



University of  
Texas Libraries



e-revist@s



Centro Universitário Santo Agostinho



# revistafsa

[www4.fsnet.com.br/revista](http://www4.fsnet.com.br/revista)

Rev. FSA, Teresina, v. 18, n. 01, art. 10, p. 214-239, jan. 2021

ISSN Impresso: 1806-6356 ISSN Eletrônico: 2317-2983

<http://dx.doi.org/10.12819/2020.18.01.10>

DOAJ DIRECTORY OF  
OPEN ACCESS  
JOURNALS

WZB  
Wissenschaftszentrum Berlin  
für Sozialforschung



## Data Envelopment Analysis (DEA) em Estudos Sobre Saúde e Educação

## Data Envelopment Analysis (DEA) in Studies on Health and Education

### **Cleiton Martins Duarte da Silva**

Doutorado em Administração pela Universidade Federal de Minas Gerais  
Mestre em Administração pela Universidade Federal de Lavras  
Professor do Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG Campus Ouro Branco  
E-mail: [cleiton.duarte@ifmg.edu.br](mailto:cleiton.duarte@ifmg.edu.br)

### **Sabrina Espinele da Silva**

Doutorado em Administração pela Universidade Federal de Minas Gerais  
Mestre em Administração pela Universidade Federal de Minas Gerais  
E-mail: [sabrinaespinele@gmail.com](mailto:sabrinaespinele@gmail.com)

### **Márcio Augusto Gonçalves**

PhD em Administração - Aston University, AU, Grã-Bretanha.  
Doutorado em Administração/Aston University  
Professor Associado do CEPEAD pela Universidade Federal de Minas Gerais  
E-mail: [marciouk@yahoo.com](mailto:marciouk@yahoo.com)

### **Carlos Alberto Gonçalves**

Doutor em Administração pela Universidade de São Paulo  
Professor Titular do CEPEAD/ Universidade Federal de Minas Gerais  
E-mail: [carlos@face.ufmg.br](mailto:carlos@face.ufmg.br)

#### **Endereço: Cleiton Martins Duarte da Silva**

IFMG - Rua Afonso Sardinha, n. 90, Pioneiros, Ouro Branco, MG, CEP: 36420-000. Brasil.

#### **Endereço: Sabrina Espinele da Silva**

Universidade Federal de Minas Gerais/FACE - Avenida Antônio Carlos, 6627 FACE, Pampulha, CEP: 31270-901 - Belo Horizonte, MG – Brasil.

#### **Endereço: Márcio Augusto Gonçalves**

Universidade Federal de Minas Gerais/FACE - Avenida Antônio Carlos, 6627 FACE, Pampulha, CEP: 31270-901 - Belo Horizonte, MG – Brasil.

#### **Endereço: Carlos Alberto Gonçalves**

Universidade Federal de Minas Gerais/FACE - Avenida Antônio Carlos, 6627 FACE, Pampulha, CEP: 31270-901 - Belo Horizonte, MG – Brasil.

**Editor-Chefe: Dr. Tonny Kerley de Alencar Rodrigues**

**Artigo recebido em 25/11/2020. Última versão recebida em 10/12/2020. Aprovado em 11/12/2020.**

**Avaliado pelo sistema Triple Review: a) Desk Review pelo Editor-Chefe; e b) Double Blind Review (avaliação cega por dois avaliadores da área).**

**Revisão: Gramatical, Normativa e de Formatação**



## RESUMO

*Data Envelopment Analysis* (DEA) tem sido amplamente utilizado nas mais variadas áreas. Observa-se um rápido e contínuo crescimento de trabalhos que utilizam o método, sendo difícil acompanhar seu desenvolvimento e suas tão variadas aplicações. Desse modo, justifica-se a necessidade de estudos de atualização sobre o campo e que facilitem novas pesquisas. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho é analisar a literatura sobre a aplicação do método DEA em estudos sobre saúde e educação, considerando as áreas de administração e economia e mostrar a estrutura representativa desse campo de pesquisa. Para tanto, realizou-se análise bibliométrica do banco de artigos e mapeamentos com a finalidade de apresentar a estrutura do campo. Os resultados constataram um crescimento anual intenso de artigos principalmente nos últimos 10 anos e a aceitação de trabalhos com DEA no meio acadêmico. Forneceram indicações - principais autores, artigos e palavras-chave - sendo úteis para novos estudos, bem como a rede de instituições, pesquisadores e países que atuam no campo. Ademais, mediante o volume de estudos identificados e apontamento daqueles mais relevantes, considera-se a existência de uma literatura com exemplos de aplicação de DEA como uma ferramenta que fornece embasamento a gestores e outros profissionais para realizarem avaliações de programas e políticas públicas.

**Palavras-chave:** *Data Envelopment Analysis* (DEA). Aplicação em Saúde. Aplicação em Educação. Bibliometria. VOSviewer.

## ABSTRACT

The Data Envelopment Analysis (DEA) has been widely used in the most varied areas. Thus, there is a rapid and continuous growth of works using this method, making it difficult to monitor its development and the varied applications. Furthermore, there is a need for updating studies that facilitate the realization of new researches. In this sense, the aim of this work is to analyze the literature on the application of the DEA method in studies on health and education, considering the areas of administration, public administration, and economics, and to show the representative structure of this field of research. For this purpose, a bibliometric analysis of the article database and mappings was performed using the VOSviewer software considering co-occurrence of keywords, co-authorship, and co-quotation of articles, in order to present the structure of the field. The results showed an intense annual growth of articles mainly in the last 10 years and the acceptance of works with DEA in the academic environment. It provided indications - main authors, articles, and keywords - useful as a basis for new studies, as well as a network of institutions, researchers, and countries working in the field. Furthermore, through the volume of studies identified and the selection of the most relevant ones, the existence of literature with examples of the application of the use of the DEA model is considered as a tool that provides support to managers and other interested parties to make evaluations of programs, units and policies public.

**Keywords:** Data Envelopment Analysis (DEA). Health Application. Education Application. Bibliometric Analysis. VOSviewer.

## 1 INTRODUÇÃO

A Análise Envoltória de Dados (DEA) permite a avaliação relativa da eficiência e desempenho de unidades tomadoras de decisões - denominadas *Decision Make Units* (DMUs) - em comparação a outras unidades de um grupo, que operem dentro de algum setor. Tem sido amplamente utilizada nas mais variadas áreas como mostram estudos anteriores (LAMPE; HILGERS, 2015). Pesquisas sobre a literatura DEA evidenciaram a variedade de aplicações do método, além de sua extensa aplicação, especialmente em setores como: banco, educação e saúde (KOHL *et al.* 2019). Nesse sentido, Liu, Lu, Lu, & Lin (2013) expuseram como razões para o seu uso em quase todos os setores econômicos a capacidade de classificar as unidades; levantar fontes de ineficiência, avaliar a eficácia de programas/políticos e da gestão, gera uma base quantitativa para distribuição de recursos etc.

