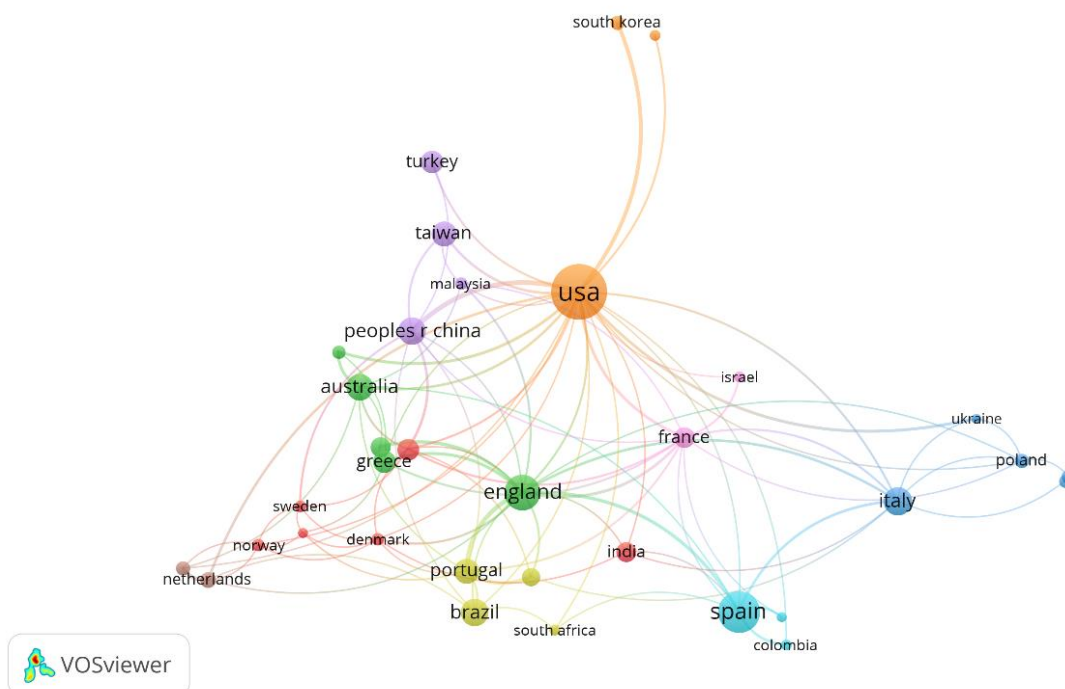


Figura 6 Mapeamento de coautoria em publicações por países.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Na Figura 7 apresenta-se a análise de interações entre as instituições que mais publicaram. Do total de 799 instituições que fazem parte da amostra, 34 possuem cinco ou mais trabalhos publicados em conjunto. O tamanho do círculo corresponde a quantidade de vínculos com outras instituições e a cor identifica cada um dos 17 clusters. Observa-se que desses 7 são formados por apenas uma instituição e outros 5 clusters são contados com 2 instituições cada. O nome aparente na figura representa a instituição com maior número de ligações.