Discute-se que o método DEA ganhou notoriedade a partir da publicação seminal de Charnes, Cooper, and Rhodes (Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, 1978). Desde então, a utilização do método apresenta um rápido e contínuo crescimento em trabalhos teóricos e empíricos (DARAIO, *et al.*, 2020; EMROUZNEJAD; YANG, 2018; LAMPE; HILGERS, 2015), sendo difícil acompanhar seu desenvolvimento e suas tão variadas aplicações (LIU *et al.*, 2013). Desse modo, pontua-se a necessidade de estudos de atualização para acompanhar esse progresso.

Liu, Lu, Lu, & Lin (2013) fizeram um levantamento de artigos vinculados a DEA, desde 1978, e do total de artigos encontrados (4.936), 36,5% eram puramente metodológicos e quase dois terços apresentam o método aplicado. Esses últimos foram o foco da pesquisa, onde os autores deram ênfase aos setores que se destacaram como principais, que representam 41% do total dos artigos: 1º bancário, 2º saúde, 3º agrícola, 4º transporte e 5º educação. No trabalho confirmaram estatisticamente como destaque os setores que haviam identificado como mais frequentes em trabalhos anteriores. Além disso, os autores trataram cada setor como uma área de pesquisa e tendo ligações diretas com o desenvolvimento do DEA. Ademais, em uma revisão sistemática mais recente foi identificada a saúde entre as quatro principais áreas com uso de metodologias que estimam fronteiras de eficiência (DEA e *Stochastic Frontier Analysis* - SFA) no período de 1978 a 2019 (DARAIO *et al.*, 2020). Aspectos que motivaram a definição do enfoque deste trabalho nas áreas de saúde e educação.

Considerando a área da saúde os primeiros estudos que efetivaram o uso do DEA foram de Nunamaker (1983) e Sherman (1984), com enfoque em serviços de enfermagem e hospitais universitários, respectivamente. Sherman (1984) conclui que o DEA se apresentou

como uma forma de auxiliar a identificação da ineficiência hospitalar (LIU *et al.*, 2013). A partir desses estudos iniciais Liu, Lu, Lu, & Lin (2013) mostraram correntes de pesquisas que foram seguidas, inclusive comparando DEA a outras técnicas e fechou com Hollowsworth (2008) que evidenciou que o DEA é a principal base para as técnicas aplicadas em estudos de eficiência na área de saúde.

Complementarmente, Kohl, Schoenfelder, Fügener, e Brunner (2019) realizaram um estudo sobre o uso de DEA em saúde, com foco específico em hospitais, e analisaram 262 publicações originadas no período de 2005 a 2016. O trabalho deles objetivou, além de apresentar as estatísticas descritivas, analisar os objetivos de pesquisas dessas publicações, bem como a metodologia e os modelos aplicados. Como resultado, identificaram as publicações mais relevantes e as formas de aplicação de DEA na prática. Ao final, os autores reforçaram sobre a utilização de DEA em saúde e fizeram indicações de como torná-lo um instrumento mais utilizado por gerentes e formuladores de políticas.

Além disso, a área da educação também chama a atenção pela bibliometria realizada por Liu *et al.* (2013), visto que Charnes (1981) e Bessente B. (1980) na área de educação desenvolviam suas pesquisas com o uso do DEA (LIU *et al.*, 2013). Os autores ponderam que o DEA seguiu duas correntes: uma focada no ensino básico e outra no ensino superior até chegar em Johnes e Yu (2008), que mensuraram o desempenho das universidades com uma tendência a partir de então de concentração no ensino superior. Interessante expor a constatação de Lu, Lu, e Lin (2013) que os principais artigos na área de educação foram também base para o desenvolvimento do próprio DEA.

Quanto a estudos brasileiros, Zoghbi *et al.* (2009) utilizaram DEA para avaliar a eficiência dos gastos em educação, afirmaram que é possível identificar e melhor analisar as ineficiências, o que é muito importante diante da percepção da sociedade de que os recursos públicos são mal aplicados. Portulhak *et al.* (2018) também por meio do DEA analisaram a eficiência no atendimento do Sistema Único de Saúde (SUS) no Brasil, e reafirmaram que não é suficiente aplicação de recursos públicos, argumentaram que a ineficiência requer que os municípios busquem as melhores práticas nos municípios referências. Machado Junior, Irffi, e Benegas (2011) defenderam o uso do DEA para avaliar a eficiência na alocação de recursos públicos, o que pode ser de grande serventia aos gestores públicos ao viabilizar análises para cada unidade prestadora de serviços separadamente e baseadas em alguma outra de referência (*benchmarking*), o que possibilita a formulação de metas distintas para cada órgão. Destaca-se ainda que a utilização do método DEA possibilita apoiar a criação e o monitoramento de políticas públicas.

Não obstante, os serviços de educação e de saúde são essenciais para a sociedade e estão relacionados à avaliação da qualidade de vida das pessoas. Portulhak, Raffaelli, e Scarpin (2018) expõem o modelo de Grossman (1972) em que a educação apresenta função fundamental ao influenciar a demanda por tratamentos de saúde, pois pessoas com maior nível educacional compreendem melhor as recomendações médicas e possuem tempo e recursos para escolhas mais saudáveis, conseqüentemente, atingem melhor estado de saúde. Brunello, Fort, Schneeweis e Winter-Ebmer (2016) demonstraram uma relação negativa entre escolaridade e hábitos não saudáveis, como tabagismo, sedentarismo, consumo de bebidas alcoólicas, e argumentaram também que melhor nível educacional possibilita acesso a melhores empregos e moradia em locais mais estruturados, o que auxilia na promoção da saúde. Sendo assim, a demanda por serviços de assistência à saúde pode ser reduzida elevando-se a oferta de outros serviços públicos, incluindo educação (PORTULHAK *et al.*, 2018).

São também duas áreas relevantes devido ao impacto que acarretam a eficiência da administração pública (AFONSO; ST. AUBYN, 2005). A execução desses serviços implica utilização de recursos (financeiros, pessoal, materiais e outros), os quais são escassos e, portanto, almeja-se melhores níveis de eficiência. A finitude de recursos públicos é um fato e nos últimos anos o governo brasileiro vem impondo seguidas restrições orçamentárias, principalmente nas políticas sociais, como educação, assistência social e saúde, por meio da Emenda Constitucional 95, de 15 de dezembro de 2016, ainda que seja crescente a demanda da população por esses serviços sociais. Além disso, os investimentos em saúde e educação são formas de acelerar o crescimento da economia e o desenvolvimento dos países (KIM; WU; LIN, 2019). Logo, são temas fundamentais a serem estudados, principalmente em países com eminentes demandas sociais como o Brasil.

Nesse panorama, fica evidente a necessidade de aumentar a eficiência de programas e atividades sociais, bem como da alocação dos recursos públicos e, conseqüentemente, melhor atender ao cidadão, sendo uma ferramenta para esse gerenciamento a análise envoltória de dados (DEA). Para realizar o cálculo e o controle dessa eficiência na administração pública, muitos estudos têm demonstrado o DEA como pertinente (BRUNELLO, *et al.* 2016; DEGENHART, VOGT; ZONATTO, 2016; KIM; WU; LIN, 2019; MACHADO JUNIOR *et al.*, 2011; NOGUEIRA VILANOVA, FILHO; PERRELLA BALESTIERI, 2014), outros específicos sobre educação e saúde (AFONSO; ST. AUBYN, 2005; KOHL *et al.*, 2019; LIU *et al.*, 2013; PORTULHAK *et al.*, 2018; SOUZA; SCATENA; KEHRIG, 2016), os quais foram utilizados como referências neste trabalho.

Diante do contexto, formulou-se o questionamento: Qual o panorama da produção científica da utilização de Análise Envoltória de Dados em estudos sobre saúde e educação dentro das ciências sociais aplicadas?

Assim, o objetivo desse trabalho é analisar a literatura sobre aplicação do método DEA em estudos sobre saúde e educação. Mais especificamente: i) apresentar o crescimento da utilização do método DEA em trabalhos sobre educação e saúde, considerando as áreas de administração, administração pública e economia; e ii) mostrar a estrutura representativa desse campo de pesquisa quanto à rede científica, principais autores e palavras-chaves utilizados. Considerando a delimitação em publicação das ciências sociais aplicadas optou-se por pesquisar na base de dados *Web of Science*.

O trabalho contribui para a literatura, ao realizar análises bibliométricas junto ao mapeamento científico e assim fornecer indicações de principais autores, artigos e palavras-chave para elaboração de novos estudos, como também insights, e assim contribuir para futuro desenvolvimento do conhecimento científico no campo pesquisado. Como contribuições para prática, mediante o volume de estudos identificados e aqueles mais relevantes, considera-se a existência de uma literatura com exemplos de aplicação do uso da DEA como uma ferramenta que fornece embasamento a gestores e outros interessados em fazer avaliação de programas, unidades e políticas públicas.

Por fim, este artigo se estrutura da seguinte forma: além dessa introdução, a segunda seção discorre sobre o embasamento teórico do DEA, na seção três apresentam-se os procedimentos metodológicos, na quarta seção encontram-se os resultados e discussões e por último, as considerações finais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA)

A análise envoltória de dados (DEA) foi proposta por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), que se basearam nas pesquisas iniciadas por Debreu (1951), e Farrell (1957) e é uma técnica da área de pesquisa operacional. Trata-se de um método 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 às outras unidades (NOGUEIRA VILANOVA *et al.*, 2014). 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 (PÉRICO; REBELATTO; SANTANA, 2008). 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 empregados (GOMES, 2010).

Embora seja um método não paramétrico de estimação, que traz como uma de suas vantagens a elaboração de uma fronteira de eficiência por meio de programação matemática de otimização, e para tanto, não exige nenhuma especificação a priori de relação funcional entre insumos e produtos, pondera-se que o método é suscetível a observações extremas e a erros de medida (PEÑA, 2008). 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 ocorra o contrário (NOGUEIRA VILANOVA *et al.*, 2014).

Analiticamente a medida de eficiência baseia-se na definição de Pareto-Koopmans, de acordo com a qual um vetor *input-output* é tecnicamente eficiente se observadas 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*. Neste sentido, 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 inalterado o nível de resultados (orientação *input*) ou aumento da produção considerando determinado nível de insumos alocados (orientação *output*) (FONSECA *et al.*, 2018).

Os modelos básicos de DEA são conhecidos como CRS (*Constant Returns to Scale* ou CCR), desenvolvidos por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e BCC, que consideram retornos variáveis de escala (VRS-*Variable Returns to Scale*) aprimorado por Banker, Charnes e Cooper (1984). Ambos os modelos podem usar as duas formas de maximizar a eficiência: orientação *input* ou orientação *output* (PEÑA, 2008).

O DEA é um modelo de problema de programação linear e sua formulação matemática pode ser representada 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  $y_{r0}$  quantidades de produtos, utilizando  $x_{i0}$  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 produzida analisada  $h_o$  seja maximizada com a restrição de que as medida de eficiência de todas as unidades sejam menor ou igual a um (PEÑA, 2008).

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

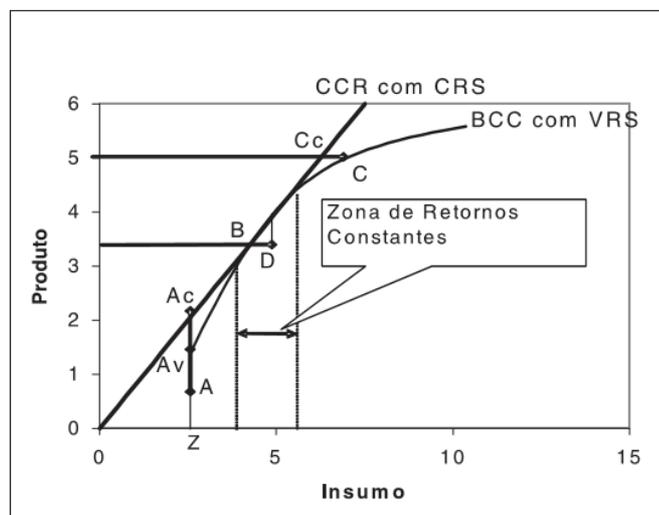
Sujeito a

$$\frac{\sum_{r=1}^m u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^n v_i x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, \dots, 0, \dots, N$$

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

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 uma fronteira eficiente com as unidades virtuais. A eficiência das DMUs é medida a partir das posições relativas ocupadas por cada unidade em relação à fronteira de eficiência gerada (PEÑA, 2008).

**Figura 1 – Comparação das curvas de eficiência modelos CCR e BCC**



Fonte: 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 “envolpar” 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 mostra as fronteiras de eficiência dos modelos BCC e CCR.

### 3 METODOLOGIA

Para atingir o objetivo proposto realizou-se, no dia 19 de fevereiro de 2020, a pesquisa na base de dados *Web of Science* (WoS) 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 contenham caracteres além da palavra escrita como: *healthcare, health system, education policy, education system, Data Envelopment Analysis (DEA)* etc.