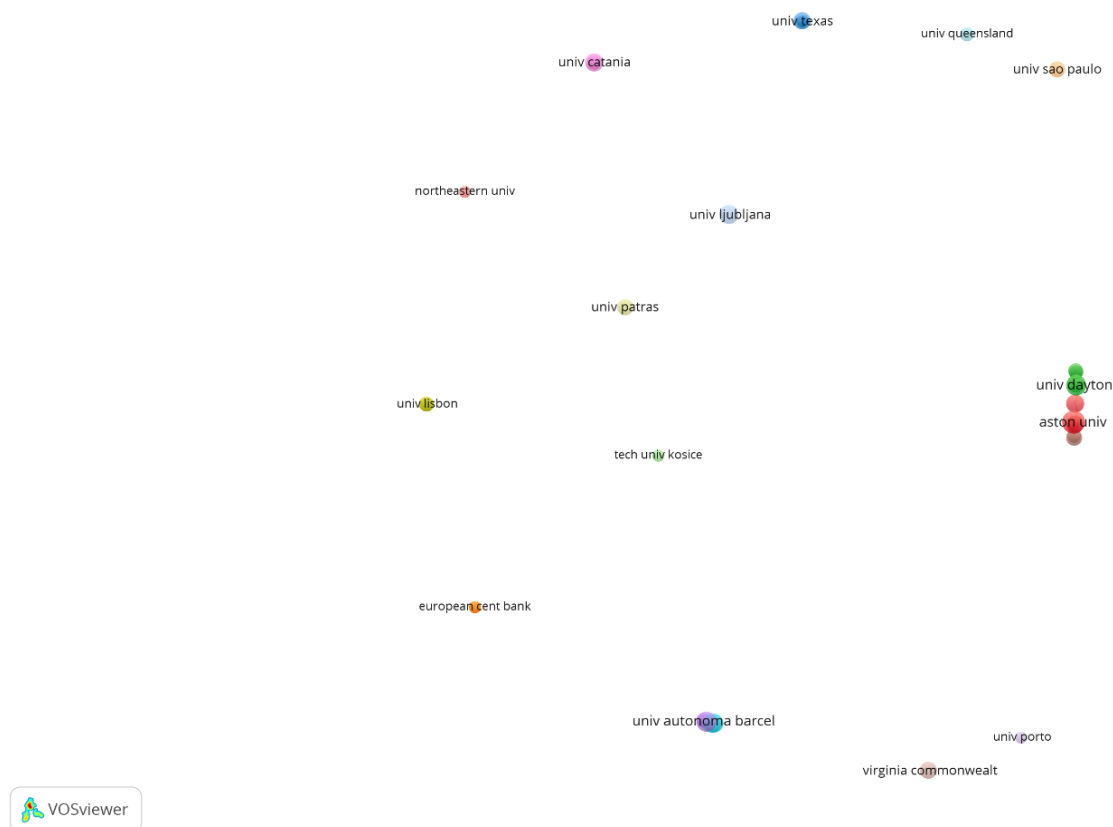


Figura 7 Mapeamento de coautoria em publicações por instituições.

Fonte: Resultados da pesquisa.

As organizações com destaque em quantidade de ligações são: Universidade de Aston (com 4), Universidade Dayton (com 3) e Universidade Autônoma de Barcelona (com 2). A Universidade de São Paulo ainda aparece no mapa, mas Universidade Federal Fluminense e a Universidade Federal de Santa Catarina não aparecem. As três são as instituições brasileiras com mais publicações, assim fica constatada a relevância em buscarem parcerias com outras instituições, inclusive de outros países para realização de pesquisas e desenvolvimento do conhecimento.

Por fim, como última análise a coocorrência de palavras-chave, a qual possibilita levantar os principais termos tratados nos trabalhos que compõem a amostra. Do total de 2.210 palavras-chave foram identificadas 58 termos que repetiram no mínimo oito vezes. Para tanto, utilizou-se a função thesauros do programa VOSviewer, o qual permitiu juntar a

ocorrência de termos similares (ou seja, mesmo significados), como exemplos: i) *data envelopment analysis e data envelopment analysis (DEA)* com *DEA*; ii) *higher-education* com *higher education* e *university* com *universities*; iii) *health care* e *health services* com *health*; entre outras expressões.

A Figura 8 apresenta o mapeamento das palavras-chave principais e assim como nas figuras anteriores, o tamanho dos círculos é proporcional à quantidade de ocorrências da expressão; a proximidade entre as palavras é relacionada a quantidade vezes em que ocorreram juntas e cada cor corresponde a um cluster sugerido pelo software.