De acordo com o delineamento da pesquisa – ciências sociais aplicadas - refinou-se a busca considerando as categorias da *WoS: Economics, Operations Research Management Science, Management, Public Administration, Business e Business Finance*. Depois da seleção nestas disciplinas obteve-se o retorno de 677 títulos, os quais compuseram a amostra em que as análises foram efetuadas. Foram considerados todos os artigos identificados, sem restrição de data, idiomas ou periódicos.

A escolha da *Web of Science* levou em consideração seu reconhecimento, qualificação e abrangência. A WoS é uma base de dados de elevada qualidade (LIU *et al.*, 2013), que contém os principais periódicos das áreas de ciências básicas, ciências sociais, humanidades e artes (HAMAD *et al.* 2020). Analisa mais de 22 mil periódicos com suas publicações (50 milhões) em setenta diferentes idiomas (HAMAD *et al.*, 2020; MERIGÓ *et al.*, 2015). Zupic e Čater (2015) demonstraram que WoS é a base de dados mais utilizada em estudos bibliométricos nas áreas de Administração e Organização, pois constataram que mais de 69% dos artigos que analisaram utilizaram-na como base de pesquisa.

A Bibliometria refere-se à utilização de métodos estatísticos e matemáticos com o objetivo de descrever e de quantificar a comunicação escrita sobre uma determinada

disciplina ou temática (SILVA; NIYAMA, 2019). Trabalhos 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 *et al.*, 2016; SILVA; NIYAMA, 2019). Para (ZUPIC; ČATER, 2015) na Administração o uso da bibliometria está em crescimento, o que é uma grande oportunidade de realizar trabalhos em seus vários campos de pesquisa. Para Barros, Salvador, Piekarski, e de Francisco (2019) realizar estudos bibliométricos é muito útil em áreas nas quais as obras literárias são o meio mais importante de comunicação científica. Na tabela 1 constam as análises que foram realizadas.

Dentre os métodos bibliométricos, as análises de citações são utilizadas para indicar influência, quanto maior quantidade de citações de um artigo, é considerado mais relevante. As análises de cocitação com base na quantificação de cocitações buscam medir a similaridade entre trabalhos, autores e/ou periódicos. Fundamentam-se na pressuposição de quanto mais citações juntas de dois itens, mais relacionado deverá ser o conteúdo desses. Coautoria permite identificar a rede social do campo de pesquisa, demonstrando colaborações científicas. E análise de palavras-chave (termos) tem a finalidade de buscar compreender o mapa semântico do campo (ZUPIC; ČATER, 2015). Para efetuar uma mapeamento bibliométrico são requeridas várias etapas, tais como: obtenção de dados, pré-processamento, extração da rede, mapeamento, análise e visualização (BARROS *et al.*, 2019).

**Tabela 1 – Indicadores para análises bibliométrica**

<b>Indicador</b>	<b>Referência</b>
<b>Periódicos com maior número de publicações</b>	(Struecker & Hoffmann, 2017; Zupic & Čater, 2015)
<b>Quantidade de artigos por ano e por língua de publicação</b>	(Araújo, Rodrigues, Telles, Vaz, & Bittencourt, 2017; Lacruz, Américo, & Carniel, 2017; Struecker & Hoffmann, 2017)
<b>Classificação de artigos mais citados</b>	(Lacruz et al., 2017; Zupic & Čater, 2015)
<b>Quantidade de artigos por Instituição</b>	(Lacruz et al., 2017)
<b>Quantidade de artigos por autoria</b>	(Araújo et al., 2017; Lacruz et al., 2017; Zupic & Čater, 2015)
<b>Rede de cocitação de artigos considerando as referências dos</b>	(van Eck & Waltman, 2010; van Oorschot, Hofman, & Halman, 2018; Zupic & Čater, 2015)

---

artigos.

---

**Rede de cooperação entre países e instituições considerando as referências.** (Lacruz et al., 2017; van Eck & Waltman, 2010)

---

**Coocorrência de palavras-chave entre as publicações.** (van Eck & Waltman, 2010; Zupic & Čater, 2015)

---

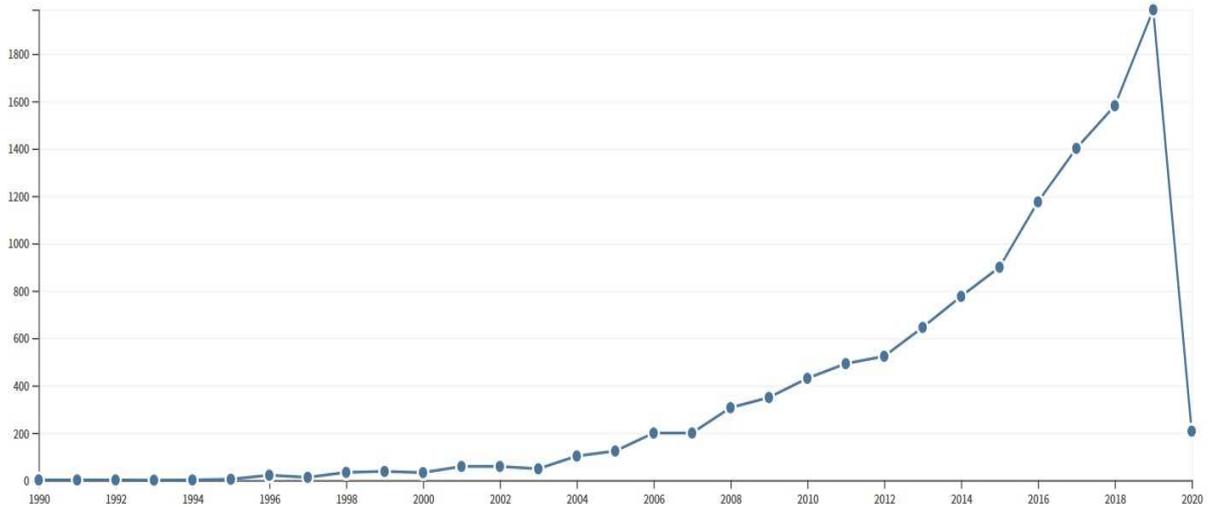
Fonte: Elaborado pelos autores

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção serão apresentados os resultados das análises bibliométricas efetuadas na base *Web of Science*, em planilhas eletrônicas e posteriormente os mapeamentos obtidos em análise de rede no VOSviewer.

### 4.1 Evolução do Campo de Pesquisa

Analisando a amostra de 677 publicações em relação ao crescimento da quantidade de publicações por ano, ao observar a figura 2 é notável o crescimento a partir dos anos 2000 que se torna mais intenso na última década, visto que 24 artigos foram publicados em 2010 e em 2019 ocorreram 78 publicações, acréscimo de 225% na quantidade por ano. Em 2020 foram 08 publicações em janeiro. Resultados correspondentes ao crescimento de publicações sobre DEA em geral, identificados por Emrouznejad e Yang (2018); Lampe e Hilgers (2015); Liu *et al.* (2013). Tal quadro demonstra o quanto o método DEA tem sido aceito e reconhecido no meio científico e vem sendo utilizado de forma crescente nos estudos sobre as temáticas saúde e educação dentro das áreas de economia e de administração. É pertinente pontuar que não houve recorte de tempo, sendo o primeiro artigo de 1990.

**Figura 2 – Publicações por ano.**

Fonte: Resultados da pesquisa.

Buscou-se identificar os periódicos que mais publicaram na temática, na Figura 3 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. Consultando a Plataforma Sucupira-Qualis Periódico da CAPES, verificou-se que estes cinco periódicos, responsáveis por 27% das publicações, são classificados como A1 nas áreas de Administração e/ou Economia, demonstrando a qualidade das publicações. Constata-se também que os cinco principais periódicos e outros, como *Computers Operatiосn Research*, *Journal of Productivity Analysis* foram também identificados por especialistas e índices de classificação de periódicos como importantes *journals* que publicam sobre DEA no estudo de Liu, Lu, e Lu (2016). Da mesma forma, os periódicos que constam na Figura 3 são citados na lista dos 20 periódicos que mais publicaram sobre DEA no trabalho de Emrouznejad e Yang (2018). Sendo veículos interessantes para publicações futuras.

**Figura 3 – Publicações por periódicos.**

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto aos artigos mais citados, a Tabela 2 elenca-os e apresenta duas classificações: os dez primeiros títulos com maior número total de citações e os dez títulos mais bem classificados ao considerar a média de citações por ano. Constam o título do artigo e os respectivos autores, ano de publicação, número total de citações e a média anual. Contém também elencados, artigos que embora sejam mais recentes e por isso, ainda não possuem tantas citações quanto os primeiros, porém já estão sendo bastante citados e obtiveram uma elevada média anualizada de citações. No apêndice A consta uma lista com 40 publicações mais citadas.

O artigo de Bruce Hollingsworth (2008) é o mais citado com 312 citações, que verificando a média anualizada das citações, 24,0, passa a ser o segundo 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 segundo mais citado Abbott, M; Doucouliagos, C (2003) fica em terceiro com base na média anual de citações de 15,4.

**Tabela 2 – Artigos mais citados e com maior média de citações anualizada.**

Título	Autores	Ano	Citações	
			Total	Média
The Measurement of Efficiency and Productivity of Health Care Delivery	Hollingsworth, Bruce	2008	312	24.0
The Efficiency of Australian Universities: A Data Envelopment Analysis	Abbott, M; Doucouliagos, C	2003	277	15.4

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 Using Rank Statistics for Determining Programmatic Efficiency Differences	Johnes, Jill	2006	227	4°	15.1	4°
Measuring the Efficiency of University Technology Transfer	Anderson, Timothy R.; Daim, Tugrul U.; Lavezio, Francisco F.	2007	142	6°	10.1	5°
Cross-Country Efficiency of Secondary Education Provision: A Semi-Parametric Analysis with Non-Research Funding and Performance in Uk University Departments of Economics - A Frontier Analysis	Afonso, Antonio; Aubyn, Miguel St.	2006	125	7°	8.3	6°
Non-Parametric Approaches to Education and Health Efficiency in Hospitals - A Multivariate Analysis of Efficiency analysis of university departments: An empirical study	Johnes, J; Johnes, G	1995	116	8°	4.5	44°
Determinants of Healthcare System's Efficiency in OECD Countries	Afonso, Antonio; St Aubyn, Miguel	2005	111	9°	6.9	10°
Application of DEA Method in Efficiency Evaluation of Public Higher Education Institutions	Chilingerian, Ja	1995	109	10°	4,2	54°
Measuring the Efficiency of Hospitals: A Fully-Ranking DEA-FAHP Approach	Kao, Chiang; Hung, Hsi-Tai	2008	106	11°	8,2	7°
	Hadad, Sharon; Hadad, Yossi; Simon-Tuval, Tzohit	2013	57	42°	7.1	9°
	Nazarko, Joanicjusz; Saparauskas, Jonas	2014	50	55°	7.1	8°
	Rouyendegh, Babak Daneshvar; Oztekin, Asil; Ekong, Joseph	2019	13	252°	6.5	18°

Fonte: Resultados da pesquisa.

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 por Abadia e Carvalho (2018), Zupic e Čater (2015) e Lacruz *et al.* (2017), que argumentaram sobre a redução de possível discrepância de citação de cada publicação. Espera-se que uma obra mais antiga tenha recebido mais citações que uma mais recente e a utilização do índice possibilita melhor comparação entre trabalhos divulgados em datas distintas. Além disso, permite identificar as publicações que se destacaram considerando a média das citações (ABADIA; CARVALHO, 2018). Como observamos na Tabela 2, sendo algumas entre as 10 primeiras e a 18° classificadas que não seriam analisadas considerando somente o total de citações.

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. Da mesma forma, podemos citar: Ruggiero, J.; Johnes, J.; Afonso, A. e Banker, R. D.

**Tabela 3 – Autores com mais publicações**

<b>Autores</b>	<b>Nº de</b>
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
Hollingsworth, Bruce	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
Thanassoulis, Emmanuel; Boussofiane, A; Dyson,	2
Thanassoulis, Emmanuel; Portela, Maria Silva;	2

Fonte: Resultados da pesquisa.

Observando as tabelas 2 e 3, vale destacar que foram identificados artigos e autores evidenciados como importantes no desenvolvimento do DEA (Daraio et al., 2020; Liu et al., 2016, 2013), quais sejam: Hollingsworth, B.; Johnes, J.; Thanassoulis, E. ; Abbott, M.; St Aubyn, M.; Anderson, T. R.; Ruggiero, John; Banker, R. D. Assim, demonstrando que são relevantes além das áreas de educação e saúde como identificados e podem ser usados como base para pesquisas. Além disso, verifica-se que: Johnes, J.; Afonso, Antonio; Aubyn, Miguel St. e Hollingsworth, Bruce estão na autoria dos 10 artigos mais citados.

Em relação ao país de origem do artigo, identificaram-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. Verificou-se a prevalência dos países europeus e da

américa do norte, contudo, países em desenvolvimento estão se tornando representativos: Brasil, China e Taiwan.

O Brasil ocupa a quinta posição com 36 artigos no período, ganhando importância. Deste montante de publicações brasileiras 23% estão vinculados à Universidade de São Paulo (USP), sendo a principal instituição nacional, e quase metade, 17 artigos, foram publicados em língua portuguesa, o que pode limitar acesso a citações por estrangeiros.

As instituições que mais publicaram foram identificadas: em primeiro Aston University (17 artigos); segundo University of Warwick e Universidade de Lisboa (15); e em nona colocação Universidade de São Paulo; Chinese Academy Of Sciences; Ku Leuven; University Of Patras; University Of Tehran e University Of Texas Austin (8 artigos em cada instituição).