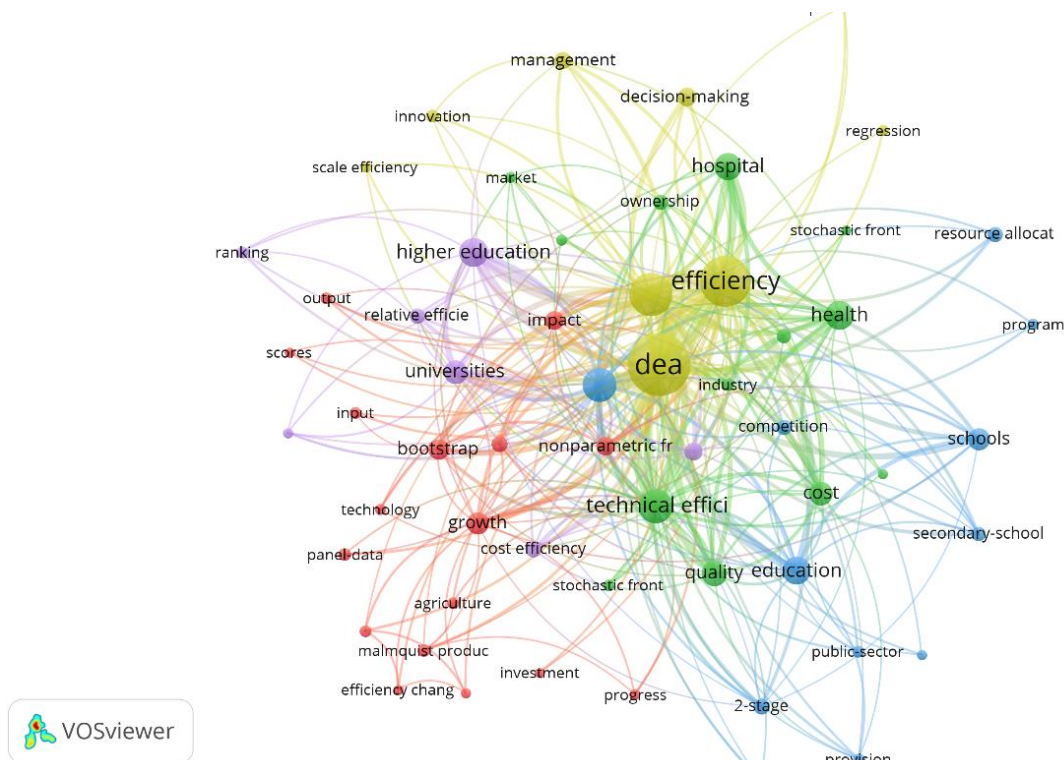


Figura 8 Mapeamento de coocorrência de palavras-chave.
 Fonte: Resultados da pesquisa.

O tamanho e a centralidade dos três maiores círculos, do cluster destacado em amarelo, demonstram a relevância dos termos: *DEA*, *efficiency* e *performance*, como esperado. Trata-se expressões diretamente relacionadas ao conceito e a natureza da Análise Envolvente de Dados – DEA. Nesse sentido, o cluster vermelho trás termos ligados a evolução do método.

Os outros clusters aparecerem expressões vinculando a DEA ao assunto objeto de pesquisa. No cluster verde, os termos *technical efficiency*, *cost*, *hospital* e *health* demonstrando a ligação da área da saúde e DEA. Já os cluster azul e roxo estão interligados pelo termo produtividade e representam o extenso vínculo com a área de educação – os termos: *education*, *universities*, *higher education*.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo foi realizada uma análise bibliométrica a partir de dados obtidos junto a base *Web of Science* que evidenciou a importância do uso da *Data Envelopment Analysis*

(DEA) em estudos sobre saúde e educação. Também foi demonstrada a evolução da utilização do método DEA em pesquisas nessas temáticas realizadas pelas áreas de economia, administração e administração pública nos últimos 30 anos.

Em 1990 foi publicado o primeiro artigo e em 2019 foram 78 publicações, sendo evidenciado um crescimento anual significativo nos últimos 10 anos. Adicionalmente ao aumento quantitativo, vale ressaltar a qualidade dos artigos, considerando a qualidade dos cinco periódicos com maior número das publicações, Qualis A1 em Administração e/ou Economia. O que demonstra a aceitabilidade do método no meio científico e aplicabilidade nas temáticas analisadas.

Foi apresentado baixo nível de parcerias institucionais nos estudos dessas áreas, sendo um aspecto se atentar no contexto atual desenvolvimento de pesquisas interinstitucionais e multinacionais. Isso vale diretamente as instituições brasileiras que mais publicaram, USP, UFRJ e UFSC, inclusive no avanço de parcerias internacionais.

A concentração da maioria dos estudos ficou com os EUA e países da Europa, no entanto, havendo aumento de estudos e ganhando destaque países como Brasil, China, Taiwan e Iran. O idioma predominante foi o inglês. Quanto as publicações brasileiras, quase metade (49%) delas em português, o que pode reduzir acesso aos artigos por estrangeiros.

O crescimento da quantidade de publicações e as fortes ligações da DEA com os termos de pesquisa da educação e da saúde, evidenciam a pertinência da utilização do método DEA em estudos realizados nas ciências econômicas e gerenciais sendo indicado para trabalhos sobre essas temáticas e políticas públicas, como evidenciado por (Emrouznejad & Yang, 2018).

Sugere-se pesquisar sobre aplicação do método DEA em outras temáticas de políticas públicas e, por outro lado, investigar dentro das áreas da saúde e da educação outros métodos que utilizados para avaliar eficiência e auxiliar na gestão de alocação de recursos.

REFERENCIAS

- Abbott, M., & Doucouliagos, C. (2003). The efficiency of Australian universities: a data envelopment analysis. *Economics of Education Review*, 22(1), 89–97. [https://doi.org/10.1016/S0272-7757\(01\)00068-1](https://doi.org/10.1016/S0272-7757(01)00068-1)
- Araújo, A. L. de, Rodrigues, B. Á., Telles, L. B., Vaz, M. C. S., & Bittencourt, J. V. M. (2017). A bibliometric analysis of the Scielo database: a Brazilian portfolio of the solidarity economy. *Scientometrics*, 112(1), 1–20. <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2382-2>
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some Models For Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *MANAGEMENT SCIENCE*, 30.
- Belloni, J. Á. (2000). *Um método de avaliação da eficiência produtiva de Universidades Federais Brasileiras*. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil., Santa Catarina.
- Ceretta, P. S., & Costa Jr., N. C. A. da. (2001). Avaliação e seleção de fundos de investimento: um enfoque sobre múltiplos atributos. *Revista de Administração Contemporânea*. <https://doi.org/10.1590/s1415-6552001000100002>

- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Debreu, G. (1951). The coefficient of resource utilization. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 19(3), 273–292. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.2307/1906814>
- Degenhart, L., Vogt, M., & Zonatto, V. C. da S. (2016). Influência dos gastos públicos no crescimento econômico dos municípios da Região Sudeste do Brasil. *REGE - Revista de Gestão*, 23(3), 233–245. <https://doi.org/10.1016/j.rege.2016.06.005>
- Devaney, M., Morillon, T., & Weber, W. (2016). Mutual fund efficiency and tradeoffs in the production of risk and return. *Managerial Finance*. <https://doi.org/10.1108/MF-05-2015-0142>
- Emrouznejad, A., & Yang, G. liang. (2018). A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978–2016. *Socio-Economic Planning Sciences*, 61, 4–8. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2017.01.008>
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*. <https://doi.org/10.2307/2343100>
- Fonseca, S. E., Fernandes, A. R., Cunha, C. L., & Iquiapaza, R. A. (2018). Fundos de Investimento: Performance Aplicando Modelo Carhart e Análise Envoltória de Dados. *Revista de Administração Contemporânea*. <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2018170174>
- Gomes, C. S. (2010). *Eficiência dos sistemas municipais de educação no Estado de São Paulo*. Universidade de São Paulo.
- Kim, D. H., Wu, Y. C., & Lin, S. C. (2019). Education, health, and economic development. *Macroeconomic Dynamics*, 23(2), 837–869. <https://doi.org/10.1017/S1365100517000050>
- Lacruz, A. J., Américo, B. L., & Fagner, C. (2017). Teoria ator-rede em estudos organizacionais : análise da produção científica no Brasil. *Cad. EBAPE.BR*, V, 15(3), 574–598. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/1679-395157007>
- Lins, M. E., Lobo, M. S. D. C., Moreira Da Silva, A. C., Fiszman, R., & Ribeiro, V. J. D. P. (2007). O uso da Análise Envoltória de Dados (DEA) para avaliação de hospitais universitários Brasileiros. *Ciencia e Saude Coletiva*, 12(4), 985–998. <https://doi.org/10.1590/s1413-81232007000400020>
- Peña, C. R. (2008). Um modelo de avaliação da eficiência da administração pública através do método análise envoltória de dados (DEA). *Revista de Administração Contemporânea*. <https://doi.org/10.1590/s1415-6552008000100005>
- Portulhak, H., Raffaelli, S. C. D., & Scarpin, J. E. (2018). A Eficiência da Aplicação de Recursos Voltada à Saúde Pública nos Municípios Brasileiros. *Contabilidade, Gestão e*

- Governança*, 21(1), 21–39. https://doi.org/10.21714/1984-3925_2018v21n1a2
- Quevedo-Silva, F., Almeida Santos, E. B., Brandão, M. M., & Vils, L. (2016). Estudo Bibliométrico: Orientações sobre sua Aplicação. *Revista Brasileira de Marketing*, 15(2), 246–262. <https://doi.org/10.5585/remark.v15i2.3274>
- Silva, C. M. D. da, Benedicto, G. C. de, Carvalho, F. de M., & Santos, A. C. dos. (2013). Eficiência na Alocação de Recursos Públicos na Educação Básica em Minas Gerais. *XXXVIII Encontro Da Associação Nacional de Pós-Graduação Em Administração (ANPAD)*. Rio de Janeiro.
- Silva, M. C., & Niyama, J. K. (2019). Análise bibliométrica da evolução da pesquisa científica em contabilidade internacional nos principais periódicos de língua inglesa. *REVISTA AMBIENTE CONTÁBIL - Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte - ISSN 2176-9036*, 11(2), 65–87. <https://doi.org/10.21680/2176-9036.2019v11n2id16195>
- Simar, L., & Wilson, P. W. (2007). Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of Econometrics*, 136(1), 31–64. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2005.07.009>
- Struecker, D. R., & Hoffmann, M. G. (2017). Participação social nos serviços públicos: caracterização do estado da arte por meio da bibliometria e da revisão sistemática. *REGE - Revista de Gestão*, 24(4), 371–380. <https://doi.org/10.1016/j.rege.2017.03.008>
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- van Oorschot, J. A. W. H., Hofman, E., & Halman, J. I. M. (2018). A bibliometric review of the innovation adoption literature. *Technological Forecasting and Social Change*, 134(March 2017), 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.04.032>