## 4.2 Mapeamento da Estrutura do Campo de Pesquisa

Por meio do VOSviewer foi possível projetar mapeamentos contendo análises propostas na Tabela 1. Almeja-se aqui apresentar a estrutura intelectual, a estrutura de redes científicas e a estrutura cognitiva do campo de pesquisa, conforme será discutido. 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), assim como as tradições de pesquisa do campo, tópicos mais influentes e padrões de interrelações (ZUPIC; ČATER, 2015). Do total de 18.171 citações constantes nos artigos da amostra, 87 trabalhos receberam pelo menos 20 citações simultâneas e foram inclusos na Figura 4. Esclarecemos que o tamanho dos círculos é proporcional à quantidade de citações e que cada cor se refere a *cluster* distinto, apresentando agrupamentos e rede de conexões entre eles.

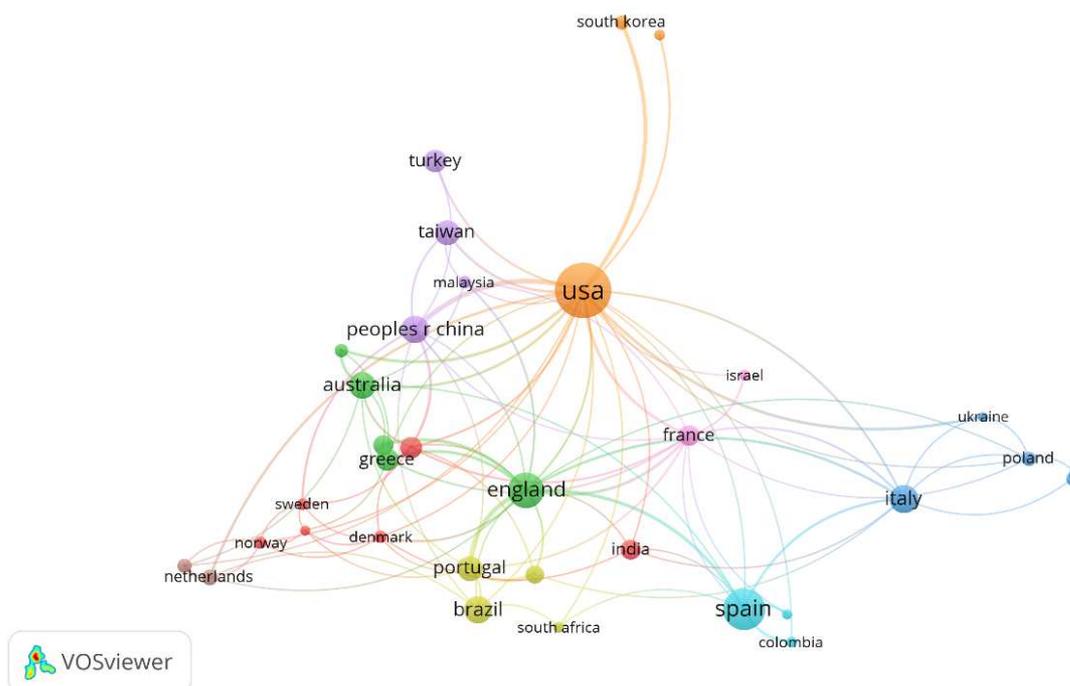
Observa-se que os três maiores círculos e com maior centralidade, agrupamento destacado em vermelho, referem-se aos artigos seminais sobre DEA: Charnes (1978); Banker et al. (1984) e Farrell (1957), o que justifica o fato de serem os autores mais cocitados. Também inclui trabalhos de Shermant (1984), Banker e C. (1986); Worthington (2004) e Hollingsworth (1995, 2008) que foram publicações evidenciadas como fundamentais e bases no desenvolvimento das aplicações do DEA na saúde (LIU et al., 2013). O cluster em azul tendo Simar e Wilson (2007) e Banker (2004) que defendem o modo apropriado de se realizar DEA em dois estágios, portanto discutindo uma corrente de evolução do método.



pesquisa. Mostrando a estrutura científica do campo, como ensina Zupic e Čater (2015). Nesse sentido, devemos destacar que os trabalhos de Hollingsworth (2008); Abbott e Doucouliagos (2003); Johnes, J (2006); Johnes, J e Johnes, G (1995); Ruggiero, J (1999) ; Afonso e Aubyn (2005, 2006) foram identificados no mapa e também foram discriminados entre aqueles trabalhos que obtiveram maior quantidade de citações e/ou autores que mais publicaram nas análises bibliométricas, evidenciando o reconhecimento científico desses artigos e autores.

Para identificar a existência de uma rede ou de interação entre os autores que se utilizam de DEA dentro das áreas 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. Na Figura 5, o tamanho dos círculos é proporcional à quantidade de publicações do país em colaboração com outros. As redes mais extensas são dos Estados Unidos da América, Inglaterra e Espanha. Conforme relatado antes, o Brasil possui 36 artigos publicados e a interação foi constatada com Portugal, Estados Unidos da América, Inglaterra, Holanda, China e África do Sul.

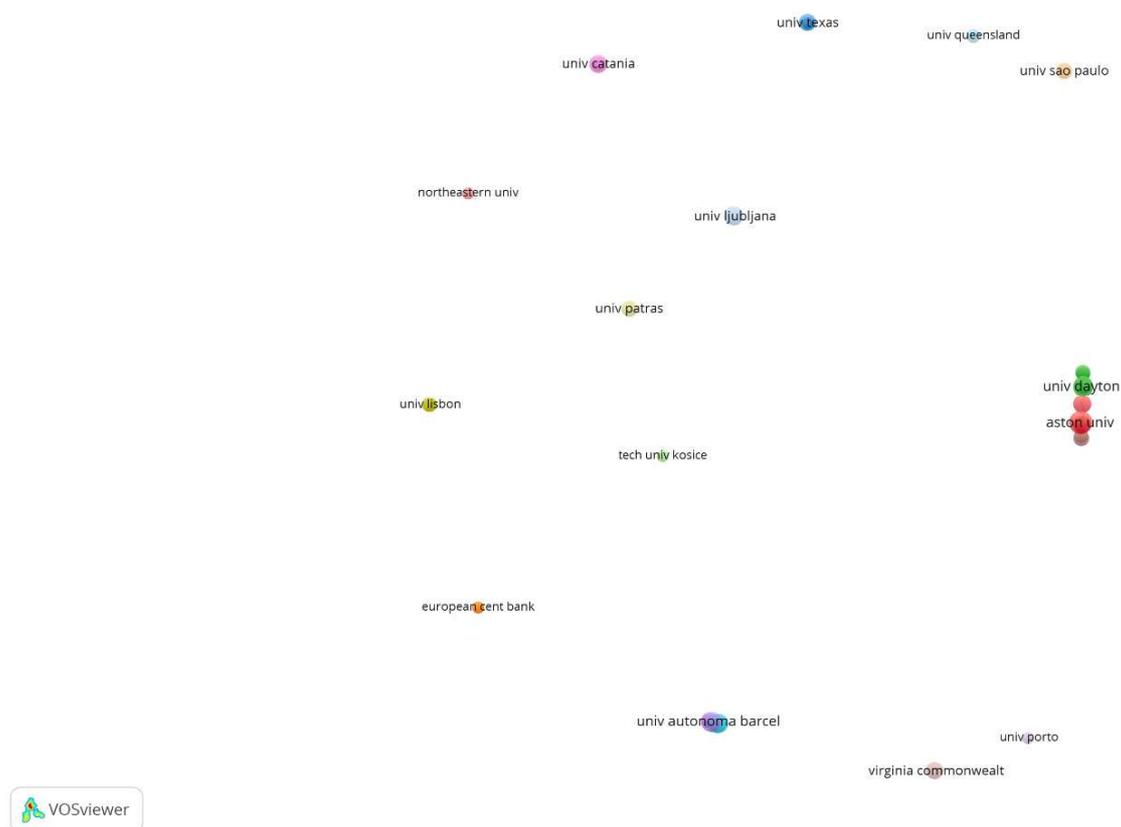
**Figura 5 – Mapeamento de coautoria em publicações por países.**



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 6 apresenta as interações entre as instituições que mais publicaram. Nesse mapeamento é considerada a instituição de cada autor, assim, por exemplo, um mesmo artigo com 5 autores de instituições distintas constará vínculo com todas elas. Por isso, esclarecemos que para melhor visibilidade e análise do gráfico foi realizado um recorte considerando nos agrupamentos apresentados aquelas que efetivaram no mínimo cinco coautorias. Do total de 799 instituições que correspondem aos trabalhos da amostra, 34 delas possuem cinco ou mais trabalhos publicados em conjunto com outras. O tamanho do círculo corresponde à quantidade de publicações de cada uma com outras instituições e as cores distintas identificam cada um dos 17 *clusters*. O nome da universidade aparente no gráfico representa a instituição com maior número de ligações.

**Figura 6 – Mapeamento de coautoria em publicações por instituições.**



Fonte: Resultados da pesquisa.

Observa-se que desses 7 *clusters* mostram uma única instituição, porque publicaram em colaboração com outras que não alcançaram o mínimo de cinco trabalhos, então, essas não aparecem no mapa. Outros 7 *clusters* aparecem com 2 instituições cada. As organizações com



Do total de 2.210 palavras-chave foram identificados 58 termos que se repetiram no mínimo oito vezes. A Figura 7 apresenta o mapeamento em que o tamanho dos círculos é proporcional à quantidade de ocorrências da expressão; a proximidade entre os termos é relacionada ao número de vezes em que ocorreram juntas e a cor corresponde a um *cluster* identificado.

O tamanho e a centralidade dos três maiores círculos, pertencentes ao *cluster* destacado em amarelo, demonstram a relevância dos termos: *DEA*, *efficiency*, *performance* e *decision-making*, como esperado devido ao foco do estudo. Trata-se de expressões diretamente relacionadas ao conceito e à natureza da Análise Envoltória de Dados. Nesse mesmo sentido, o *cluster* vermelho traz termos ligados ao método DEA e sua evolução (*malmquist*, *bootstrap*) e outras áreas de aplicação (*agriculture*, *investment*). Nos outros *clusters* aparecerem expressões vinculando a DEA ao assunto objeto de pesquisa. No *cluster* verde, os termos *technical efficiency*, *cost*, *hospital* e *health* demonstram a ligação da área da saúde e DEA. Já os *cluster* azul e roxo estão interligados pelo termo *productivity* e representam o extenso vínculo com a área de educação – os termos: *education*, *universities*, *higher education*, *public sector*.

Esse tipo de mapeamento representa a estrutura cognitiva de um campo de pesquisa, utilizando-se dos termos para construir um mapa semântico dos assuntos estudado (ZUPIC; ČATER, 2015). Muito útil e importante para pesquisadores que estão iniciando seus estudos no campo e para se analisar as mudanças e inclusões de novos conceitos ao longo do tempo. Nesse sentido, observando o campo de conceitos além dos termos diretamente relacionados ao método DEA, cada uma das áreas utiliza alguns mais específicos, na saúde (*quality*, *hospital*, *ownership*) e na educação (*public setor*, *allocation resources*, *ranking*) e outros comuns, mais ligados à finalidade dos estudos: *cost* e *cost-efficiency*, *impact*, *competition*.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desenvolveu-se um estudo bibliométrico para melhor compreensão da abrangência do uso de DEA em estudos sobre saúde e educação, observando-se aspectos da estrutura e da dinâmica de desenvolvimento do campo de pesquisa. Evidenciou-se o contínuo aumento das publicações com aplicação do método DEA em pesquisas das áreas de economia e administração sobre as temáticas de saúde e educação nos últimos 30 anos. Constatou-se um crescimento significativo a partir dos anos 2000 e mais intenso nos últimos 10 anos, alcançando em 2019 aumento de 225% em relação ao ano de 2010. Adicionalmente, vale

ressaltar a qualidade dos artigos, baseando-se no número de citações e nos periódicos, o que demonstra a aceitabilidade do método no meio científico e sua aplicabilidade nas temáticas analisadas.

Foram apresentados os artigos mais citados que trataram principalmente sobre eficiência de instituições de ensino e programas na área da Educação e sobre eficiência de hospitais e de sistema de saúde na área da saúde, bem como foram expostos os principais autores -Ruggiero, J; Johnes, J.; Afonso, Antonio; Aubyn, Miguel St. e Hollingsworth, Bruce - e os países e respectivas instituições que mais publicaram.

Em relação à estrutura do campo, observando a coocorrência de palavras-chave constataram-se no mapa semântico os principais termos/conceitos pesquisados em cada área. A coautoria mostrou as redes científicas com principais países e instituições que publicam e influenciam no campo. EUA com maior rede colaboração, seguido de Inglaterra e Espanha. O nível de parcerias institucionais observado nos estudos dessas áreas é um aspecto a atentar-se no contexto atual de desenvolvimento de pesquisas interinstitucionais e multinacionais. Isso vale diretamente às instituições brasileiras que aparecem USP, UFRJ e UFSC, inclusive no avanço de parcerias internacionais.

Os agrupamentos de cocitação expuseram a rede intelectual com os principais trabalhos e autores que construíram tópicos influentes. Além de artigos seminais sobre DEA, foram identificados trabalhos considerados fundamentais no desenvolvimento de cada uma das respectivas áreas: saúde e educação. O crescimento da quantidade de publicações e as fortes ligações da DEA com os termos de pesquisa da educação e da saúde, evidenciam a grande quantidade de utilização do método DEA em estudos realizados nas ciências econômicas e gerenciais sendo assim, indicado para trabalhos dentro dessas temáticas, incluindo políticas públicas, como evidenciado por (EMROUZNEJAD; YANG, 2018).

Como ganhos acadêmicos ficou evidenciado o reconhecimento do método no campo de pesquisa e foram apresentados os principais autores, artigos e palavras-chave. Pontos importantes para pesquisadores, principalmente aqueles que irão iniciar seus estudos nessas áreas. E como alcances para a prática, em decorrência do volume de estudos analisados e da evidenciação dos mais relevantes, inclusive publicações sentinelas, considera-se que existe uma literatura contendo exemplos de aplicação do DEA com o fim de fundamentar os gestores em tomada de decisões, assim como para monitorar e avaliar programas, unidades e políticas públicas.

Mediante os resultados obtidos, sugere-se a realização de revisões sistemáticas da literatura para aprofundamento em conteúdo, correntes de pesquisas e evolução do

conhecimento na aplicação de DEA tanto em saúde quanto em educação. Ressalta-se ainda que essa pesquisa não está isenta de limitações e não é exaustiva. Os resultados foram obtidos em conformidade com o recorte do campo temático das áreas de ciências sociais aplicadas.

## REFERENCIAS

Abadia, L. G., & Carvalho, M. M. (2018). Sustainability in project management literature: main themes, trends and gaps. *Revista Gestão Da Produção Operações e Sistemas*, 13(4), 52–75. <https://doi.org/10.15675/gepros.v13i4.1971>

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)

Afonso, A., & St. Aubyn, M. (2005). Non-parametric Approaches to Education and Health Expenditure Efficiency in OECD Countries. *Journal of Applied Economics*, 8, 227–246. <https://doi.org/10.2139/ssrn.498383>

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.

Barros, M. V., Salvador, R., Piekarski, C. M., & de Francisco, A. C. (2019). Mapping of main research lines concerning life cycle studies on packaging systems in Brazil and in the world. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 24(8), 1429–1443. <https://doi.org/10.1007/s11367-018-1573-2>

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.

Brunello, G., Fort, M., Schneeweis, N., & Winter-Ebmer, R. (2016). The Causal Effect of Education on Health: What is the Role of Health Behaviors? *Health Economics (United Kingdom)*, 25(3), 314–336. <https://doi.org/10.1002/hec.3141>

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)

Daraio, C., Kerstens, K., Nepomuceno, T., & Sickles, R. C. (2020). Empirical surveys of frontier applications: a meta-review. *International Transactions in Operational Research*, 27(2), 709–738. <https://doi.org/10.1111/itor.12649>

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>
- 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.
- Hamad, S., Shah, H., Lei, S., & Ali, M. (2020). Prosumption : bibliometric analysis using HistCite and VOSviewer. *Kybernetes*, 49(1980), 1020–1045. <https://doi.org/10.1108/K-12-2018-0696>
- 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>
- Kohl, S., Schoenfelder, J., Fügenger, A., & Brunner, J. O. (2019). The use of Data Envelopment Analysis (DEA) in healthcare with a focus on hospitals. *Health Care Management Science*, 22(2), 245–286. <https://doi.org/10.1007/s10729-018-9436-8>
- 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>
- Lampe, H. W., & Hilgers, D. (2015). Trajectories of efficiency measurement: A bibliometric analysis of DEA and SFA. *European Journal of Operational Research*, 240(1), 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.04.041>
- Liu, J. S., Lu, L. Y. Y., & Lu, W. M. (2016). Research fronts in data envelopment analysis. *Omega (United Kingdom)*, 58, 33–45. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.04.004>
- Liu, J. S., Lu, L. Y. Y., Lu, W. M., & Lin, B. J. Y. (2013). A survey of DEA applications. *Omega (United Kingdom)*, 41(5), 893–902. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2012.11.004>
- Machado Junior, S. P., Irfi, G., & Benegas, M. (2011). Análise da Eficiência Técnica dos Gastos com Educação, Saúde e Assistência Social dos Municípios Cearenses. *Planejamento e Políticas Públicas*, (36), 87-. Retrieved from <http://ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/223/204>
- Merigó, J. M., Mas-Tur, A., Roig-Tierno, N., & Ribeiro-Soriano, D. (2015). A bibliometric overview of the journal of business research between 1973 and 2014. *Journal of Business Research*, 68, 2645–2653. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.04.006>

Nogueira Vilanova, M. R., Filho, P. M., & Perrella Balestieri, J. A. (2014). Performance measurement and indicators for water supply management: Review and international cases. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 43, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.11.043>

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/s1415-65552008000100005>

Périco, A. E., Rebelatto, D. A. do N., & Santana, N. B. (2008). Eficiência bancária: os maiores bancos são os mais eficientes? Uma análise por envoltória de dados. *Gestão & Produção*, 15(2), 421–431. <https://doi.org/10.1590/s0104-530x2008000200016>

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](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, 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>

Souza, P. C. de, Scatena, J. H. G., & Kehrig, R. T. (2016). Aplicação da Análise Envoltória de Dados 289 para avaliar a eficiência de hospitais do SUS em Mato Grosso. *Physis*, 26(1), 289–308. <https://doi.org/10.1590/S0103-73312016000100016>

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>

Zoghbi, A. C. P., de Matos, E. H. C., Rocha, F. F., & Arvate, P. R. (2009). Mensurando o desempenho e a eficiência dos gastos estaduais em educação fundamental e média. *Estudos Economicos*, 39(4), 785–809. <https://doi.org/10.1590/s0101-41612009000400004>

Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric Methods in Management and Organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429–472.

<https://doi.org/10.1177/1094428114562629>

**Como Referenciar este Artigo, conforme ABNT:**

SILVA, C. M. D; SILVA, S. E; GONÇALVES, M. A; GONÇALVES, C. A. Data Envelopment Analysis (DEA) em Estudos Sobre Saúde e Educação. **Rev. FSA**, Teresina, v.18, n. 01, art. 10, p. 214-239, jan. 2021.

<b>Contribuição dos Autores</b>	<b>C. M. D. Silva</b>	<b>S. E. Silva</b>	<b>M. A. Gonçalves</b>	<b>C. A. Gonçalves</b>
1) concepção e planejamento.	X	X		X
2) análise e interpretação dos dados.	X			
3) elaboração do rascunho ou na revisão crítica do conteúdo.	X	X	X	X
4) participação na aprovação da versão final do manuscrito.	X	X	X	